

## **CAPÍTULO 1: PROCEDIMIENTOS DE PROTECCIÓN DE CULTIVOS**

### **1. Introducción.**

Desde el mismo momento en que algunas comunidades humanas dejaron de ser nómades y comenzaron a cultivar la tierra, se dio inicio a la lucha contra las plagas de la agricultura. Estas siempre fueron temidas porque significaban hambre y mortandad.

Todos los pueblos de la antigüedad realizaban ofrendas a sus dioses para que fueran benévolos y les dieran una buena cosecha. Démeter, en Grecia y Ceres, en Roma, son los ejemplos más palpables.

La octava de las diez plagas de Egipto, mencionadas en el Antiguo Testamento fue el ataque de langosta a sus cultivos, que quedaron reducidos a la nada. La langosta continuó durante siglos con su acción destructiva. En nuestro país, en las primeras décadas del siglo pasado fue declarada plaga nacional y se creó la “Comisión de Lucha contra el Acridio”, al solo efecto de combatirla.

En algunos casos, la aparición de pestes, tomó características dramáticas. Es el caso de las grandes hambrunas de Irlanda de los años 1845 a 1849. Las características minifundistas de la tenencia de la tierra habían llevado a que el cultivo de la papa, la alternativa económicamente más rentable, ocupara la gran mayoría de superficie productiva. En 1845, un virulento ataque de “Tizón Tardío”, cuyo agente etiológico es un hongo llamado *Phytophthora infestans*, causó la pérdida total de la cosecha. El ataque se repitió en los años siguientes. La consecuencia inmediata fue la aparición del hambre, con la muerte de más de un millón de personas y la emigración de cerca de un millón y medio de irlandeses a diferentes destinos, principalmente a Estados Unidos, Australia y Nueva Zelanda. Fue, además, el detonante de la creación de la Hermandad Republicana, también llamada los “Fenianos”, (primer antecedente del actual IRA), ante la falta evidente de solidaridad de Inglaterra, que gobernaba sobre Irlanda. Para darse una idea de la magnitud de la tragedia, se debe tener en cuenta que Irlanda contaba en ese entonces con una población de 8 millones de habitantes. Hoy, 160 años después, posee una población cercana a los 4 millones.

El uso de pesticidas es, a su vez, sumamente antiguo. Homero mencionaba la utilidad del azufre quemado como fumigante, en tanto que Plinio el Viejo recomienda al arsénico como insecticida, aludiendo también al empleo de aceite de oliva para tratar a las semillas de leguminosas. En la antigüedad, también los chinos usaron productos arsenicales.

Mucho más tarde, a principios del siglo XIX, en Europa se usaban para el control de plagas diferentes productos, entre los que podemos mencionar: cenizas, caldo bordelés, azufre, cobre, tabaco molido, cianuro de hidrógeno, compuestos de mercurio, etc.

Los aceites insecticidas se comenzaron a usar aproximadamente hacia 1920. En 1939 Paul Muller descubre las propiedades insecticidas del DDT, en lo que podría ser considerado el comienzo de la lucha química contra las plagas. Pero solamente después de las dos guerras mundiales este proceso se hace intensivo, con la aparición, además, de las familias de los organoclorados, organofosforados y carbamatos. La guerra de Vietnam permitió que fueran aplicados toda una serie de productos “coloreados” de naranja (el agente naranja) para desfoliar decenas de miles de km<sup>2</sup> de bosques y cosechas. De allí derivan herbicidas del grupo de los fenoxiacéticos: el 2,4-D, el MCPA y el 2,4,5-T entre otros. Estos productos, originalmente bélicos, comenzaron a ser utilizados en agricultura. De allí en más, la lucha química contra las plagas tomaría cada vez mayor importancia hasta nuestros días.

## **2. Concepto y clasificación de plagas.**

Normalmente se acepta que una plaga (o también llamada peste) es un ser vivo que puede producir alguno de los siguientes efectos indeseables:

- ✓ Competir por el agua o los alimentos, ya sea directamente con el ser humano, o bien con los animales domésticos o con los cultivos.
- ✓ Lesionar de alguna manera a las personas, a los animales domésticos, a las construcciones realizadas por el hombre o a sus cultivos.
- ✓ Transmitir (o poder hacerlo) enfermedades al ser humano, animales domésticos o cultivos.
- ✓ Molestar o irritar a las personas o animales.

Si bien existen varias definiciones al respecto de este tema, citaremos una de carácter general, en donde se considera a una plaga como un conjunto de organismos que reducen la disponibilidad, calidad ó valor de un recurso humano. (Flint and Van Der Bosch)

Dado que el presente texto se orienta hacia la sanidad vegetal nos limitaremos solamente a aquellas plagas que afectan a los cultivos. Así, sin pretender que la lista sea exhaustiva, las plagas pueden tener diferente origen:

- ✓ Insectos: langostas, chinches, trips, mariposas o polillas, hormigas, pulgones, gusanos del suelo, etc.
- ✓ Arácnidos: ácaros o arañuelas.
- ✓ Moluscos: babosas y caracoles.
- ✓ Vertebrados: pájaros y roedores.
- ✓ Microorganismos: virus, bacterias, hongos, micoplasmas.
- ✓ Nematodos.
- ✓ Otros vegetales distintos del cultivo: malezas

## **3. Clasificación de los mecanismos de protección.**

### **3.1. Métodos preventivos (o culturales).**

Se denomina así a aquellos métodos que tienden a evitar el ingreso de la plaga en el cultivo a fin de que no se produzca el ataque o que, al menos, se vean morigerados los efectos del mismo. Algunos de ellos son:

### **3.1.1. Utilización de variedades resistentes:**

Cada cultivo presenta variedades con sus propias características. Una de ellas es la capacidad de resistir en mayor o menor medida a cada plaga en particular. La evaluación de esta resistencia, unida al análisis de las plagas que se presentan con mayor frecuencia en la zona del cultivo, determinará la elección de la mejor variedad a utilizar desde el punto de vista sanitario.

### **3.1.2. Rotación de cultivos:**

En la naturaleza virgen, normalmente el ecosistema se encuentra en estado de equilibrio. Dicho de otra manera, todas las especies existentes ejercen, unas sobre otras, mecanismos de control que hacen que ninguna de ellas sobresalga o domine a las demás, logrando, justamente, el estado mencionado. Desde ese punto de vista, podría decirse que en la naturaleza virgen no existen las plagas. Pero cuando se modifica absolutamente el ecosistema, como es el caso de los cultivos extensivos, comienzan a aparecer especies que encuentran condiciones sumamente favorables en este nuevo estado y que comienzan a transformarse en plagas.

La siembra continua del mismo cultivo en el mismo lote, necesariamente lleva a un aumento de la cantidad e intensidad de las plagas, máxime si tenemos en cuenta que muchas de ellas son específicas o tienen gran afinidad con el cultivo. Asimismo, en zonas donde predomina un cultivo determinado, los riesgos de ataque por invasión también crecen, al aumentar el origen y la cantidad de los eventuales inóculos.

### **3.1.3. Eliminación de rastrojos y/o malezas (hospedantes)**

Se intenta de esta manera interrumpir el ciclo biológico de la plaga. Es importante conocer y detectar a los hospedantes alternativos de la misma para lograr su destrucción. Normalmente este procedimiento no es sencillo de llevar a cabo debido a que puede tener muchos hospedantes alternativos, y con dispersión variada.

### **3.1.4. Ajuste de la fecha de siembra y diferenciación de ciclos.**

La elección de una fecha de siembra adecuada posibilitará que el cultivo “escape” del momento de mayor susceptibilidad al ataque o al estadio en que la plaga resulte más nociva. Por otro lado sembrar “bordes” con variedades más precoces servirá de barrera frente al ataque de insectos y permitirá realizar un control sobre una superficie más acotada.

### **3.1.5. Cultivos transgénicos.**

Los cultivos transgénicos, son aquellos a los que, mediante la biotecnología moderna, se les han transferido segmentos de ADN que le confieren características deseables específicas, como la resistencia a plagas y tolerancia a herbicidas o la capacidad de tolerar condiciones climáticas adversas.

Es discutible la exacta clasificación de los cultivos transgénicos como medio de combate a las plagas. Por otra parte, en el párrafo anterior se aclara que no siempre un cultivo transgénico busca resistencia a plagas. Otras veces existen otros objetivos: mayor contenido de vitaminas, prevención de enfermedades en seres humanos, mayor

contenido de aceites, maduración más lenta, etc. Pero en aquellos casos en que sí se busca controlar plagas y, tratándose de un criterio preventivo, se ha optado por su inclusión como un método cultural.

Actualmente en nuestro país, hay dos grandes grupos de transgénicos que sobresalen sobre todos los demás:

#### *3.1.5.1. Cultivos resistentes a herbicidas.*

Es especialmente importante el caso de la soja, ya que no se confiere resistencia a la plaga en sí (las malezas), sino a la herramienta utilizada para controlarla (glifosato). Existen otros cultivos a los cuales se les ha incorporado resistencia a herbicidas: canola, algodón, alfalfa y maíz. Pero su uso, a nivel mundial, está escasamente difundido.

En otros cultivos se ha incorporado, o se está incorporando, resistencia a otros herbicidas:

- Bromoxynil: canola, algodón y tabaco.
- Imazetapir: canola, maíz, trigo.
- Imidazoline: arroz.
- Metsulfurón: algodón.
- Imazapir: girasol.

#### *3.1.5.2. Cultivos Bt. (Bacillus thuringiensis)*

El *Bacillus thuringiensis* es una bacteria que ataca específicamente a las orugas, ya sea de lepidópteros, coleópteros o dípteros. La bacteria posee un gen (que han denominado Cry), con numerosos subtipos, que, a su vez, produce una toxina, que es la que afecta el sistema digestivo del insecto. En estos cultivos transgénicos se ha logrado introducir al genoma de la planta una versión modificada del gen Cry, de tal forma que es la propia planta la que produce la toxina.

Si bien el cultivo transgénico “Bt” de mayor difusión es el maíz (se suele confundir a las siglas con las de “barrenador del tallo”), este gen, con las características propias de cada cultivo, se ha incorporado al algodón, el tabaco y la papa.



Figura 2. Desarrollo de un cultivo de maíz Bt y uno "normal" ante un ataque severo de barrenador del tallo del maíz. Fuente: Monsanto. En [http://cls.casa.colostate.edu/cultivostransgenicos/sp\\_current.html](http://cls.casa.colostate.edu/cultivostransgenicos/sp_current.html)



Figura 3. Infestación de insectos en copos de algodón Bt (derecha) y no Bt (izquierda). Fuente: USDA . [http://cls.casa.colostate.edu/cultivostransgenicos/sp\\_current.html](http://cls.casa.colostate.edu/cultivostransgenicos/sp_current.html)

La gran duda que se presenta hoy con el uso de variedades Bt, es si los insectos no generarán resistencia a la toxina, tornando inefectivos no sólo a estos cultivos transgénicos, sino también a los insecticidas comerciales hoy en uso en base a *Bacillus thuringiensis*. Hoy, la EPA (Agencia de Protección del Medio Ambiente de EUA) obliga a aquellos productores que utilizan cultivos Bt a mantener "refugios" para que los insectos no se vuelvan resistentes. Esto implica que al menos el 20% de la superficie cultivada se debe sembrar con variedades no Bt, a fin de que los insectos que generen resistencia se crucen con los susceptibles y transmitan a su progenie esta característica. En nuestro país se recomienda un 10 % de la superficie, aunque sin obligación legal.

Los siguientes materiales genéticamente modificados y sus productos derivados cuentan con autorización de comercialización en Argentina hasta el año 2008. (Fuente: CONABIA, dependiente del MINAGRI)

Espece	Característica Introducida	Evento de Transformación	Solicitante	Resolución
Soja	Tolerancia a glifosato	<u>"40-3-2"</u>	Nidera S. A.	SAPyA N° 115 (07-3-96)
Maíz	Resistencia a Lepidópteros	"176"	Ciba-Geigy	SAPyA N° 458 (02-8-96)
Maíz	Tolerancia a Glufosinato de Amonio	"T25"	AgrEvo S. A.	SAGPyA N° 77 (11-2-98)
Maíz	Resistencia a Lepidópteros	<u>"MON 810"</u>	Monsanto Argentina S.A.I.C.	SAGPyA N° 289 (29-3-98)
Algodón	Resistencia a Lepidópteros	<u>"MON 531"</u>	Monsanto Argentina S.A.I.C.	SAGPyA N°290 (29-5-98)

Maíz	Tolerancia a glifosato	<u>"GA 21"</u>	Monsanto Argentina S.A.I.C.	SAGPyA N° 79 (8-10-98)
Algodón	Tolerancia a glifosato	<u>"MON 1445"</u>	Monsanto Argentina S.A.I.C.	SAGPyA N°721 (11-11-99)
Maíz	Resistencia a Lepidópteros	<u>"Bt 11"</u>	Novartis Argentina S. A.	SAGPyA N° 442 (16-8-00)
Soja	Tolerancia a Glufosinato de Amonio	<u>"A2704-12"</u>  y  <u>"A5547-127"</u>	Hoechst Schering  AgrEvo S. A.	SAGPyA N° 47 (7-5-01)
Maíz	Tolerancia a glifosato	<u>"NK 603"</u>	Monsanto Argentina S.A.I.C.	SAGPyA N° 361 (2-5-03)
Maíz	Resistencia a Lepidópteros y tolerancia a Glufosinato de Amonio	<u>"TC 1507"</u>	Dow AgroSciences S.A. y  Pioneer Argentina S. A	SAGPyA N° 209 (1-9-03)

Fuente: [http://www.asdmas.com/documentos/marco\\_regulatorio\\_conabia.pdf](http://www.asdmas.com/documentos/marco_regulatorio_conabia.pdf)

#### 4. Métodos directos de control.

Se denomina así a todos aquellos métodos que actúan, no ya por prevención, sino atacando directamente a la plaga una vez que la misma se ha instalado en el cultivo.

##### 4.1. Métodos físicos.

Se refieren básicamente al uso de temperatura, humedad y ventilación. Lamentablemente, en el caso de cultivos intensivos, estos métodos no son manejables.

Pero sí se utilizan en el caso de los granos almacenados y en el tratamiento de bulbos y rizomas para el tratamiento de nematodos (inmersión en agua caliente).

## 4.2. Métodos biológicos.

### 4.2.1. Empleo de parasitoides y predadores.

Dentro de la naturaleza, normalmente cada organismo tiene sus enemigos naturales. Existen algunos insectos, que conforman la denominada fauna benéfica, que son enemigos naturales de los insectos plaga. Un grupo de ellos, denominados parasitoides, normalmente ponen sus huevos dentro ó sobre los huevos de otras especies o bien sobre sus larvas. Al eclosionar el huevo del parasitoide, la larva se comienza a alimentar del insecto parasitado. A gran escala se consigue el control biológico. Dentro de este grupo se encuentran una serie de avispidas de los géneros *Anaphes*, *Trichograma*, *Encarsia* y *Bathyplectes* y una pequeña mosca que parasita a las chinches, del género *Trichopoda*. Otro grupo de enemigos naturales son los denominados predadores, cuyas larvas y/o adultos se alimentan directamente de los insectos plaga. Dentro de este grupo se encuentra la “vaquita de San Antonio” y las crisopas.

La idea de este método es introducir al cultivo grandes cantidades de los insectos benéficos para lograr el control del insecto plaga. Estos mecanismos son de acción mucho más lenta que la aplicación directa de agroquímicos, pero en ocasiones han dado resultados excelentes a largo plazo, lográndose mantener a la plaga por debajo del umbral de daño económico.

Lamentablemente, nos topamos con los siguientes inconvenientes, que atentan contra el uso masivo de estos métodos.

- Desconocimiento sobre qué plaga atacará al cultivo en cada campaña.
- Falta de disponibilidad comercial de los insectos benéficos.
- Lentitud en lograr el objetivo.
- Los insectos benéficos pueden producir daños que no fueron contemplados al momento de su introducción.

### 4.2.2. Plaguicidas microbianos.

Se trata de plaguicidas cuyo Ingrediente Activo es un microorganismo que ataca a la plaga en cuestión (normalmente un insecto). Pueden controlar varios tipos de plagas, pero normalmente están orientados hacia una plaga específica. El caso más conocido es el del *Bacillus thuringiensis*, cuyas diferentes variedades atacan a las orugas, ya se trate de larvas de lepidópteros, coleópteros o dípteros.

Espece microbiana	Subespecie	Toxina	Qué controla
Bacillus thuringiensis	Kurstaki	Endotoxina proteica	Lepidópteros
Bacillus thuringiensis	Aizawai	Endotoxina proteica	Lepidópteros
Bacillus thuringiensis	Tenebrionis	Endotoxina proteica	Coleópteros
Bacillus thuringiensis	Israeliensis	Endotoxina proteica	Mosquitos (Aedes)
Bacillus sphaericus	-----	Endotoxina proteica	Mosquitos (Culex)
Streptomyces avermitillis	-----	Avermectina	Insectos y acaros.

Saccharopolyspora spinosa	-----	Spinosad (XDE-105)	Nemátodos, coleópteros, dípteros (moscas), ortópteros
Streptomyces hygroscopicus	Aureolacrimosus	Milbemectina	Acaros e insectos.

Tabla nº 1. Algunas especies microbianas, toxinas y efectos sobre insectos.

#### 4.2.3. Liberación de machos estériles.

Para ello es preciso criar a los insectos. Los machos son sometidos a radiaciones que los esterilizan y luego se los libera a fin de que compitan con los machos normales de su misma especie. Es un método que se utiliza con cierta frecuencia en el manejo de montes frutales y que requiere, para su buen funcionamiento, que la población de la plaga sea baja.

#### 4.2.4. Uso de trampas de semioquímicos, feromonas y kairomonas.

Estas sustancias cumplen varias funciones dentro de la ecología de determinadas especies plaga entre las que se pueden citar: agregación, antiagregación, atracción sexual, interrupción del apareamiento, localización de hospederos, fuentes de alimento, etc. Son muy específicas de cada especie variando considerablemente su composición química y su concentración de liberación. Los niveles de toxicidad para el ser humano son extremadamente bajos, lo que le confiere una seguridad de uso muy elevada, tal es así que la EPA no requiere registro como plaguicida. Su utilización se encuentra orientada hacia el monitoreo, con pocas trampas y concentraciones reducidas de feromonas ó hacia el control en donde se colocan un gran número de trampas y se satura la atmósfera circundante con el semioquímico que produce la desorientación en los machos en la búsqueda de las hembras, cayendo en las trampas y evitando la cópula. Es muy utilizado en Canadá para control de insectos forestales. En Argentina su utilización es limitada por lo general al monitoreo de plagas frutales, algodoneras y urbanas.



Figura nº 3. Diferentes formas de trampas de feromonas.

#### 4.3. Métodos químicos.

Es, sin lugar a dudas la metodología más utilizada para el control de plagas en los cultivos. Consiste en la aplicación de un producto, normalmente de origen químico, aún cuando existen unas pocas excepciones en cuyo caso el origen es biológico, en el lugar preciso y a la dosis necesaria para combatir a la plaga en el cultivo. Estos

plaguicidas, o agroquímicos como se los denomina con mayor frecuencia, son objeto de una actividad comercial muy elevada y de una severa competencia entre laboratorios multinacionales para captar mayores sectores del mercado.

#### **4.4. Manejo integrado de plagas (MIP)**

Este sistema consiste en la justa combinación de todos los métodos descritos anteriormente. Se incluye la elección de variedades resistentes, el manejo adecuado de rastrojos, el uso de métodos biológicos, el control de hospedantes intermedios y el uso racional de los agroquímicos.

Una publicación de la Universidad del Estado de California (2) define al MIP de la siguiente manera:

***“El Manejo Integrado de Plagas (IPM) es una estrategia basada en el ecosistema en su conjunto, que hace foco en la prevención a largo plazo de las plagas o de su daño, a través de combinaciones de técnicas como control biológico, manipulación de los hábitats, modificación de prácticas culturales y el uso de variedades resistentes. Los pesticidas serán usados solamente luego de que los monitoreos indiquen su necesidad en función de parámetros determinados y las aplicaciones serán llevadas a cabo con el fin de afectar solamente al organismo objeto del tratamiento. El uso de estos productos se hará eligiéndolos y aplicándolos de una manera tal que minimice los riesgos hacia la salud humana, hacia otros organismos benéficos o simplemente no objetos del tratamiento y hacia el medio ambiente en general.”***

Lamentablemente, es muy común que estas condiciones no se cumplan.

El manejo integrado de plagas requiere de profundos conocimientos, tanto sobre la biología de las plagas, como así también sobre la biología de los enemigos naturales de las mismas. De año en año disponemos de mayor información sobre fauna benéfica. Al disminuir la cantidad de agroquímicos aplicados se logra una menor cantidad de residuos en los productos cosechados, así como también un menor impacto ambiental. La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación) promueve especialmente estas metodologías, particularmente en países de bajos ingresos per cápita, donde el costo de los agroquímicos muchas veces los vuelve inaccesibles para los campesinos. Por considerar al MIP un punto de importancia relevante dedicaremos, más adelante, un capítulo al mismo.

## **5. Conceptos de prevención, erradicación y control.**

Estos términos se refieren a tres diferentes criterios en la lucha contra las plagas.

- ✓ **Prevención:** es el conjunto de medidas que se adoptan para que la o las plagas no ingresen en nuestro cultivo. Un ejemplo claro es el uso de semillas certificadas, que nos asegura que la misma se encuentra libre de semillas de malezas y de enfermedades. A mayor escala, las barreras fitosanitarias, se encuadran dentro de este criterio. Y a nivel individual, también lo hacen los métodos culturales ya descritos.

- ✓ **Erradicación:** consiste en eliminar totalmente a la plaga dentro de un área determinada. Normalmente esto es sumamente difícil de conseguir, y de ser posible, lo es a un elevadísimo costo económico. Solamente se justifica este esfuerzo en el caso de pestes de gravísima incidencia económica donde, normalmente, se requiere la intervención estatal.
- ✓ **Control:** es el conjunto de medidas tendientes a atenuar los efectos de las plagas a fin de mantenerlos dentro de un límite de pérdida económica tolerable y que no supere el costo de las medidas de protección (Nivel de Daño Económico). El monitoreo de plagas es el conjunto de herramientas adecuadas para definir en qué momento debe comenzar el control, a fin de que los costos económicos del mismo sean inferiores a sus beneficios.

**Bibliografía Citada:**

- 1) Flint M.L. – Van den Bosch R.; 1981: Introduction to Integrated Pest management. Plenum Press. N. York. USA
- 2) Universidad del Estado de California: Proyecto Amplio de Manejo Integrado de Plagas. 1977. Reporte Anual. Citado por Bajwha W.I., Kogan M., en Compendio de Definiciones de IPM. Integrated Plant Protection Center (IPPC) Oregon State University, Corvallis. Pub N° 998 - 2002