



# Manejo Integrado de Insectos, Nematodos, Roedores, Enfermedades y Malezas en Cultivos

## PREVENTIVO

CUARENTENARIO

FITOGÉNÉTICO

CULTURAL

## CURATIVO

FÍSICO  
MECÁNICO

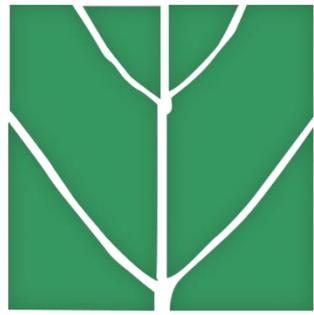
BIOLÓGICO

ETOLÓGICO

QUÍMICO

TÁCTICAS  
DE CONTROL





***CEMAAGRI***

Manejo Integrado de Insectos, Nematodos,  
Roedores, Enfermedades y Malezas en Cultivos

***Créditos:***

***Autor:***

**Ramón Castillo Lachapelle**

***Corrección de Estilo:***

**Ramón Arbona**

***Publicación Digital***

***Primera Edición***

**Santo Domingo, República Dominicana**

**31 de agosto del 2022**

**ISBN: 978-9945-18-105-0**

## CONTENIDO

ÍNDICE TABLAS .....	iii
ÍNDICE FIGURAS .....	iii
PRESENTACIÓN .....	iv
CAPÍTULO I: Origen y Desarrollo del Manejo Integrado de Plagas (MIP) .....	1
CAPÍTULO II: Tácticas de Control .....	4
1. Control preventivo .....	5
a. Control cuarentenario.....	6
b. Control fitogenético .....	6
c. Control cultural .....	7
2. Control curativo .....	8
a. Controles físicos/mecánicos .....	8
b. Control biológico .....	9
c. Control etológico .....	9
d. Control químico .....	9
CAPÍTULO III: Implementación .....	11
1. Identificación.....	13
a. Monitoreo de plagas .....	15
b. Monitoreo de nematodos.....	16
c. Monitoreo de roedores.....	16
d. Monitoreo de enfermedades.....	17
e. Monitoreo de malezas .....	17
2. Tácticas.....	19
3. Aplicación.....	20
4. Evaluación .....	20
5. Mantenimiento .....	20
CAPÍTULO IV: Manejo Integrado de Insectos.....	21
1. Control preventivo .....	22
a. Control cuarentenario.....	22
b. Control fitogenético .....	22
c. Control cultural .....	22
2. Control curativo .....	23
a. Control físico/mecánico .....	23
b. Control biológico.....	23
c. Control etológico .....	23
d. Control químico.....	23
CAPÍTULO V: Manejo Integrado de Nematodos .....	24

1. Control preventivo .....	25
a. Control cuarentenario.....	25
b. Control cultural .....	25
2. Control curativo .....	25
a. Control físico/mecánico .....	26
b. Control biológico.....	26
c. Control químico.....	26
CAPÍTULO VI: Manejo Integrado de Roedores.....	27
1. Control preventivo .....	28
a. Control cuarentenario.....	28
b. Control cultural .....	29
2. Control curativo .....	29
a. Control físico/mecánico .....	29
b. Control biológico.....	29
c. Control químico.....	29
CAPÍTULO VII: Manejo Integrado de Enfermedades.....	31
1. Control preventivo .....	32
a. Control cuarentenario.....	32
b. Control fitogenético.....	32
c. Control cultural .....	32
2. Control curativo .....	33
a. Control físico/mecánico .....	33
b. Control biológico.....	33
c. Control químico.....	33
CAPÍTULO VIII: Manejo Integrado de Malezas.....	34
1. Control preventivo .....	36
a. Control cuarentenario.....	36
b. Control cultural .....	36
2. Control curativo .....	37
a. Control físico/mecánico .....	37
b. Control biológico.....	37
c. Control químico.....	37
BIBLIOGRAFÍA.....	39
CRÉDITOS POR LAS FOTOGRAFÍAS .....	39

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Umbral económico para diferentes especies de nematodos en algunos cultivos. ....	16
Tabla 2. Clasificación de las poblaciones de malezas de acuerdo con su estado de desarrollo. ....	19

## ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Principales tácticas de control en Manejo Integrado de Plagas. ....	10
Figura 2. Precisión vs. Exactitud frente a un objetivo deseado. ....	13
Figura 3. Posibles recorridos para el muestreo en un monitoreo: al azar, uniforme o agregado. ....	14
Figura 4. Muestreos con recorridos sistemáticos totales. ....	15
Figura 5. Muestreo con recorrido sistemático estratificado. ....	15
Figura 6. Puntos de decisión de control de una plaga, en función de la dinámica de su densidad poblacional en el tiempo y el umbral de daño. ....	16
Figura 7. Recorrido para muestreo en Zig-Zag. ....	18
Figura 8. La unidad de muestreo circular de 19.6 m <sup>2</sup> . ....	18
Figura 9. Principales tácticas de control en Manejo Integrado de Plagas y su implementación. ....	20

## **PRESENTACIÓN**

El control de plagas para la protección de los cultivos ha tenido varios enfoques, los cuales han variado desde el reconocimiento de estas y su daño a los cultivos. Para la protección de los cultivos se han utilizado diversos métodos desde el origen de la civilización. En esta época el control estaba fundamentado por la magia y hechicería. De 1866 hasta 1938 se mencionan el uso de algunos insecticidas botánicos y el uso de azufre quemado como fumigante. También se llegaron a usar mercurio, sales, caldo bordelés, verde de parís, azufre, cobre, etc.

Con la revolución industrial (1760-1840), en los sistemas productivos se introdujeron nuevas tecnologías como el tractor de gasolina y otras maquinarias y fertilizantes artificiales. En 1939 se descubre el primer insecticida sintético para su posterior comercialización.

Con la creciente población, en los años 1950-1970 se establece la Revolución Verde con la mecanización del campo bajo una agricultura convencional de solo producir. Junto a ella, se promovió el uso de la labranza intensiva, altas aplicaciones de fertilizantes, altas aplicaciones de fitosanitarios, quema de residuos de cosecha. Estas acciones altamente extractivas llevaron al deterioro de los suelos y los recursos naturales y al establecimiento de monocultivos. Estos trajeron consigo el aumento de plagas y enfermedades.

Con el aumento de las plagas se buscaron medidas de control. Es entonces cuando surgen diversos enfoques en control de estas como manejo ecológico de plagas, control integrado de plagas, manejo supervisado de insectos, manejo ecológico fitosanitario y manejo integrado de plagas (MIP). Este último está integrado al uso de Buenas Prácticas Agrícolas con el uso de diversas tácticas de control, desde medidas preventivas hasta curativas.

El MIP busca objetivos económicos, sociales y de protección medio ambiental, como una alternativa para la reducción del uso de fitosanitarios y un manejo general de la población de plagas con sistemas de medición de umbral de daño económico (UDE), nivel de daño económico (NDE) y punto de equilibrio (PE).

Este documento es un extracto del libro 'Buenas Prácticas Agrícolas y Manejo Responsable de Fitosanitarios', del Centro de Educación para el Medio Ambiente y la Agricultura (CEMAAGRI), escrito por Ramón Castillo Lachapelle y publicado en julio de 2021.

*Ramón Castillo Lachapelle*  
31 de agosto del 2022

**CAPÍTULO I: Origen y Desarrollo del  
Manejo Integrado de Plagas (MIP)**

El manejo integrado de plagas (MIP) es el uso de varias tácticas, compatibles con la protección del medio ambiente, para mantener las poblaciones de artrópodos, nematodos, roedores, patógenos, malezas y otras plagas por debajo de los niveles que causan daño económico a los cultivos.

En la década de 1880 se concebía la ecología como la base para la protección de cultivos. Se señalaba el uso de los factores de mortalidad de las plagas, incluyendo el clima. Este enfoque cambió luego por el uso intensivo de fitosanitarios. El uso de los fitosanitarios en la agricultura, como alternativa de intervención para el control de plagas y protección en los cultivos, data de miles de años. En la medida que la población crecía crecieron las siembras de monocultivos, y así también las plagas y el uso intensivo de los fitosanitarios.

En 1939, el científico suizo Paul Hermann Müller descubrió las propiedades insecticidas del DDT, del grupo químico organoclorados. Su uso como herramienta tecnológica para la protección de cultivos cambió de nuevo el enfoque de control de plagas. A partir del 1942, con la síntesis y posterior comercialización de este plaguicida, comenzó a usarse en casi todo el mundo en las áreas agrícolas y en control de plagas urbanas. En las siguientes décadas se lanzaron al mercado otros insecticidas con ingredientes activos diferentes.

El uso intensivo de fitosanitarios tuvo las consecuencias de un desbalance ecológico severo con la rotura en la cadena alimenticia y el surgimiento de resistencia a insectos. Esto impactó el medio ambiente, redujo las poblaciones de enemigos naturales y ocasionó brotes de plagas secundarias, incremento de los costos y creó una alta dependencia y hábito de los agricultores a los fitosanitarios. En los primeros años no se observaron las consecuencias del uso intensivo de fitosanitarios para controlar las plagas de los cultivos.

En el año 1962, Rachel Carson publica el libro 'La primavera silenciosa' en el que expone los efectos que provocan los fitosanitarios en el medio ambiente y la salud humana. Esto produjo el inicio de una reflexión sobre el uso inadecuado de estos productos.

Con esta y muchas otras publicaciones sobre las consecuencias del uso de fitosanitarios, se identificaron los efectos de su uso debido al efecto residual muy prolongado, lenta descomposición, alta residualidad en los alimentos, intervención en las cadenas alimenticias e impacto al medio ambiente y la salud de las personas.

Con el objetivo de mitigar el impacto de los fitosanitarios y hacer frente a la resistencia a los insectos que estos producen, surgen nuevos enfoques del control de plagas. Con la especialización de muchos agrónomos en entomología, surge la entomología aplicada en la década de 1960. Varios enfoques para el manejo de plagas aparecieron entonces, entre los cuales estuvieron: control integrado de plagas (CIP), manejo ecológico de plagas (MEP), manejo supervisado de insectos (MSI), manejo ecológico fitosanitario (MEF), producción integrada (PI), entre otros. Todos buscan objetivos económicos, sociales y de protección medio ambiental, y representan una alternativa para la reducción del uso de fitosanitarios.

En la década de 1970 se define el enfoque de manejo integrado de plagas (MIP) orientado al manejo general de poblaciones de plagas, con el objetivo de reducirlas con la aplicación de medidas de controles complementarios orientados a la solución general a largo plazo. La idea era manejar las plagas, no erradicarlas.

Con este nuevo enfoque de MIP se desarrollaron los conceptos de umbral de daño económico (UDE), nivel de daño económico (NDE) y punto general de equilibrio (PE). Este nuevo enfoque concibe que los umbrales de una misma plaga varían según el estado fenológico del cultivo y estos varían de cultivo a cultivo. Esto implica que se debe actualizar siempre el UDE de cada plaga en cada cultivo, incluyendo la zona.

El concepto se extendió a toda clase de plagas y se expandió la inclusión de otras tácticas, además de las químicas y biológicas. Este enfoque se constituyó en un sistema multidisciplinario que incluía expertos en entomología, fitopatología, nematología y malezas. En 1972, en los Estados Unidos el manejo integrado de plagas se convirtió en política nacional para su aplicación en todos los sectores productivos. En 1979 se estableció el comité coordinador de agencias de manejo integrado de plagas (*IPM Coordinating Committee*), cuya responsabilidad era asegurar el desarrollo e implementación de conocimientos y prácticas de manejo integrado de plagas.

Este impulso recibió tanta importancia que los entomólogos Perry Adkisson y Ray F. Smith recibieron el premio *World Food Prize* en 1997, por su trabajo de difusión y liderazgo en el manejo integrado de plagas. Hoy el manejo integrado de plagas (MIP) forma parte integral del manejo integrado de cultivos (MIC) y este, a su vez, es parte básica de las buenas prácticas agrícolas (BPA).

Morales, Gutiérrez, Pereira, González, & Valera (1999, págs. 97-98) plantean que:

En atención a lo expuesto, el MIP es, en esencia, un proceder interdisciplinario. Esto requiere cooperación en la investigación y desarrollo, así como también en la implementación de las técnicas de control y sus alcances. La participación de diferentes áreas de la ciencia incluiría los Agrónomos, Economistas, Meteorólogos, Ingenieros, Sociólogos, Matemáticos, Fisiología Animal y Vegetal. Entomólogos, Fitopatólogos, Analistas de Sistemas, expertos en Computación, en Malezas y Toxicología.

## **CAPÍTULO II: Tácticas de Control**

El manejo integrado de plagas es una estrategia que integra diferentes tácticas empleadas en el control de plagas, nematodos, roedores, enfermedades y malezas en la producción de cultivos, con buenas prácticas agrícolas para una agricultura sostenible. Las tácticas son las que componen esta estrategia, las cuales incluyen diferentes métodos de control: preventivos (indirectos) y curativos (directos) para reducir los niveles poblacionales o daños de las plagas en las plantas. Hoy son más implementadas en el control de insectos y malezas. Se evita así un impacto económico negativo en los cultivos, daños al medio ambiente y la salud de las personas.

El uso del manejo integrado de plagas tiene las siguientes ventajas: reduce el uso de plaguicidas, disminuye los residuos tóxicos en productos cosechados, preserva la salud de las personas, contribuye a la protección ambiental, conserva la biodiversidad, conserva los enemigos naturales, reduce la densidad poblacional de plagas, reduce la generación de resistencia, resulta más económico a mediano y largo plazo; organiza los productores y las acciones gubernamentales, generando conciencia a favor de este propósito.

La prevención, en todo momento, es la mejor herramienta de control. Esto es mucho más importante para el caso de la producción de cultivos donde las plagas pueden afectar sensiblemente los rendimientos y provocar pérdidas considerables de la productividad, rentabilidad y calidad del cultivo.

El MIP busca manejar el uso de los fitosanitarios necesarios y oportunos, a través de la utilización de las diferentes tácticas. Para ello se consideran factores económicos, sociales y ambientales. Se requiere conocer aspectos como la biología de las plagas, sus hábitos alimenticios y de reproducción, ciclo de vida, impacto de los factores bióticos (predadores, parásitos) y abióticos (temperatura, humedad, precipitaciones, etc.) a fin de optimizar el control de plagas en relación a todo el sistema de producción de un cultivo.

Las tácticas en control de insectos, nematodos, roedores, enfermedades y malezas buscan asegurar el óptimo crecimiento y desarrollo para un cultivo inocuo, implementando las buenas prácticas agrícolas. Con la implementación de un manejo integrado de plagas, se requiere conocer las diferentes tácticas de control preventivo (indirecto) y curativo (directo), las cuales tienen las siguientes características:

## **1. Control preventivo**

Dentro de los métodos de control preventivos están el control cuarentenario, el fitogenético y el cultural.

a. Control cuarentenario

El control cuarentenario está relacionado a leyes, decretos, reglamentos y resoluciones que imponen los gobiernos para regular el tráfico de materiales vegetativos como las medidas cuarentenarias, tanto internacionales como interregionales, y las reglamentaciones de la cuarentena vegetal. Las medidas cuarentenarias incluyen también los periodos de veda en siembras de cultivos a nivel regional, entre otras medidas.

Los objetivos de la cuarentena son prevenir o evitar la introducción, establecimiento y eventual diseminación de plagas, enfermedades y malezas de importancia cuarentenaria. Esto se logra a través de la inspección en los puntos de entrada de los productos vegetales o subproductos derivados de estos.

La cuarentena puede ser externa o interna. La externa es un conjunto de medidas técnicas que se toman para impedir o evitar la entrada de una plaga cuarentenaria a un país. Los puntos de control cuarentenario externos son los puestos fronterizos, puertos marítimos y aeropuertos. La cuarentena interna es la prevención en un área contra una plaga que ha roto la primera barrera fitosanitaria y tiene una distribución limitada en el país.

Las medidas cuarentenarias externas deben hacerse sobre la base de consideraciones biológicas, geográficas, climáticas y económicas. Las medidas cuarentenarias internas tratan «de evitar la difusión, propagación e incremento de las plagas existentes en el país. Las principales medidas legales consisten en prohibir la movilización de plantas, o de sus partes, de las zonas infestadas a las zonas libres [Morales, Gutiérrez, Pereira, González, & Valera (1999, pág. 52)].»

Para la importación de material vegetal se requiere un certificado fitosanitario del país exportador, constancia de la compañía productora de semillas certificada, constancia de desinfección de semillas del país de origen, constancia de material no transgénico, permiso del Departamento de Semillas, permiso del Departamento de Promoción Agrícola y Ganadera, guía de no objeción, inspección del inspector cuarentenario y posible análisis fitosanitario en laboratorio.

Muchas plagas agrícolas y enfermedades bióticas entran por frutas y vegetales que logran pasar los controles cuarentenarios. Las plagas urbanas pasan en maletas de ropas de viajeros. Muchos de los nematodos llegan al país y se extienden por semillas importadas con tierra. Su diseminación regional ocurre por el transporte de tierra que se hace en los tractores, humanos, defecaciones de animales, etc.

b. Control fitogenético

Con el control fitogenético se trata de seleccionar y utilizar materiales mejorados genéticamente, certificados y de alta calidad, con resistencia o tolerancia a plagas, enfermedades y/o factores abióticos (sequía, altas o bajas temperaturas), para asegurar la productividad y calidad de la

producción. El uso de este tipo de materiales reproductivos resulta en un apoyo a la inocuidad de los alimentos y al impacto medio ambiental. La siembra de variedades resistentes/tolerantes es una forma de control permanente de las enfermedades y algunas plagas.

Se tienen innumerables cultivos con resistencia y tolerancia a diversas enfermedades en frutas, vegetales, musáceas, etc. Las nuevas técnicas biotecnológicas como CRISPR/Cas representan un gran avance en el mejoramiento vegetal por resistencia y/o tolerancia a diversas enfermedades y a condiciones climáticas y de suelo.

c. Control cultural

Son prácticas de cultivo utilizadas para crear condiciones desfavorables para la plaga y favorables para el cultivo. Son prácticas agrícolas para prevenir o retardar los ataques de plagas, nematodos, roedores, enfermedades y malezas, haciéndoles el ambiente menos favorable para su desarrollo, y disminuir así sus daños. Estas técnicas se aplican desde la presiembra hasta la postcosecha.

Este se inicia con la inspección de alrededores y la destrucción de los hospederos alternos (malezas y cultivos espontáneos), en los cuales las plagas y enfermedades sobreviven en ausencia de los cultivos objetivos. En el caso de plagas, esto se hace cuando las poblaciones de los insectos benéficos en estas áreas no son suficientes como para controlar a los insectos plagas.

Otra práctica de control cultural es sembrar cultivos trampas. Estos cultivos se utilizan para atraer insectos y eliminarlos con la aplicación de insecticidas. Otro uso que tienen estos cultivos trampas es atraer determinados insectos plaga cuando los cultivos son más jóvenes y favorecer el control natural mediante la reproducción de enemigos naturales (depredadores y parásitos). Esto contribuye con un control biológico más efectivo. Una práctica para favorecer el control temprano de malezas es pregerminar las semillas de malezas presentes en el suelo. Se puede así hacer aplicaciones tempranas de herbicidas, a las malezas pequeñas, para reducir su presencia antes de sembrar el cultivo.

La roturación del suelo con subsolado y arado de vertedera ayuda a remover el suelo y exponer capas inferiores. Esta práctica expone los estados de desarrollo de insectos, nematodos y patógenos que viven en las capas inferiores del suelo a la acción del sol, las precipitaciones y los vientos, factores que los pueden eliminar. El barbecho prolongado, por uno a dos años, como agricultura regenerativa, ayuda a reducir las poblaciones de nematodos en el suelo. La planificación de siembras en momentos adecuados logra la producción de cultivos en la época cuando las plagas o patógenos no están presentes, o cuando tienen menos presencia, y las condiciones ambientales no son las más favorables. Con la eliminación de restos de cultivos anteriores y destrucción de residuos de cosecha, que constituyen refugio de plagas y patógenos, se reducen sus poblaciones y la presión que ejercen sobre los nuevos cultivos.

Las podas reducen la cantidad de tejido de las plantas, lo que permite la entrada del sol y reduce la humedad interior de las plantas. También ayudan a eliminar tejidos infectados. Es necesario

aplicar una pasta fúngica en las heridas luego de una poda, para reducir la incidencia de enfermedades.

El manejo de las densidades de siembra, el deshoje, el deshije, el raleo de plantas enfermas, la regulación del riego programado y el drenaje adecuado se traducen en menor probabilidad de afecciones por plagas, enfermedades y malezas. Hay que controlar los niveles de nitrógeno en la fertilización, pues niveles elevados de este elemento favorecen la aparición y desarrollo de enfermedades.

La siembra de variedades resistentes/tolerantes es un modo permanente de control de plagas. Otras prácticas de control cultural son la rotación y diversificación de cultivos, para romper el ciclo de las plagas y evitar que los cultivos sean atacados por las mismas plagas.

El uso de siembra de árboles como barreras vivas, cultivos refugios, cultivos trampas, uso de camas levantadas con coberturas (camas plastificadas), coberturas flotantes, arena y/o cobertura vegetal, así como la zonificación de cultivos con fechas límites de siembra (para sembrar en momentos que las enfermedades no coincidan con las condiciones ambientales para su desarrollo), la resiembra y el trasplante son todas prácticas culturales apropiadas.

## **2. Control curativo**

Entre los diferentes métodos de control curativo o control directo están el control mecánico, el físico, el biológico, el etológico y el químico.

### **a. Controles físicos/mecánicos**

Para algunos autores [Morales, Gutiérrez, Pereira, González, & Valera (1999, pág. 46)] estos «son los métodos más antiguos y, en algunos casos, los más primitivos de todos los métodos de control de plagas.» Los métodos físicos/mecánicos se interrelacionan y forman uno. Estos controles difieren del control cultural en que las acciones están dirigidas específicamente contra los insectos, las enfermedades o los nematodos y no constituyen una práctica que modifique al cultivo en sí. Pueden ser métodos de control temprano, tanto preventivos como correctivos. Pueden ser medidas directas o indirectas para destruir los insectos de forma inmediata.

Con los controles físicos/mecánicos se busca aprovechar la temperatura, el agua, el fuego, etc. para modificar algunas características físicas del ambiente (temperatura, humedad, luz, etc.). Se pueden aplicar en campo abierto o en ambiente protegido (invernaderos y túneles).

Entre estos están los siguientes:

- recogida manual de insectos adultos, larvas o colonias de huevos;
- uso de trampas (cromáticas y de luz color azul);

- uso de mallas (redes, mosquiteros, etc.);
- uso de sonidos de alta intensidad (140 y 160 dB) para eliminar insectos, o de mediana intensidad (100 y 130 dB) para repeler algunos animales como los pájaros;
- uso de pinturas insecticidas;
- aprovechamiento de factores como temperatura, agua, fuego, solarización, etc.;
- colecta manual de frutos o tejidos infestados y envoltura de frutos sanos, para su protección;
- recogida para destrucción (quemándolos o enterrándolos) de frutos y partes vegetales (ramas) infestadas, sea en la planta como en el suelo;
- uso de trampas para atraer insectos (trampas adhesivas, atrayentes);
- uso de equipos para succionar los insectos (usados en molinos para harina);
- exclusión de insectos con el uso de barreras que imposibilitan su acceso a ciertas áreas o productos. Aquí se consideran el proteger los frutos con bolsas, el uso de pantallas o mallas de tela (casas malla) o de plástico (invernaderos).

b. Control biológico

En el control biológico se usan agentes biológicos (organismos y microorganismos), botánicos (extractos de plantas) y fermentos destinados a combatir las plagas. Los agentes biológicos se clasifican en: parasitoides, depredadores (inferiores y superiores) y patógenos. Los patógenos pueden ser bacterias (como *Bacillus* spp.), las cuales tienen multiplicidad de usos contra plagas y algunas enfermedades. Han surgido algunos herbicidas orgánicos a base de aceites como el eugenol, un aceite esencial de clavo de olor y melaza.

c. Control etológico

El control etológico corresponde al uso de cualquier producto fitosanitario que provoque una alteración en la fisiología de las plagas, provocando su muerte. Generalmente se usan reguladores de crecimiento, que están compuestos por antagonistas de hormonas juveniles e inhibidores de la formación de quitina.

d. Control químico

El control químico se realiza con el uso de fitosanitarios o plaguicidas. De acuerdo con el 'Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas' de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) (FAO y OMS, 2015, pág. 6), un plaguicida es «cualquier sustancia o mezcla de sustancias con ingredientes químicos o biológicos destinados a repeler, destruir o controlar cualquier plaga o a regular el crecimiento de las plantas.» Estos pueden ser, según el objetivo de

control: insecticidas, acaricidas, nematocidas, fumigantes, rodenticidas, fungicidas, bactericidas, herbicidas, entre otros.

El uso de un fitosanitario es el último control a usar, debido a su impacto en el medio ambiente y la salud de las personas. Su uso tiene ventajas y desventajas. La aplicación de todo plaguicida debe ser racional y sólo después de agotar los métodos anteriores. Su aplicación debe decidirse luego de determinar el umbral de daño económico (UDE) y el nivel de daño económico (NDE) en el cultivo, para minimizar el riesgo de los efectos adversos de los fitosanitarios. Esto es parte integral de los principios del MIP para las buenas prácticas agrícolas.

Los fitosanitarios a usar deben estar registrados en el Ministerio de Agricultura y autorizados para el cultivo en el que se va a aplicar. Las aplicaciones de fitosanitarios deben ser siempre alternadas según las recomendaciones de los comités de resistencia de insecticidas, por el IRAC; fungicidas, por el FRAC; herbicidas, por la WSSA y el HRAC; y raticidas, por el RRAC.

La figura 1 presenta las tácticas de control preventivo y curativo en el manejo integrado de plagas.



Figura 1. Principales tácticas de control en Manejo Integrado de Plagas.

## **CAPÍTULO III: Implementación**

Con la implementación del MIP se reduce el uso de fitosanitarios, la resistencia de las plagas, los brotes de plagas secundarias, los residuos tóxicos en la producción y la carga química por ciclo de cultivo. Todo esto ayuda a preservar la salud y a la protección del medio.

El manejo integrado de plagas forma parte integral del manejo integrado de cultivos (MIC) y este, a su vez, es parte básica de las buenas prácticas agrícolas (BPA). Las BPA incluyen un Sistema de Reducción de Riesgos de Contaminación (SRRC) con los procesos de inocuidad y seguridad laboral. Con el manejo integrado de plagas se controlan las especies de insectos plaga de manera más efectiva, con costos más bajos, ambientalmente segura y socialmente aceptable.

El MIP reduce la alta dependencia y el hábito de los agricultores a los fitosanitarios. También contribuye a conservar la diversidad biológica y los enemigos naturales. El MIP resulta, así mismo, más económico a mediano y largo plazo, aunque sus resultados no se ven a corto plazo. Las tácticas del MIP y las prácticas del sentido común guardan siempre una estrecha relación, lo que permite aprovechar todas las opciones posibles de tácticas y prácticas de control.

La aplicación del manejo integrado de plagas tiene algunos inconvenientes, porque requiere un trabajo exhaustivo que consta de tres fases:

- a. Conocer la biología y el comportamiento de las plagas, nematodos, roedores, patógenos y malezas.
- b. Determinar el nivel de daño económico (NDE) de las plagas.
- c. Conocer la fenología del cultivo.

Sobre la biología de las plagas, nematodos, roedores, patógenos y malezas se trata de conocer su comportamiento, hábitos alimenticios, reproducción, ciclo de vida, condiciones ambientales de desarrollo, daños que ocasionan, entre otros.

El nivel de daño económico (NDE) es la mínima densidad poblacional de las plagas, donde el valor del rendimiento cubre exactamente los gastos del control. Es donde el productor debe iniciar la acción de control y evitar que la población de plagas sobrepase el nivel de daño económico. Si la densidad de la plaga es menor que el NDE, no es rentable implementar una acción para el control; pero si es mayor, se interviene con medidas curativas, pero siempre manteniendo las medidas preventivas. Toda acción debe iniciar antes de llegar al NDE. Esto se debe medir en cada etapa del cultivo, el cual puede variar por región.

Para conocer la fenología del cultivo es preciso mantener el monitoreo en cada etapa fenológica del cultivo, a saber: germinación, crecimiento, floración, producción y cosecha. Además, se deben conocer sus periodos críticos.

El manejo integrado de plagas consta de las siguientes cinco etapas para su implementación:

## 1. Identificación

La identificación de la plaga es fundamental para elegir la táctica de control más adecuada. Es difícil intentar controlar cualquier plaga sin su correcta identificación. Luego de identificar la plaga se debe conocer su comportamiento y biología. El monitoreo de plagas se utiliza para conocer los niveles de presencia de esa plaga. Siempre se debe considerar que una especie puede convertirse en plaga por cambios en el ambiente, cambios en las preferencias de hospedera, uso inapropiado de fitosanitarios o transporte a través de barreras geográficas.

El monitoreo de plagas consiste en implementar muestreos con secuencia planeada y registrada, con el propósito de confirmar niveles de la existencia de las plagas y conocer la dinámica poblacional para toma de decisiones. Es muy importante conocer los periodos críticos de producción de cada cultivo monitoreado (fase de alta sensibilidad para la productividad) y tomar decisiones oportunas.

Las ventajas del monitoreo son:

- Aplicación del fitosanitario adecuado.
- Ahorrar fitosanitarios en aplicaciones innecesarias.
- Menor impacto ambiental aplicando racionalmente los fitosanitarios.
- Evitar reducción de rendimiento por manejar con tiempo una infestación.
- Conocer la eficiencia del sistema con la información revelada a través del tiempo.
- Mejor gestión de la empresa agrícola.

La persona que monitorea debe apreciar lo diferente y convertir en método o técnica de fiabilidad todo lo observado, para registrar y comparar en el tiempo. Toda observación está sujeta a la subjetividad de quien monitorea. Muchas observaciones están sujetas a que se mantengan en el tiempo. La experiencia de esta persona es muy importante, siempre debe ser exacto y preciso para reducir los errores. La figura 2 compara estos dos conceptos, a menudo confundidos.

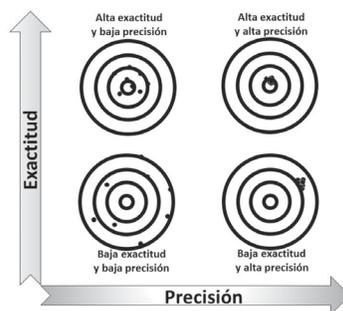


Figura 2. Precisión vs. Exactitud frente a un objetivo deseado.

Fuente: imagen tomada de Zita (2021).

El monitoreo se puede hacer con drones, si se cuenta con un software que pueda identificar los daños por plagas, nematodos, roedores, patógenos y malezas presentes.

El monitoreo se inicia considerando la realización de un muestreo. La toma de muestras debe ser planificada y registrada por localización (lote), con la definición de un instrumento de muestreo.

Cada especie tiene un método de muestreo para el monitoreo, y tiene una táctica de control específica.

Los factores a considerar en el muestreo son:

1. Tamaño del lote.
2. Relieve.
3. Si tiene o no isletas (montes).
4. Si es pegado o no a corredores biológicos (montes).
5. Hora del día.
6. Distribución de las malezas.
7. Proximidad a otros cultivos.
8. Factores climáticos (viento, lluvia).
9. Otros.

El recorrido del lote se puede hacer usando un sistema al azar, uniforme o agregado (Figura 3).

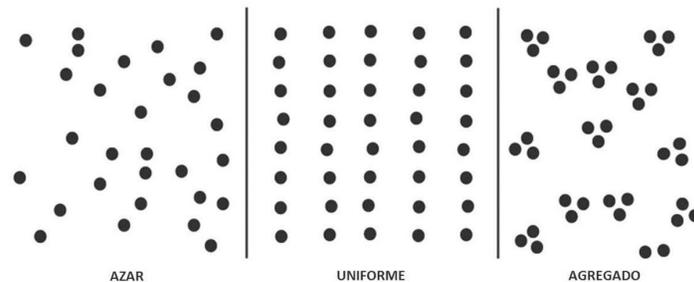


Figura 3. Posibles recorridos para el muestreo en un monitoreo: al azar, uniforme o agregado.

Otra forma de recorrido son los sistemáticos, los cuales pueden ser: total (transecta, zig-zag M o W o ingresos laterales) o estratificado (Figuras 4 y 5).

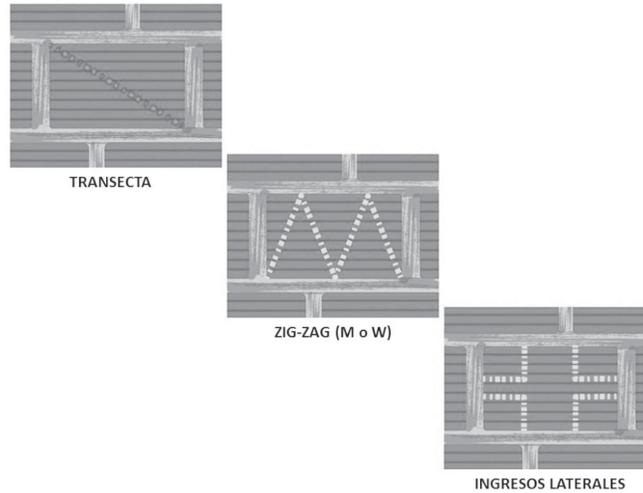


Figura 4. Muestreos con recorridos sistemáticos totales.

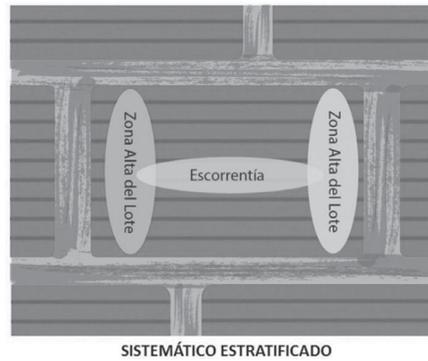


Figura 5. Muestreo con recorrido sistemático estratificado.

a. Monitoreo de plagas

En un monitoreo de la densidad poblacional de una plaga durante cada etapa del desarrollo del cultivo, se construye una matriz en Excel con la que se define el umbral de daño económico y su nivel de daño económico. Con este cálculo se toman las decisiones de aplicación antes que la densidad poblacional supere el costo de control, que es antes de llegar al nivel de daño económico (NDE) del cultivo (Figura 6). Este puede variar por cultivo, plaga y zona.

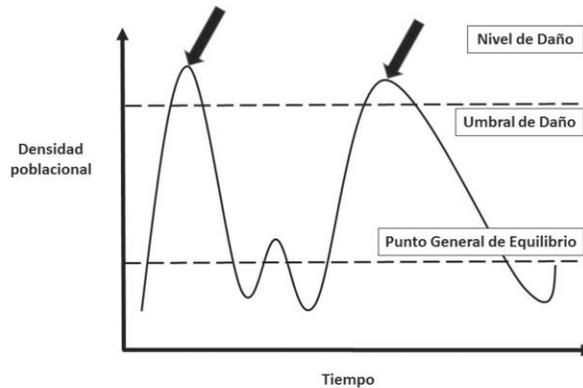


Figura 6. Puntos de decisión de control de una plaga, en función de la dinámica de su densidad poblacional en el tiempo y el umbral de daño.

Fuente: tomado de ISCAMEN (2021?).

b. Monitoreo de nematodos

Para conocer el nivel de daño económico (NDE) se necesita tomar muestras al azar de 100 gramos de tierra y enviarlas a analizar al laboratorio. En siembras anteriores se puede inferir su presencia por los síntomas que presentaron las plantas. La tabla 1 presenta un listado de ejemplos de los niveles de umbral económico de algunos nematodos, por 100 gramos de suelo en cultivos:

Tabla 1. Umbral económico para diferentes especies de nematodos en algunos cultivos.

Nematodo	Umbral Económico	Cultivo
<i>Meloidogyne hapla</i>	9 juveniles/100 g de suelo	Zanahoria
<i>Meloidogyne incognita</i>	4 juveniles/100 g de suelo	Tomate
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	1 nematodo/100 g de suelo	Ajo y cebolla
<i>Pratylenchus penetrans</i>	30 a 180 nematodos/100 g de suelo	Zanahoria
<i>Meloidogyne javanica</i>	1 juvenil/100 g de suelo	Tomate
<i>Pratylenchus penetrans</i>	200 a 400 nematodos/100 g de suelo	Col

Fuente: Damián (2016), citado por Intagri (2017).

c. Monitoreo de roedores

El monitoreo se inicia con la inspección, donde se identifican signos como deyecciones, huellas, daños por roídas, madrigueras y salidas de escape.

El proceso de monitoreo se debe iniciar desde las etapas de preparación de terreno hasta unos 20 días antes de la cosecha. Para el monitoreo se usa distribución de cebos no tóxicos colocados en franjas o líneas de 100 metros o menos, dependiendo de la forma y distribución de la finca. Cada cebo debe estar protegido en cajas-cebo para proporcionar al roedor un lugar tranquilo,

oscuro y protegido contra enemigos naturales, que le permita comer con tranquilidad y en mayor cantidad del cebo colocado en su interior.

Se debe colocar un cebo por cada metro de evaluación y, simultáneamente, se señalan los sitios con cinta plástica y estacas de madera. Con el movimiento o afección del 12% de los cebos se tiene el nivel de daño económico para la implementación de tácticas de control.

#### d. Monitoreo de enfermedades

Las diferentes enfermedades bióticas que afectan los cultivos tienen como agentes causales las talofitas (hongos, algas y líquenes), procariotas (bacterias y fitoplasmas) o protistas (virus y viroides).

Estas enfermedades no aparecen de forma espontánea (Lastres & Soza, 2009, pág. 32), «sino que tienen fuentes de origen, sean estos hospederos alternos, material infectado en descomposición, esporas latentes en el suelo, etc.» Las enfermedades se pueden transmitir por medio vegetativo, mecánico, invertebrados (vectores) y por factores climáticos. Para el desarrollo de una enfermedad se necesita un hospedero susceptible (el cultivo), un patógeno virulento y condiciones ambientales adecuadas.

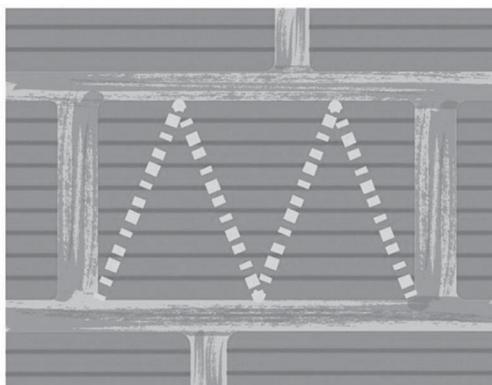
Es importante establecer inspecciones regulares al cultivo y mantener información de las condiciones climáticas como precipitaciones, humedad y temperatura, ya que las enfermedades tienen condiciones climáticas específicas para su desarrollo. Cuando las condiciones climáticas sean ideales para el desarrollo de una enfermedad presentada en cultivos anteriores, inicie aplicaciones con fungicidas preventivos. Una vez se observe un síntoma de enfermedad en el cultivo, iniciar las aplicaciones con fungicidas específicos.

#### e. Monitoreo de malezas

El monitoreo se inicia con el diagnóstico de las malezas existentes en el área y su densidad de población, con el fin de tomar decisiones de prevención o control. Para el diagnóstico se debe hacer una evaluación simple. Para esto es necesario conocer: 1. especie, 2. estadios fenológicos, 3. cobertura por gramíneas, hojas anchas y ciperáceas (expresada como porcentaje). Esta evaluación se debe hacer antes del control, después del control y a la cosecha.

La cantidad de muestras a tomar para el monitoreo de malezas depende del área a monitorear. En áreas menores de 15 hectáreas se toman tres muestras, en área de 15 a 60 hectáreas se toman cinco muestras y en aquellas mayores de 60 hectáreas se toman 10 muestras.

El patrón de muestreo debe seguir la siguiente ruta (Figura 7):



ZIG-ZAG (M o W)

Figura 7. Recorrido para muestreo en Zig-Zag.

Para todos los casos, lo más conveniente es que la unidad de muestreo tenga una superficie circular de  $19.6 \text{ m}^2$  (Figura 8).

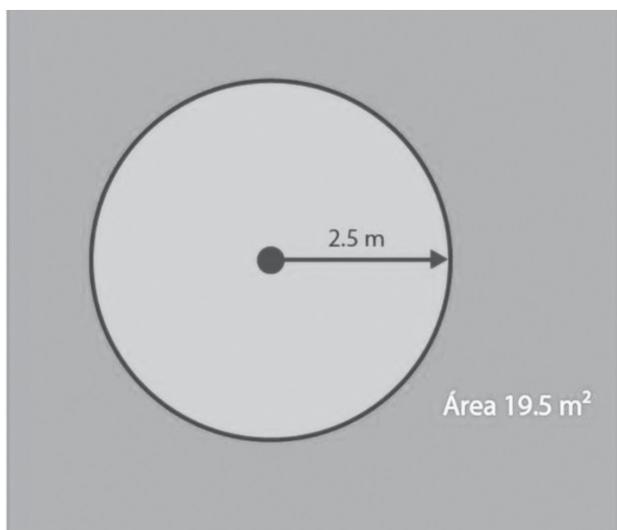


Figura 8. La unidad de muestreo circular de  $19.6 \text{ m}^2$ .

Procedimiento:

1. Observar y determinar la cobertura total de malezas.
2. Dividir el porcentaje total de cobertura en % de gramíneas, % hoja ancha y % ciperáceas.
3. Anotar las especies de malezas presentes y su estado de crecimiento.

Estado de crecimiento de las malezas. Esto se hace siguiendo el sistema de clasificación que presenta la tabla 2, según el estado de desarrollo de las malezas.

Tabla 2. Clasificación de las poblaciones de malezas de acuerdo con su estado de desarrollo.

Código	Estado de Desarrollo
1	Plántula
2	Vegetativo temprano
3	Vegetativo tardío
4	Floración – Fructificación
5	Senescencia

Tomado de Soto & Agüero (1992).

Esta información de monitoreo de la evaluación con quienes monitorean a pie se puede complementar con fotografías o videos hechos con drones.

Con esta información se pueden diagnosticar las condiciones de las malezas en el campo. Comparando los datos de cada año, se pueden observar los cambios de la flora con la aparición de malezas nuevas, la eficacia de los herbicidas y las malezas resistentes.

En la identificación se define si son anuales o perennes, si son de reproducción sexual o asexual (o ambas), su hábitat, ciclo de vida; tipo de suelo en que crece, hábito de crecimiento (rastrera, erecta o trepadora); etc. Con estas informaciones se va identificando el método de control.

Las malezas son más fáciles de controlar cuando están en estado de desarrollo con un máximo de 3 a 4 hojas. También, resulta más económico cuando se hace un control oportuno, previendo el daño por la interferencia de las malezas. El impacto que producen las malezas va más allá de un ciclo de cultivo, por lo que se debe dar seguimiento al monitoreo a través del tiempo.

Cada cultivo tiene su propio periodo crítico y malezas típicas que están presentes según región de siembra, y que tienen mayor agresividad de acuerdo a sus condiciones de desarrollo. Así también, los cultivos tienen definidas las cantidades de malezas/metro cuadrado para iniciar un control con herbicida postemergente. Normalmente, este valor es de 4 plantas en malezas gramíneas y ciperáceas y 3 en malezas hojas anchas. El estado de desarrollo de las malezas no debe ser mayor de 3 a 4 hojas para su control. Para la aplicación de herbicidas preemergente debe siempre observarse las malezas presentes en ese lote en cultivos anteriores.

## 2. Tácticas

Para el control de insectos, nematodos, roedores y malezas en un cultivo, se debe tener el conocimiento del nivel de daño económico (NDE) presente. Esto permite tomar la decisión de intervención antes de que se supere el NDE. También hay que conocer las condiciones ambientales que favorezcan el desarrollo de estos, para la implementación de las tácticas de control preventivo (indirecto) y/o curativo (directo). Se pueden escoger varias tácticas para un objetivo común.

En todos los casos, las medidas preventivas se deben mantener de manera permanente en todo el proceso de siembra. Las curativas se usarán cuando se diagnostique la presencia de una plaga por encima del nivel de daño económico o las condiciones ambientales sean favorables para su desarrollo.

### 3. Aplicación

La aplicación oportuna de los fitosanitarios, producto de la decisión de intervención química, es una etapa fundamental en el proceso productivo para evitar daños a la plantación. Pero es muy importante hacer una correcta planificación de las aplicaciones. En caso de ser necesaria la aplicación de fitosanitarios, estas constan de tres momentos: antes, durante y después. La correcta planificación de la aplicación, considerando esos tres momentos, asegura el éxito y eficacia del control.

### 4. Evaluación

El monitoreo no termina con la decisión de la intervención. Debe seguir en la observación de la efectividad de las aplicaciones y hacer una evaluación de los resultados en el tiempo. La evaluación de las aplicaciones es sumamente importante para determinar el éxito o fracaso de las tácticas aplicadas.

### 5. Mantenimiento

El mantenimiento del monitoreo de plagas es fundamental para la continuidad del manejo integrado de plagas. Hay que mantener las observaciones de lo establecido permanentemente, debido a posibles reinfestaciones del cultivo en el tiempo y poder actuar en consecuencia.

La figura 9 resume los componentes de una estrategia de manejo integrado de plagas.



Figura 9. Principales tácticas de control en Manejo Integrado de Plagas y su implementación.

## **CAPÍTULO IV: Manejo Integrado de Insectos**

El daño por ataque de insectos a las plantas puede identificarse por el aparato bucal que posean y por el lugar donde producen el daño, sean hechos a las raíces, tallos, hojas, flores o frutos.

En el establecimiento de un manejo integrado de insectos se hace el monitoreo de estos para determinar los niveles de umbral de daño económico (UDE) y nivel de daño económico (NDE) existentes. Con esos datos, se toman las decisiones tácticas y se aplican.

## 1. Control preventivo

En el control de insectos, las tácticas de manejo preventivo o de control indirecto son el control cuarentenario, el control fitogenético y el control cultural.

### a. Control cuarentenario

Estos controles evitan la entrada de un insecto a una zona libre del mismo o su dispersión si ya existe. Es importante que toda la población colabore con estas medidas, tanto para la cuarentena local como internacional y evitar la entrada y dispersión de insectos.

### b. Control fitogenético

El uso de materiales genéticos de calidad certificada y con características que hagan el ambiente hostil al crecimiento, desarrollo o multiplicación de los insectos, sean estos de material vegetativo o modificación al insecto (esterilización de insectos).

### c. Control cultural

Entre las principales medidas de control cultural están:

1. Siembra de cultivos trampas.
2. Roturación del suelo con subsolado y arado de vertedera.
3. Planificación de siembras en momentos adecuados, zonificación y calendarización de cultivos.
4. Eliminación de restos de cultivos anteriores y destrucción de residuos de cosecha.
5. Poda de tejido innecesario o enfermo.
6. Manejo de las densidades de siembra.
7. Raleo de plantas enfermas.
8. Regulación del riego programado.
9. Drenaje adecuado.
10. Adecuada fertilización.
11. Siembra de variedades resistentes/tolerantes (que también es una herramienta de control fitogenético).
12. Rotación y diversificación de cultivos.

13. Siembra de árboles como barreras vivas, cultivos refugios, cultivos trampas, uso de trampas amarillas, uso de camas levantadas con coberturas (camas plastificadas, coberturas flotantes, arena y cobertura vegetal).

## 2. Control curativo

Entre los diferentes métodos de control curativo o control directo están: control físico/mecánico, control biológico, control etológico y control químico.

### a. Control físico/mecánico

Las principales medidas son:

1. Recogida manual de insectos adultos, larvas o colonias de huevos.
2. Uso de trampas (cromáticas y de luz color azul, adhesivas, de caída y de agua).
3. Uso de sonidos de alta intensidad (140 y 160 dB), para eliminar los insectos; o de mediana intensidad (100 y 130 dB), para repeler algunos animales como los pájaros.
4. Uso de pinturas insecticidas.
5. Aprovechamiento de temperatura, agua, fuego, solarización, etc., como medio de control.
6. Colecta a mano de frutos o tejidos infestados.
7. Uso de maquinarias para succionar insectos (en molinos para harinas).
8. Exclusión de insectos con el uso de barreras. Las prácticas más comunes son: el embolsado de frutos y uso de mallas de tela (redes, mosquiteros).

### b. Control biológico

En el control biológico se usan agentes biológicos (organismos y microorganismos), botánicos (extractos de plantas) y fermentos destinados a combatir las plagas.

### c. Control etológico

Para esto se usan reguladores de crecimiento, que están compuestos por antagonistas de hormonas juveniles e inhibidores de la formación de quitina.

### d. Control químico

Como control químico se recurre al uso de los fitosanitarios debidamente registrados y aprobados. Siempre debe ser el último recurso, cuando ya se han agotado otros medios de control.

## **CAPÍTULO V: Manejo Integrado de Nematodos**

La identificación del daño que producen los nematodos se puede hacer por los síntomas característicos que producen en las raíces (como agallas, necrosis, proliferación de raíces secundarias y escaso crecimiento) o en las plantas (clorosis, debilidad, pobre crecimiento, etc.). Idealmente, se debe conocer su umbral económico según cultivo, y tomar una decisión adecuada acorde a las tácticas de control definidas.

En el control de nematodos, las tácticas de manejo preventivo o de control indirecto son:

## 1. Control preventivo

### a. Control cuarentenario

Muchos de los nematodos llegan al país y se extienden por semillas importadas con tierra. Su diseminación local o regional ocurre por el transporte de tierra que se hace en los tractores, humanos, defecaciones de animales, etc.

### b. Control cultural

Estas técnicas se aplican desde la presiembra hasta la cosecha. El control cultural se inicia con el análisis de cultivos anteriores, conociendo la afección a los cultivos anteriores y manejar los actuales desde presiembra.

Entre las principales medidas están:

1. La roturación del suelo con subsolado y arado de vertedera.
2. Barbecho por 1-2 años.
3. Rotación de cultivos que no sean de la misma especie.
4. Encharcamiento planificado del terreno. Según Lastres & Soza (2009, pág. 39):  
El exceso de humedad reduce el contenido de oxígeno y los nematodos pueden morir por asfixia. Por otro lado, la falta de humedad en el suelo evita que los nematodos se desplacen y se reproduzcan, siendo una de las principales causas de reducción de sus poblaciones. Este método es muy usado en arroz, por ejemplo.
5. Eliminar plantas hospederas.
6. Adecuada fertilización.
7. Rotación y diversificación de cultivos.
8. Evitar el uso de herramientas y maquinarias contaminadas.

## 2. Control curativo

Entre los diferentes métodos de control curativo o control directo para nematodos están: control físico/mecánico, control biológico, control etológico y control químico.

a. Control físico/mecánico

Inundar el cultivo por un periodo y el pase de rastra exponiendo los nematodos al sol, son ejemplos de este tipo de control.

b. Control biológico

En el control biológico se estudian agentes botánicos (extractos de plantas) y agentes biológicos (como parasitoides y patógenos). Se esperan resultados fiables de pruebas en curso sobre el uso de agentes botánicos y biológicos.

c. Control químico

Se utiliza la intervención de fitosanitarios nematicidas, después de conocer los niveles de umbral económico, que varían según especie y planta. El uso de estos fitosanitarios tiene ventajas y desventajas. Para su elección se debe conocer sus usos recomendados y el momento de aplicación en cultivos.

Se pueden usar nematicidas granulados en hortalizas cuando los nematodos están en las raíces y aplicar una semana antes y/o después de la siembra. En musáceas, cítricos o piña se debe seguir un programa de granulados y líquidos. Los nematicidas fumigantes generalmente se usan en hortalizas en campo abierto e invernaderos en aplicación con cubiertas plásticas. Se debe tener muy claras las ventajas y desventajas de su uso. Se debe definir si se requiere un nematicida solamente o si es necesario aplicar un producto al suelo de acción nematicida, insecticida y fungicida (tipo biocida).

## **CAPÍTULO VI: Manejo Integrado de Roedores**

El manejo integrado de los roedores se inicia con la inspección, donde se identifican signos como deyecciones, huellas, daños por roídas, madrigueras y salidas de escape.

Los roedores son responsables de la transmisión muchas enfermedades al hombre y animales, como son: leptospirosis, tífus, cólera, tuberculosis, rabia, salmonela, poliomielitis y peste, entre otras.

Las ratas y ratones se reproducen y se desarrollan rápidamente, especialmente en condiciones ambientales favorables como son: agua, alimento y refugio. Las principales especies en los cultivos son bigañuelo (*Mus musculus*) y rata común (*Rattus rattus*).

De acuerdo al Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador -CINCAE- (2013):

Estos roedores tienen preferencia por habitar lugares enmalezados o con cobertura vegetal densa y baja que le permita refugiarse y protegerse de sus depredadores. Esta condición, sumada a la disponibilidad de alimento y agua crea el ambiente propicio para su cría y multiplicación. Construyen sus madrigueras en los taludes de los canales; aunque, también se han observado dentro del cantero, debajo de las cepas y en las grietas que se forman en los suelos pesados durante la época seca. Estos animales son de hábitos nocturnos; aunque, en condiciones de alta infestación se pueden observar movimientos durante el día.

Las ratas atacan, preferiblemente, frutos de cultivos maduros, aunque también dañan cepas y brotes. Pueden alimentarse de cualquier parte del tallo. Cuando atacan la parte basal, y debido a que carcomen prácticamente todo el contenido del entrenudo, el tallo se debilita y cae causando su destrucción total o que se sequen. En lugares de riego por goteo, tienden a comerse las mangueras en busca de agua. Se debe conocer el historial de presencia y daños de esta plaga en las fincas.

En el control de roedores, las tácticas de manejo preventivo o de control indirecto son:

### 1. Control preventivo

Las principales medidas de control preventivos son las siguientes:

#### a. Control cuarentenario

Sellar todo tipo de posibilidad de entrada, nacional o regional, las cuales se establecen en el transporte, son ejemplos de este tipo de control.

b. Control cultural

Las prácticas se deben iniciar desde la resiembra y seguir hasta la postcosecha. Entre las principales están:

1. Control de malezas dentro y fuera del área de siembra.
2. Proteger los depredadores de roedores (lechuzas, culebras, gatos de monte, jurones, etc.) y favorecer su reproducción.
3. Los canchales que muestren infestación de ratas se pueden remover y así evitar que las ratas se escapen y migren a otros lugares.

2. Control curativo

Entre los diferentes métodos de control curativo o control directo están: control físico/mecánico, control biológico y control químico.

a. Control físico/mecánico

El método de control físico está compuesto por la sanidad, la exclusión y la eliminación. Entre las medidas de sanidad están: disposición de la basura, limpieza de canales, control de malezas y eliminación de restos de cosechas. Las medidas de exclusión son, entre otras, las siguientes: evitar las entradas a lugares de ataque y almacenar correctamente los alimentos. Las medidas de eliminación están compuestas por el uso de trampas. Las trampas pueden ser ratoneras, papel pegante y cajas.

b. Control biológico

En el control biológico de roedores se usan gatos, perros, jurones y culebras. El uso de raticida biológicos como Salmocumarina (cepa Danysz, lisina negativa, fagotipo 6a) es muy eficaz. Esta es una cepa de *Salmonella* muy segura de usar, si está disponible comercialmente, para complementar el control químico con el uso de anticoagulantes y no anticoagulantes.

c. Control químico

Se utilizan los fitosanitarios raticidas para el control químico de los roedores, los cuales pueden ser anticoagulantes y no anticoagulantes. Los anticoagulantes son productos que interrumpen los mecanismos normales de coagulación de la sangre, provocan hemorragia interna y la muerte. La muerte ocurre lentamente, sin que los roedores experimenten dolor. Los roedores no perciben olor del producto en los roedores muertos y, por lo tanto, no transmiten esta información a sus familiares y estos siguen comiendo sin alarma.

Los anticoagulantes de primera generación pueden ser de los siguientes activos: warfarina, cumatetralil, clorofacinona, difacinona y cumaclor. Los de segunda generación pueden ser de los

siguientes activos: bromadiolona, difenacum, brodifacoum, flocoumafen, difethialone y difenacoum.

Los no anticoagulantes son formulaciones sólidas que se usan en cebos con diferentes materiales como salchichón, sardinas, etc. Estos materiales deben ser del gusto o costumbre de consumo de los roedores a controlar.

Al consumir no anticoagulantes, los roedores huelen la boca de los familiares muertos y les transmiten el mensaje a sus familiares vivos y estos no comen más de este producto. Se usan para bajar poblaciones rápidamente. Entre los productos para cebos más usados está el aldicarb, también llamado 'tres pasitos'.

De acuerdo con el CINCAE (2013):

Los cebos se colocan en los sitios que presenten huellas frescas de ratas (daños frescos, excrementos, madrigueras o caminos). Este mismo cebo podría utilizarse durante la temporada de lluvia, colocándolo en pedazos de bambú, llantas usadas, tubos de PVC o cemento, envases plásticos u otro material que lo proteja de la humedad del suelo y de las lluvias. Otra alternativa para la época lluviosa es el uso de los cebos parafinados como el brodifacoum o bromadiolona, a razón de 1 a 3 kg/ha, dependiendo del nivel de infestación. Se debe seguir la alternancia en las aplicaciones según las recomendaciones del Comité de Acción contra la Resistencia a los Raticidas (RRAC, por sus siglas en inglés).

## **CAPÍTULO VII: Manejo Integrado de Enfermedades**

Al conocer el origen y mecanismos de disseminación de las enfermedades, podemos establecer su manejo integrado. Estas pueden ser de origen talofitas (hongos, algas y líquenes), procariotas (bacterias y fitoplasmas) y protistas (virus y viroides).

Hay que estar atentos y conocer la variabilidad climática, sobre todo de temperatura y humedad relativa, para el desarrollo de una enfermedad. Si tenemos un patógeno virulento, en presencia de una variedad susceptible y las condiciones ambientales favorables es seguro que tendremos el desarrollo de una enfermedad.

Cuando tenemos las condiciones para el ataque de una enfermedad debemos actuar con aplicaciones de fungicidas preventivos, para que esta no se instale en el cultivo e inicie su propio ciclo reproductivo. Se debe romper el ciclo de su reproducción tan pronto como sea posible.

Con la planificación de siembra se debe conocer la presencia de enfermedades en cultivos anteriores e identificar su posible presencia, y proceder a elegir las tácticas a implementar. Estas pueden ser varias y serán escogidas de acuerdo a la presencia o prevención de la enfermedad.

En el control de enfermedades, las tácticas de manejo preventivo o de control indirecto son:

### 1. Control preventivo

#### a. Control cuarentenario

Evitar la entrada al país de plantas enfermas y traslados regionales de plantas que puedan estar contagiadas con el agente etiológico que provoque la enfermedad identificada.

#### b. Control fitogenético

El control fitogenético de enfermedades en las plantas se encuentra en el manejo genético de estas, en busca de obtener plantas tolerantes/resistentes a enfermedades como herramienta para su manejo.

#### c. Control cultural

Este se inicia con la inspección de alrededores y la destrucción de los hospederos alternos (malezas y cultivos espontáneos), en los cuales los organismos que provocan enfermedades bióticas sobreviven en ausencia de los cultivos objetivos. Muchos organismos patógenos sobreviven también en el suelo.

Entre las principales medidas culturales para el manejo de enfermedades están:

1. Roturación del suelo con subsolado y arado de vertedera.
2. Planificación de siembras en momentos adecuados y zonificación de cultivos.

3. Eliminación de restos de cultivos anteriores o destrucción de residuos de cosecha.
4. Poda de tejidos infectados o improductivos.
5. Manejo de las densidades de siembra.
6. Raleo de plantas enfermas.
7. Regulación del riego programado.
8. Adecuada fertilización.
9. Rotación y diversificación de cultivos.
10. Uso de camas levantadas con o sin coberturas (camas plastificadas, coberturas flotantes, arena y cobertura vegetal).
11. Evitar las siembras muy densas.
12. Hacer podas, deshijes y deshojes, según amerite el caso.
13. Controlar los niveles de nitrógeno.
14. Retirar los restos de cultivo y plantas afectadas por enfermedades.
15. Usar material reproductivo sano, libre de enfermedades, plagas y nematodos, preferiblemente certificado.
16. Controlar los insectos vectores como áfidos, trips y otros.

## 2. Control curativo

Entre los diferentes métodos de control curativo o control directo de enfermedades están: control físico/mecánico, control biológico, control etológico y control químico.

### a. Control físico/mecánico

Las principales medidas de control físico/mecánico de enfermedades son las siguientes:

1. Aprovechar factores como temperatura, agua, fuego, solarización, etc., como medio de control o esterilización.
2. Colecta a mano de frutos o tejidos infestados.
3. Evitar transmisión por insectos, ácaros, nematodos o algún otro vector.

### b. Control biológico

En el uso de control biológico se tienen agentes botánicos (extractos de plantas). Los agentes biológicos patógenos pueden ser con *Trichoderma* sp., y algunas de las especies de bacterias de los géneros *Bacillus* y *Pseudomonas*.

### c. Control químico

Para el control preventivo o curativo de las enfermedades se pueden usar fungicidas químicos de diferentes mecanismos de acción y modo de acción, según la enfermedad que se presente. También aplica aquí el control con insecticidas de insectos vectores de enfermedades.

## **CAPÍTULO VIII: Manejo Integrado de Malezas**

Las malezas son plantas indeseables que crecen junto al cultivo por nutrientes, luz, agua y espacio horizontal. También son hospederas de plagas, enfermedades y nematodos con acción alelopática. Además, son oportunistas con capacidad de diseminarse colonizando espacios. Muchas veces son de la misma familia botánica del cultivo y se convierten en las plantas más peligrosas y difíciles de controlar.

Las malezas están asociadas a cultivos, lo que permiten agruparlas de acuerdo a sus características. Esto facilita el diseño de tácticas para su control. Un buen plan de manejo de una maleza debe iniciar con la reducción de los depósitos del banco de semillas en el suelo. El control de las malezas se debe hacer antes de que produzcan semillas (antes de la floración).

De acuerdo con Lastres & Soza (2009, pág. 42):

Las malezas tienen alta tasa de fotosíntesis para formar hojas, rápido crecimiento del sistema radicular, crecimiento rápido de la fase vegetativa a la reproductiva, mecanismos de competencia y alelopatía para excluir a otras plantas y alta capacidad de adaptarse a los cambios constantes del ambiente.

Según estos mismos autores (2009, pág. 42):

Las malezas tienen: Morfología y fisiología similar al cultivo, la maduración de la semilla coincide con la cosecha del cultivo o antes, resistencia o tolerancia a herbicidas, resistencia al control mecánico y regeneración por medio de partes vegetativas como tallos (verdolagas), rizomas (coyolillo) y tubérculos, latencia y alta longevidad de las semillas en el suelo y germinación discontinua.

El uso de drones ayuda a identificar malezas presentes, dependiendo del tipo de programa que se disponga.

En el conocimiento de las malezas es importante conocer también su nivel de evolución frente a los herbicidas, si estas son tolerantes o resistentes a grupos determinados de herbicidas, para poder establecer tácticas de control más objetivas. Las malezas pueden ser resistentes o tolerantes a herbicidas. Las resistentes son las que sobreviven a un tratamiento de herbicida, básicamente por malas prácticas agronómicas como el uso reiterado del mismo herbicida o mecanismo de acción.

De acuerdo a la FAO (2004), «La resistencia a los herbicidas es la capacidad que han desarrollado las poblaciones de malezas previamente susceptibles a un cierto herbicida para resistir a ese compuesto y completar su ciclo biológico cuando el herbicida es aplicado en sus dosis normales.» Las malezas tolerantes son aquellas hierbas que nunca se controlan con determinados herbicidas y heredaron una especie de sobrevivencia y reproducción frente a la aplicación de un principio activo.

El éxito en el control de malezas está en el manejo de su banco de semillas. Las semillas de las malezas tienen latencia, no germinan todas al mismo tiempo, y siempre están germinando

semillas. Hay que identificar las malezas presentes y establecer un manejo integral para ellas, pues estas son muy dinámicas.

En el control de malezas, las tácticas de manejo preventivo o de control indirecto son:

### 1. Control preventivo

#### a. Control cuarentenario

Las semillas de malezas pueden entrar al país en semillas importadas con tierra adherida. Se sugiere sólo permitir importaciones de semillas certificadas y evitar la diseminación interregional con el transporte de tierra que se hace en los tractores, humanos, defecaciones de animales, etc.

#### b. Control cultural

Entre las principales medidas para el control cultural de malezas están las siguientes:

1. Uso de semillas certificadas que estén libres de semillas de malezas, tierra infectada con nematodos u otro material.
2. Eliminación de maleza en canales de riego y caminos, la limpieza del equipo agrícola usado en áreas infestadas y el no permitir el acceso de ganado de zonas con altas poblaciones de maleza a áreas libres, porque las distribuyen en sus defecaciones.
3. Pregerminación de malezas para aplicar temprano un herbicida presiembra.
4. Rotación de cultivos. Esta permite la utilización de un mayor número de herbicidas con diferentes mecanismos de acción aplicado a cada cultivo sembrado.
5. Labranza convencional, la cual incluye labranza primaria o preparación del terreno mediante arado, subsolador y rastra. Estas prácticas ayudan a remover el suelo, enterrar malezas y exponer semillas de malezas a la acción de los factores naturales de mortalidad (sol, lluvias, vientos). También la labranza secundaria, como la siembra y el paso de cultivador y aporque.
6. Sistema de siembra en húmedo, encharcado.
7. Labranza cero o agricultura de conservación, o sea dejar el suelo sin labrar utilizando herbicidas antes de sembrar. Esto permite reducir la erosión preservando la capa arable, reducir la pérdida de nutrientes esenciales, conservar agua, incrementar la productividad del cultivo reduciendo los combustibles utilizados y aumentar el secuestro de carbono en el suelo.
8. Manejo de las densidades de siembra, usar las distancias de siembra convenientes y resiembra de espacios vacíos.
9. Fertilización adecuada del cultivo.
10. Limpieza de los equipos antes de ingresar al campo.
11. Usar agua de riego sin malezas. En cuanto sea posible, se debe bajar la carga de semillas y partes vegetativas de malezas que vienen en el agua de riego. Esto se puede hacer colocando filtros o mallas en la toma de agua a la entrada de la finca.
12. Uso de riego programado y drenajes adecuados, como en el caso del cultivo de arroz bajo riego.

## 2. Control curativo

Entre los diferentes métodos de control directo de malezas se encuentran: control físico/mecánico, control biológico, control etológico y control químico.

### a. Control físico/mecánico

Entre los métodos de control físico/mecánico de malezas están los deshierbos manuales y el uso de flameo, electricidad, abrasión, vapor, pastoreo selectivo y robots con sensores. Hay que cuidar que, a veces, los deshierbos lo que hacen es estimular la multiplicación de las malezas existentes, según su sistema de reproducción. Algo similar puede ocurrir con el deshierbo mecánico.

### b. Control biológico

El uso del herbicida Eugenol, un aceite esencial de clavo de olor y melaza, se puede considerar como control biológico, por provenir de extractos de plantas. Es un herbicida natural, orgánico, sistémico, no selectivo y de amplio espectro. El pastoreo también es un sistema de control biológico de malezas usado por muchos años.

### c. Control químico

Con el control químico se usan herbicidas preemergentes y poseemergentes con respecto al cultivo y/o las malezas, según su modo de acción y mecanismo de acción. Su aplicación se debe hacer en el periodo crítico del cultivo, el cual varía según sea este, de lo contrario los daños serían irreversibles con su baja rentabilidad. En el control químico se debe alternar el herbicida según modo o sitio de acción, según la WSSA y el HRAC, y evitar la resistencia a las malezas.

Período crítico para el control de malezas [tomado de Chichero (2017)]:

Para un control integrado de malezas debemos conocer el momento de mayor densidad poblacional de estas, que pueden ocasionar las mayores pérdidas potenciales de rendimiento. El periodo crítico de competencia es el periodo durante el cual las malezas deben ser controladas, para prevenir pérdidas de rendimiento en los cultivos. Este es un lapso de tiempo en que el desmalezado presenta el mayor retorno económico.

El cultivo tiene habilidad competitiva frente a las malezas, que se relaciona con el concepto del Periodo Crítico (PC). Este determina el Periodo Libre de Malezas, o sea, el tiempo en que el cultivo debe estar libre de malezas, para que no se produzcan pérdidas importantes del rendimiento.

Hay malezas que emergen junto con el cultivo, que son las que mayor impacto en la determinación del rendimiento producen, y otras que emergen en etapas más avanzadas del cultivo.

De acuerdo con Cichero (2017):

A partir del concepto de PC para el control de malezas se desarrollaron dos conceptos:

- *Periodo Crítico Control Tardío (PCTA)* = Período máximo de tiempo que un cultivo puede convivir con la maleza desde su siembra sin afectar el rendimiento. Más sencillamente, define el período de aplicación de herbicidas en posemergencia, sin afectar el rendimiento.
- *Periodo Crítico Control Temprano (PCTE)* = Período mínimo en el que el cultivo debe permanecer libre de malezas para que su emergencia posterior no afecte el rendimiento. Permite definir la residualidad de los herbicidas preemergentes.

Predecir el tiempo preciso del PCTE es difícil y la interpretación errónea puede llevar solamente a aplicaciones de herbicidas posemergentes. El uso de herbicidas residuales preemergentes, más una aplicación de herbicidas postemergentes planificada, es el mejor enfoque para evitar pérdidas de malezas tempranas y ayudar a proteger el rendimiento potencial.

Por todas estas razones, los herbicidas preemergentes proporcionan un mejor y más seguro control de malezas, incorporan distintos mecanismos de acción para disminuir la tasa de generación de malezas resistentes y posibilitan un tiempo de aplicación más flexible para los posemergentes o de “rescate”.

## BIBLIOGRAFÍA

- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador. (2013). *Ratas de la caña de azúcar*. (CINCAE, Editor) Recuperado el 2 de Marzo de 2021, de <http://cincae.org/areas-de-investigacion/manejo-de-plagas/ratas-de-la-cana-de-azucar/>
- Chichero, J. (2017). *El periodo crítico para el control de malezas*. (R. C. Sur, Editor) Recuperado el 30 de Junio de 2021, de <https://www.rainbowagroconosur.com/ar/detalle-de-el-periodo-critico-para-el-control-de-malezas-93>
- FAO. (2004). *Manejo de la resistencia a los herbicidas en los países en desarrollo*. (FAO, Editor) Recuperado el 1 de Abril de 2021, de Manejo de malezas para países en desarrollo.: <http://www.fao.org/3/y5031s/y5031s0h.htm>
- FAO y OMS. (2015). *Código Internacional de Conducta para la Gestión de Plaguicidas*. (F. y. OMS, Ed.) Recuperado el 4 de Abril de 2021, de [http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests\\_Pesticides/Code/Code\\_Spanish\\_2015\\_Final.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Code/Code_Spanish_2015_Final.pdf)
- Instituto de Sanidad y Calidad Agropecuaria Mendoza. (2021?). *Manejo integrado de plagas*. (ISCAMEN, Editor) Recuperado el 12 de Junio de 2021, de <http://www.iscamen.com.ar/mip.php?idMenuPortal=37>
- Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura. (2017). Control de nematodos desde una perspectiva integral. (INTAGRI, Ed.) *Artículos técnicos de INTAGRI. Serie Fitosanidad No. 91*. Recuperado el 20 de Abril de 2021, de <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/control-de-nematodos-desde-una-perspectiva-integral>
- Lastres, L., & Soza, F. (2009). *Manual de sanidad vegetal*. (P. p. Central., Ed.) Recuperado el 3 de Abril de 2021, de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1354/2/02.pdf>
- Morales, J., Gutiérrez, F., Pereira, C., González, R., & Valera, N. (1999). *Manual de entomología económica*. (U. C. Alvarado, Ed.) Recuperado el 1 de Abril de 2021, de [http://www.ucla.edu.ve/dagronom/partamentos/ciencias\\_biologicas/entomologiaEconomica/ManualEntomologiaEconomica27-9-12.pdf](http://www.ucla.edu.ve/dagronom/partamentos/ciencias_biologicas/entomologiaEconomica/ManualEntomologiaEconomica27-9-12.pdf)
- Soto, A., & Agüero, R. (1992). *Combate químico de malezas en el cultivo del arroz*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica. Recuperado el 2021
- Zita, A. (2021). *Exactitud y precisión*. Recuperado el 1 de Junio de 2021, de Diferenciador: descubre las diferencias y las semejanzas: <https://www.diferenciador.com/diferencia-entre-exactitud-y-precision/>

## CRÉDITOS POR LAS FOTOGRAFÍAS

Créditos por imagen de Portada: Ramón Castillo Lachapelle.



**CEMAAGRI**

CENTRO DE EDUCACIÓN PARA EL  
MEDIO AMBIENTE Y LA AGRICULTURA  
CEMAAGRI

Calle Buenaventura Freites No. 18

Los Jardines del Norte

Centro Media, Santo Domingo

República Dominicana

Teléfono: 809-472-0333

Email: [cemaagri@cemaagri.com.do](mailto:cemaagri@cemaagri.com.do)

[www.cemaagri.com.do](http://www.cemaagri.com.do)