

**CESTA – AMIGOS DE LA TIERRA EL SALVADOR.**

**AREA AGROECOLOGIA**

**MANEJO ECOLÓGICO DE INSECTOS EN  
SISTEMAS PRODUCTIVOS.**

OCTUBRE DE 2002

## CONTENIDO

1. INTRODUCCION
2. OBJETIVO
3. QUE ES PLAGA.
4. LA PROBLEMÁTICA EN EL CONTROL DE INSECTOS CONSIDERADOS PLAGAS CON PRODUCTOS QUÍMICOS DE SÍNTESIS (INSECTICIDAS).
5. MANEJO ECOLÓGICO DE INSECTOS CONSIDERADOS PLAGAS (MEIP)
  - 5.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS INSECTOS.
  - 5.1.2. ESTRATEGIAS DEL MANEJO ECOLÓGICO DE INSECTOS CONSIDERADOS PLAGAS
  - 5.1.3. METODOS Y ACTIVIDADES CULTURALES EN EL MEIP.
  - 5.1.4. METODOS MECÁNICOS Y FISICOS EN EL MEIP
  - 5.1.4. CONTROL BIOLOGICO EN EL MEIP

### **1. INTRODUCCIÓN**

la agricultura convencional desarrollada a partir de los modelos de desarrollo neoliberalistas, en donde el propósito fundamental es la utilización indiscriminada de los recursos naturales para la obtención del máximo beneficio económico; ha generado una serie de problemas ambientales que atentan la seguridad alimentaria de muchas comunidades rurales, alrededor del mundo y sobre todo en países en vías de desarrollo como el nuestro.

Entre los problemas ambientales generados se pueden mencionar: la alta tasa de erosión y pérdida de la fertilidad natural de los suelos; la pérdida de biodiversidad; la disminución de los bosques por la deforestación; la contribución en la adición de gases de efecto invernadero como óxido nitroso, metano y CO<sub>2</sub> proveniente de fertilizaciones excesivas nitrogenadas, explotaciones a gran escala de ganado y de quemas e incendios como actividades culturales inadecuadas.

No menos importante como contribución de la agricultura convencional en la degradación ambiental lo constituye la utilización indiscriminada de pesticidas para el control de plagas que disminuyen los rendimientos de cultivos limpios establecidos. Esta actividad por sí sola ha generado problemas ambientales como: contaminación del suelo, aire y agua; pérdida de especies de plantas alimentarias por sustitución de otras mejoradas genéticamente (con resistencia específica a ciertos tipos de plagas); eliminación de la vida silvestre por intoxicación, etc.

De esta forma es de primordial importancia el desarrollar mecanismos que involucren un manejo sustentable de los sistemas productivos en donde se tomen en cuenta aspectos ecológicos, económicos y ambientales.

Dentro de estos mecanismos de manejo sustentable, y como alternativa para la mitigación e los impactos de degradación ambiental, se encuentra el manejo ecológico de insectos plagas que involucra métodos y actividades que tienden a reducir las poblaciones de insectos plagas, sin la contaminación del ambiente.

### **2. OBJETIVO**

Proporcionar una alternativa ecológica al manejo de insectos considerados plagas en el establecimiento de sistemas productivos mediante la utilización de métodos y el desarrollo de actividades sustentables.

### 3. QUE ES PLAGA.

En los sistemas naturales (en donde no existe la intervención humana) como por ejemplo en los bosques vírgenes, existe un equilibrio armónico entre todos los componentes de ese sistema (agua, suelo, plantas, animales, clima etc.); es decir, que de acuerdo a las características y condiciones de clima y suelo, así será la diversidad y abundancia de animales, plantas y microorganismos que se desarrollen en un lugar determinado. Cualquier alteración, ya sea natural ó por intervención humana en uno de estos componentes, tendrá un impacto en el desarrollo y funcionamiento de estos sistemas.

Los seres humanos han intervenido los sistemas naturales con el propósito de establecer sistemas productivos, provocando una alteración directa en cada uno de los componentes de estos sistemas.

Por ejemplo, cuando se afecta la diversidad de plantas y el microclima eliminando muchos tipos de plantas de diferentes estratos, para el establecimiento de un solo tipo de ellas (monocultivos); las consecuencias inmediatas son: el surgimiento de nuevas especies de plantas que competirán por agua, luz y nutrientes y, el incremento en el número de animales que tendrán en la nueva plantación su reserva de alimentos en forma disponible.

Para que esta competencia en la utilización de recursos llegue a ser significativa, el organismo ya sea planta ó animal, tienen que contar con condiciones biológicas y ecológicas adecuadas que desarrollen una densidad de población (número de individuos) capaz de provocar daños considerables.

Cuando la densidad de población de un organismo determinado es tan alta, que al utilizar los recursos puedan producir daños sustanciales en el desarrollo y funcionamiento en uno ó varios de los componentes en los sistemas productivos de interés y/o manejados por los seres humanos; pueden considerarse a estos organismos, como **plagas de los sistemas productivos**.

#### 3.1. CAUSAS DEL APARECIMIENTO DE PLAGAS EN LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS.

En los sistemas naturales las dinámicas poblacionales de los diferentes organismos están regulada por diferentes interacciones entre las variaciones climáticas y mecanismos biológicos (como la evolución, adaptación, competencia, depredación, etc.) en periodos relativamente largos de tiempo.

Estos mecanismos han sido alterados en mayor o menor grado por el desarrollo de actividades humanas no sustentables; siendo estas las principales causas de la generación en el corto plazo de organismos considerados plagas. Entre estas actividades no sustentables se pueden mencionar:

- **Transformación del medio:** Como el cambio de uso del suelo, afectación del microclima, generación de nuevos hábitat para el desarrollo del organismo plaga, etc.
- **Alteración en la disponibilidad de alimento:** Principalmente el establecimiento de monocultivos en forma periódica y en grandes extensiones y, la producción de plantas suculentas
- **Eliminación de enemigos naturales.** Por el incremento y utilización indiscriminada de pesticidas altamente tóxicos, residuales y persistentes ( que quedan en el ambiente durante mucho tiempo después de ser aplicados).

- **Prácticas de la agricultura convencional.** Por ejemplo: el manipuleo genético (como el establecimiento de cultivos híbridos y transgénicos) y utilizaciones excesivas de fertilizantes químicos nitrogenados y plaguicidas.

### 3.2. CLASIFICACION DE LAS PLAGAS.

Por el tipo de organismo causante del daño pueden clasificarse en las siguientes categorías:

- a) **Insectos.** Como por ejemplo: la mosca blanca, el gusano cogollero, pulgones, etc.
- b) **Roedores.** Se puede mencionar: las ratas, ratones, conejos, cotuzas,
- c) **Aves.** Entre ellas se pueden mencionar: pericos, arroceros, patos, gallinas, etc.
- d) **Nematodos:** Entre los más importantes se encuentran los nematodos causantes de nodulaciones o agallas en las raíces del café y tomate
- e) **Microorganismos causantes de enfermedades:** hongos, bacterias, protozoarios, virus.
- f) **Plantas consideradas malezas.** Se encuentran una diversidad de especies como el coyolillo, el barrenillo, la flor amarilla, etc.

De acuerdo al sistema que afectan:

- a) **Agrícolas.** Se pueden tener plagas de campo como el picudo y la tortuguilla en frijol; o de granos almacenados como el gorgojo y la palomilla en maíz.
- b) **Forestales.** Dentro de las principales se pueden mencionar el comején, escarabajos taladradores del tallo y orugas que dañan la semilla y afectan la germinación.
- c) **Hortícolas.** Principalmente larvas que afectan hojas y frutos como gusano cuerudo, gusano cachón, etc.
- d) **Plagas en la producción animal.** Como: la garrapata, moscas barrenadoras, piojos, etc.

De acuerdo a la parte de la planta que afectan:

- 1) **Plagas de la raíz.** Su principal daño lo causan provocando lesiones al alimentarse de los nutrientes absorbidos por la planta o cortando comiéndose posteriormente sus tejidos; entre ellos podemos mencionar: la gallina ciega en maíz, los nematodos, los piojos de la raíz en café. Cualquier daño en la raíz interfiere con la absorción adecuada de nutrientes.
- 2) **Plagas del Tallo.** Algunos organismos pueden provocar daños taladrando los tallos como por ejemplo el picudo en banano y coco ó cortando el tallo de la planta en sus primeros estadios de vida como lo hace el gusano hachero.
- 3) **Plagas del follaje.** Los daños principales que pueden provocar estos organismos son la defoliación total de la hoja al alimentarse directamente como el gusano cachón ó el corte, traslado y almacenamiento de la hoja como lo hace el zompopo. También puede ocurrir daños cuando el organismo llamado minador, se alimenta del tejido por debajo de la epidermis ocasionando canales y haciendo que la hoja se arrugue. Otro daño importante lo ocasionan organismos que a través de su aparato bucal en forma de estilete succiona la savia de la hoja; al mismo tiempo que sus desechos cubren las hojas inferiores y provocando que se desarrolle una enfermedad conocida como fumagina que interfiere con el proceso de fotosíntesis, es común observarlo en cultivos de cítricos.
- 4) **Plagas del fruto.** Cuando un organismo ataca el fruto, el daño principal consiste en la caída del fruto en sus primeras etapas de desarrollo o dentro de su proceso de maduración; pero generalmente nunca llega a madurar; esto se puede observar en cítricos y papayo cuando el fruto es infectado por la mosca de la fruta ó cuando el chile dulce es atacado por picudo.

De acuerdo a la conducta de la plaga en el campo.

- a) **Plagas constantes.** Aquellas que casi siempre están presentes, causando daños sustanciales en el medio.

- b) **Plagas secundarias.** Están normalmente en el medio, pero a baja densidad y su daño no es sustancial. Si se tienen condiciones adecuadas su población puede elevarse y causar daño.
- c) **Plagas potenciales.** Están presentes en los medios a bajas densidades de población debido a regulaciones naturales.
- d) **Vectores.** Son transmisores de microorganismos patógenos.

### 3.3. PERSPECTIVAS EN EL MANEJO DE ORGANISMOS CONSIDERADOS PLAGAS.

#### 3.3.1. SITUACIÓN ACTUAL

Los daños ocasionados por los organismos considerados plagas en el desarrollo de los sistemas productivos y las pérdidas económicas son gran magnitud y esto, unido a otros factores como la pérdida del suelo, la pérdida de la biodiversidad y variaciones climáticas significativas están atentando contra la seguridad alimentaria de muchas regiones del mundo sobre todo tierras marginales donde se concentra la gran mayoría de la población desposeída.

Para el control de los daños causados por organismos plagas los seres humanos han desarrollado sustancias químicas capaces de provocar la muerte a una determinada población de individuos que se conoce con el nombre de **plaguicidas ó pesticida**. Dentro de los plaguicidas de mayor importancia para los seres humanos utilizados en el control de organismos se encuentran los herbicidas (para la eliminación de hierbas), funguicidas (que son exterminadores de hongos), nematocidas (que matan nemátodos) y raticidas (que eliminan roedores)

Dentro de los organismos considerados plagas, los daños ocasionados por insectos, son quizá los de mayor significancia a lo largo de la historia en la producción de alimentos.

En los últimos cincuenta años y bajo los principios económicos de la utilización irracional de los recursos naturales para la obtención del máximo beneficio económico; se han incrementado los esfuerzos por la eliminación de estos insectos considerados plagas, de tal forma que grandes compañías, gobiernos, científicos y técnicos han puesto sus mayores esfuerzos para el logro de este objetivo. La bandera de batalla para el logro de este objetivo ha sido la aplicación de sustancias químicas de síntesis conocidas con el nombre de **Insecticidas**.

#### 3.3.2. LAS AMENAZAS EN EL FUTURO.

Como ya se mencionó anteriormente, los mecanismos de regulación de las poblaciones de insectos plagas están directamente relacionados con las variaciones climáticas y características biológicas propias. Estos mecanismos generalmente son obviados en el combate del control de insectos; y en relación a ellos, se están generando una serie aspectos que amenazan con el agravamiento del problema trayendo consecuencias ambientales aún mayores, ellas son:

- El desarrollo de actividades no sustentables que pueden afectar el clima a escala mundial provocando variaciones climáticas que proporcionen condiciones adecuadas para:
  - a) Explosión poblacional de especies de insectos que ya en la actualidad son problemas significativos; lo que dificultaría aún más su manejo.
  - b) Transformación de insectos que en la actualidad se comportan como plagas potenciales o secundarias en problemas serios de plagas al convertirse en plagas primarias. Por ejemplo hasta hace unos quince años la mosca blanca era una plaga secundaria; en la actualidad es una plaga primaria y cada vez se encuentra afectando a un grupo mayor de especies de plantas (tomate, cucurbitáceas, chile, cítricos, y otros frutales .

- La pérdida de la biodiversidad genética por la liberación en forma extensiva de organismos (plantas y animales) genéticamente modificados que, generalmente por su uniformidad genética podrían provocar que los organismos (plantas y animales) sean más vulnerables al ataque de insectos. Por ejemplo, en nuestro medio, se ha perdido alrededor del 90% de las diferentes variedades criollas de Maíz; principalmente por la adopción de variedades híbridas.
- El incremento en la utilización de productos químicos insecticidas de síntesis por interés de las grandes compañías transnacionales dedicadas a la comercialización de estos productos a nivel mundial. La estrategia fundamental es la creación de dependencia en los productores mediante la generación de los cultivos y los químicos necesarios para su óptima producción y; además, influir en los programas educativos, de investigación y hasta en las leyes y programas gubernamentales de asistencia técnica para la adopción de estos productos. En la actualidad existen a nivel comercial, paquetes llamados fitosanitarios que incluyen la aplicación de más de diez productos químicos y con periodos de aplicación de hasta menos de tres días para un mismo cultivo.

Sin temor a equivocarse, se puede asegurar que el resultado de todo este proceso es la degradación y contaminación aún mayor de los recursos naturales y el incremento de los problemas originados por los organismos plagas especialmente de insectos. Por esta razón es de suma importancia el desarrollo de un manejo sustentable para estos organismos.

#### **4. LA PROBLEMÁTICA EN EL CONTROL DE INSECTOS CONSIDERADOS PLAGAS CON PRODUCTOS QUÍMICOS DE SÍNTESIS (INSECTICIDAS).**

El control químico con productos de síntesis, puede definirse como el uso de sustancias químicas (Insecticidas) producidas por los seres humanos que aplicada directa ó indirectamente a los insectos y en una concentración determinada, provoca su muerte. El propósito fundamental es el de mantener a los insectos considerados plagas a niveles inferiores al umbral económico de daño.

El umbral económico de daño es el nivel máximo de daño que puede permitírsele a un insecto, sin provocar pérdidas económicas en la producción. Si se rebasa de este umbral, se justifica la aplicación de insecticidas para bajar su población.

##### **4.1. ¿VENTAJAS? O DESVENTAJAS EN EL USO DE INSECTICIDAS SINTÉTICOS**

###### **4.4.1. ¿VENTAJAS?**

Los defensores en la utilización de insecticidas químicos y dentro de ellos las grandes transnacionales; cuyo principio fundamental es la generación de riqueza, han desarrollado una serie de justificaciones que presentadas generalmente como ventajas han fomentado su adopción y utilización masiva, con la idea por parte del productor de la obtención de la máxima producción ó la producción ideal.

Se pueden mencionar algunas justificaciones que generalmente utilizan estos defensores que como podrá observarse carecen de sustento y que lejos de contribuir a la solución del problema, lo agudizan, como son:

- **Existe una amplia gama de productos, con los cuales supuestamente se puede suprimir cualquier problema de plagas.**

De acuerdo a datos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA)

y la Organización Mundial de la Salud (OMS) para 1980, las sustancias químicas de uso cotidiano en el mundo eran aproximadamente 63 000, con un incremento anual de entre 1 000 y 2 000 sustancias. Del total de sustancias, aproximadamente 1 500 son principios activos de Plaguicidas.

Entonces, se puede considerar que existe una amplia gama de productos; sin embargo, es de aclarar, que las sustancias bien estudiadas en cuanto a sus interacciones y sus efectos a corto y mediano plazo no pasan las 2 000 (el 3% del total) y que las tendencias en el número de sustancias investigadas va en disminución. Hay que agregar además que estas sustancias tienen contaminantes de producción y que en el ambiente sufren diversas transformaciones que aumentan su número.

En otras palabras, existe una amplia gama de productos químicos sintéticos que se encuentran en el mercado, que carecen de estudios de los efectos que puedan causar una vez liberados en el ambiente. Por ejemplo, para que el DDT saliera del mercado fueron necesarios 30 años para demostrar los efectos nocivos en su utilización.

Otro aspecto importante a considerar es que hasta la fecha y con la utilización de esta amplia gama de productos químicos desarrollados, no se ha resuelto ningún problema de eliminación de plaga de insectos en su totalidad. En la actualidad, únicamente dos son las poblaciones que se encuentran en aumento una de ellas es la humana y la otra es la de los insectos.

- **Son de acción relativamente rápida.**

Son de acción relativamente rápida sobre todo en las primeras aplicaciones para el organismo que se quiere controlar; pero aplicaciones sucesivas del mismo producto puede provocar resistencia disminuyendo su acción; lo que trae como consecuencia aumento de dosis y número de aplicaciones del producto.

Por su forma de aplicación los insecticidas no solo actúan en los insectos plagas, sino que afecta otros organismos como los que se encuentran en el suelo, cuerpos de agua cercanos y otros ecosistemas cercanos al lugar de aplicación; donde su acción puede ser lenta al incorporarse a las diferentes cadenas alimenticias.

En los seres humanos dependiendo de su concentración y exposición al producto la acción puede ser lenta provocando problemas respiratorios, hormonales y cáncer ó rápida causando su muerte.

- **Pueden suprimirse altas densidades de población de plagas.**

Al mismo tiempo se suprimen poblaciones de enemigos naturales de estos organismos, y otros organismos que contribuyen al mejoramiento de la fertilidad del suelo como son lombrices y escarabajos ó los que intervienen en la polinización de cultivos de polinización cruzada como el pepino, aguacate, etc.

- **Se pueden controlar las plagas en grandes extensiones.**

Entre mayor es el área manejada bajo actividades no sustentables mayor será el área expuesta a la infestación a organismos plagas, con el consecuente incremento en la cantidad, dosis, número de aplicaciones de insecticidas y áreas y organismos (incluyendo número de personas) expuestos a la contaminación. En otras palabras el área y el número de organismos

expuestos incluyendo los seres humanos expuestos a los impactos adversos generados son mayores.

- **Existe el equipo necesario para realizar una adecuada aplicación de estos productos.**

Sin embargo es muy común observar en la práctica que aún en los lugares de distribución de estos productos químicos no se encuentre por ejemplo el equipo necesario para una aplicación segura como guantes, mascarillas y gabachas. Otro aspecto importante es el alto costo que significa la adquisición y mantenimiento de estos equipos lo que para muchos agricultores sobre todo en nuestro medio es difícil de efectuar.

- **Su aplicación es relativamente fácil.**

Lo que resulta relativamente fácil es la dispersión del producto en el ambiente; pero su aplicación implica el conocimiento de aspectos como: ingrediente activo, dosis, grado de toxicidad, periodos de espera, periodos de reingreso, vida residual media, dosis letal media, síntomas de intoxicación, tratamiento de intoxicaciones, antídoto (si lo hay), etc. Lo que resulta complicado para la gran mayoría de agricultores de nuestros medios con problemas serios de analfabetismo y de patrones culturales arraigados que dificultan la adopción de nuevas tecnologías.

#### **4.4.2. DESVENTAJAS DEL USO DE INSECTICIDAS**

- Causa contaminación en el ambiente: Residuos en aire, agua, suelo.
- A nivel del insecto considerado plaga sobre el cual se realiza la aplicación, causa resistencia que es transmitida genéticamente a las nuevas generaciones.
- Se generan aplicaciones sucesivas, e incremento en la dosis y número de aplicaciones por efecto de la resurgencia (incremento de la población de insectos después de una aplicación) y la resistencia generada en el insecto.
- Incremento de los costos en la producción de cultivos
- Dependencia de los productores en el uso de estos productos
- Enriquecimiento de las grandes transnacionales
- Pérdida de actividades culturales utilizadas para el control de insectos plagas
- Dependiendo del medio ó el organismo afectado los insecticidas pueden causar:

En el suelo:

- Afectar las bacterias simbióticas fijadoras de nitrógeno y las diferentes formas de vida del suelo.
- El riesgo de volver estéril el suelo

En el agua:

- Principalmente pueden afectar las diferentes formas de vida ya sea descomponiéndolos orgánicamente, destruyendo los suplementos alimenticios ó envenenándolos directamente.
- Contaminación de diferentes fuentes de agua.

En los cultivos:

- Fitotoxicidad. Cuando la aplicación no es bien efectuada (concentración excesiva del producto), o la planta es susceptible a algún producto y la planta muere.
- Producción de residuos. El residuo puede concentrarse en la parte utilizable de la planta.

- Alteración del embrión de las semillas lo que altera el proceso de germinación.
- Desarrollo de los tallos en forma nudosa y torcida

En los animales:

- Residuos en los tejidos.
- Mortalidad en la vida silvestre.
- Se puede dar el fenómeno de la magnificación ecológica ó bioacumulación que dice que una sustancia tóxica puede degradarse a lo largo de una cadena alimenticia o acumularse o convertirse a sustancias con mayor grado de toxicidad.
- Mortalidad en los insectos benéficos.
- Otros efectos sub letales en la vida del organismo.
- Transformación de plagas potenciales a nuevos problemas de plagas.

En los seres humanos:

- Residuos en los tejidos.
- Afectan el sistema nervioso central con efectos en el hígado, pulmones, venasy vasos sanguíneos.
- Provocan un tipo de diabetes transitoria
- Favorecen la arteriosclerosis
- Poseen efectos cancerígenos, así como la formación de tumores especialmente en el hígado, pulmones y tiroides.
- Diferentes grados de intoxicación

#### **4.4.3. CARACTERÍSTICAS TOXICOLÓGICAS DE LOS PLAGUICIDAS.**

Toxicidad es la propiedad que tiene una sustancia o sus productos metabólicos de degradación de provocar un daño cuando ingresa al organismo.

##### **4.4.3.1. PRINCIPIOS DE LA TOXICIDAD.**

Toda sustancia tóxica capaz de producir un daño a la salud cumple con tres principios fundamentales:

- a) Toda sustancia ya sea natural o sintética, puede ser tóxica si se administra de una sola vez y en grandes cantidades.
- b) Todo tóxico debe tener un blanco fisiológico ( es el sitio donde el tóxico ejerce su acción) y además la sustancia debe tener contacto para ejercer su acción.
- c) Si una sustancia se administra deliberadamente a un organismo y en dosis cada vez más elevadas, el efecto adverso en el organismo será proporcional a la dosis administrada. A mayor dosis mayor respuesta.
- d) El efecto tóxico de una sustancia depende de:

- I. Del tipo de insecticida. Composición química y características físicas. Por ejemplo si un insecticida es de amplio espectro (mata todo), si es de contacto, si se volatiliza, si es necesario la ingestión etc.
  - II. En los insectos de su morfología (forma específica) y de su fisiología (forma en como funciona su organismo). Por ejemplo si el insecto tiene una cutícula (piel gruesa), si tiene tejidos adiposos donde se almacene cierta cantidad del producto, la excreción rápida del pesticida por el organismo del insecto, la transformación del organismo a otras sustancias menos tóxicas, etc
- e) La toxicidad de un producto se expresa como una dosis letal media (DL50). Para un insecto es la cantidad de producto tóxico necesario para matar al 50% de la población representativa del insecto. La dosis se expresa en miligramos de producto por kilogramo de peso del organismo sobre el cual se aplica. Mientras más bajo es la DL 50 mayor será su efecto letal.

#### 4.4.3.2. TIPOS DE INTOXICACIÓN EN HUMANOS.

Se pueden dar tres tipos de intoxicación en humanos estas son:

- **Aguda.** Se da cuando alguien tiene síntomas al momento ó después de aplicar el producto en dosis alta por tiempo corto. Puede producir efectos letales
- **Crónica intensa:** Se dan por exposición a pequeñas dosis de productos por un periodo prolongado, después aparecen los síntomas o sea se acumula.
- **Crónica baja.** Es el resultado de cantidades residuales que se encuentran en el medio ambiente, por ejemplo en los alimentos consumidos.

#### 4.4.3.3. CLASIFICACIÓN DE LOS INSECTICIDAS DE ACUERDO A SU TOXICIDAD.

Esta clasificación se fundamenta en la Dosis Letal Media (DL50). Indica los miligramos de sustancia activa por kilogramo de peso corporal de los animales de experimentación.

De acuerdo a su DL50 los plaguicidas pueden clasificarse en:

- Extremadamente toxico. DL50 ≤ 5 (viñeta roja)
- Altamente tóxico > 5 ≤ 500 (viñeta amarilla)
- Moderadamente tóxico > 50 ≤ 500 (viñeta azul)
- Ligeramente tóxico > 500 (viñeta verde)

Según la naturaleza del origen químico de los insecticidas; estos pueden clasificarse en: Inorgánicos y Orgánicos.

Los insecticidas Inorgánicos actualmente su uso es restringido; se incluyen en este grupo los Arseniatos, productos a base de Fluor, Boro, Azufre y Clorados.

ORGANICOS: se subdividen en:

1.- ORGANICOS DE ORIGEN VEGETAL. Ej.: Piretrinas, Nicotinas, Rotenona, Azidaractina.

2.- ORGANICOS SINTETICOS. Dentro de estos hay varios grupos siendo los principales:

- ORGANOCORADOS. DDT Y derivados, Thiodan, Dieldrin, Dacnol
- CICLODIENOS. Aldrin, Heptacloro.
- HEXACLORURO DE BENCENO (HCB). Lindano.
- TERPENOS CLORADOS. Toxafeno.
- ORGANOFOSFORADOS: ejemplo: Volatón 500, Folidol M-450, Tamarón, Lorsban 25,
- CARBAMATOS. Furadan, Curater Vidate I, Iannate, baygón
- PIRETROIDES. Desis, espirales aután, raid, karate, cymbush
- REGULADORES DEL CRECIMIENTO. Dimilin, Diflubenzurón, Ciromazina, Larvadex.

3.- A BASE DE ORGANISMOS VIVOS: Como el Thuricide (a base de Bacillus thuringiensis)

#### **4.4.4. RESISTENCIA DE LOS INSECTOS A LOS INSECTICIDAS.**

Resistencia es una respuesta decreciente de un animal o una especie de planta a un pesticida o agente de control como consecuencia de su aplicación. Es el desarrollo de una raza de organismos capaces de tolerar dosis de pesticidas que son letales a la mayoría de los individuos de una población normal.

##### **4.4.4.1. MECANISMOS DE RESISTENCIA.**

Existen tres mecanismos básicos de resistencia:

- a) De Tipo fisiológica. La especie determinada es capaz de desarrollar procesos metabólicos (desintoxicativos) que hace que el producto no actúe sobre el insecto. Este tipo de resistencia puede ser heredada a nuevas generaciones del insecto.
- b) De tipo Morfológico. El insecto no permite que el tóxico llegue hasta el sitio de acción Ej. Grosor de la cutícula.
- c) DE a cuerdo al comportamiento del insecto. El insecto evita ponerse en contacto con el insecticida.

### **5. MANEJO ECOLÓGICO DE INSECTOS CONSIDERADOS PLAGAS.**

Se define como Manejo Ecológico de Insectos considerados Plagas a la utilización de todo sistema natural o artificial que de cómo resultado, la prevención, represión o exclusión de una plaga, bajo un enfoque ecológico y económico. Para el logro de este objetivo se necesita del conocimiento de la ecología y biología de insectos y plantas y de las diferentes interacciones que se establecen en el desarrollo de los sistemas productivos.

#### **5.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS INSECTOS.**

Los insectos son animales invertebrados que presentan las siguientes características:

- Cuerpo dividido en 3 regiones: cabeza, tórax y abdomen.
- Poseen 3 pares de patas que salen del tórax
- La mayoría poseen alas en número de 2 ó 4.
- Presentan un exoesqueleto (caparazón externa dura) formado a base de quitina, que los protege de la desecación y de golpes
- Dos antenas situadas en la cabeza.
- Ojos simples y compuestos.
- Respiración traqueal a través de estigmas en el abdomen
- Metamorfosis: completa o incompleta.

##### **5.1.1. REGIONES SUPERFICIALES DEL CUERPO DE UN INSECTO**

El cuerpo de los insectos posee tres regiones bien definidas: Cabeza, tórax y abdomen.

La cabeza es la primera gran región del cuerpo de los insectos; en ella se encuentran ubicados las antenas, los ojos y el aparato bucal y, tienen como funciones principales: la vista, el olfato, el gusto, la alimentación y la percepción de sustancias químicas y la temperatura.

El tórax es la segunda gran región del cuerpo de los insectos, portadora de los apéndices locomotores: las patas y las alas.

El abdomen es la tercera gran región del cuerpo de los insectos, está compuesta generalmente de once anillos y, en él se encuentran los órganos digestivos, reproductivos y respiratorios.

### 5.1.2. TIPOS DE APARATOS BUCALES DE LOS INSECTOS.

Los insectos poseen diferentes tipos de aparatos bucales y, de acuerdo a este, nos determinan la forma de alimentarse y los posibles daños que pueda ocasionar; entre ellos podemos mencionar:

- **Masticador:** Es el más común de los aparatos bucales. Poseen estructuras que son usadas para arrancar y masticar alimento ó para transportar cosas y pelear. Este tipo de aparato bucal se encuentra en: Chapulines, la mayoría de escarabajos, hormigas, orugas y otros.
- **Raspador – chupador.** Sus partes bucales están adaptadas para raspar la epidermis de las plantas y luego chupar la savia que exudan. La planta puede presentar una reacción al daño enrollando la hoja. Este tipo de aparato bucal se encuentra en los trips
- **Picador – chupador.** Presentan un pico en forma de tubo que les sirve para picar la piel de un animal o la epidermis de una planta y extraer la sangre y la savia. Presentan este tipo de aparato bucal las chinches, pulgones, piojos, algunas moscas, zancudos, pulgas.
- **Sifón.** Es un tipo de aparato bucal muy especializado, presentan un tubo delgado, el cual se encuentra enrollado hacia arriba debajo de la cabeza. La alimentación se realiza desenredando este tubo y metiendo la punta comúnmente en una flor. Presentan este tipo de aparato bucal las mariposas.

### 5.1.3. METAMORFOSIS Y DESARROLLO DE LOS INSECTOS.

Los insectos pasan por una serie de etapas en las que cambian de forma desde el huevo hasta llegar a adultos que se conoce como Metamorfosis. Los dos tipos principales de metamorfosis que ocurren en los insectos de importancia en la producción de alimentos son: la sencilla y la completa.

La metamorfosis sencilla se caracteriza por que el insecto pasa por tres etapas: el huevo, el insecto joven llamado Ninfa y el adulto. El insecto en estado de ninfa es similar al adulto en forma y alimentación, pero con las alas no desarrolladas. Presentan este tipo de metamorfosis los chapulines, los grillos, los pulgones y las chinches.

La metamorfosis completa se caracteriza por que el insecto pasa por cuatro etapas: huevo, larva, pupa y adulto. El insecto en estado de larva es completamente diferente en forma y tipo de alimentación que el adulto. La etapa de pupa que es cuando el insecto se inmoviliza y se encierra en bolsa en donde ocurren una serie de transformaciones que dan origen al adulto del insecto. Presentan este tipo de metamorfosis: Las mariposas, las abejas, moscas, hormigas.

## **5.2.1. ESTRATEGIAS DEL MANEJO ECOLÓGICO DE INSECTOS CONSIDERADOS PLAGAS.**

### **5.2.1. QUE PROCEDIMIENTO DEBEMOS SEGUIR PARA EL MANEJO ECOLÓGICO DE PLAGAS.**

- Identificación y caracterización de las especies que están involucradas. Conocer como se alimentan, por que etapas pasan , en que hábitat se desarrollan, etc,
- Determinación de la importancia que tiene la plaga y que procesos ecológicos están sucediendo para que se haya convertido en plaga.
- Definición de los objetivos y estrategias del manejo.
- Hay que definir el umbral de daño : que es el máximo nivel de daño que podemos permitir a la plaga.
- Definir la eficacia que queremos en las medidas de manejo.

### **5.2.2. ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO DE PLAGAS.**

- a) Evasión. Evitar que la plaga se desarrolle en los sistemas productivos. Como por ejemplo desarrollar un cultivo que por diferentes causas no se desarrolle la plaga.
- b) Eliminar característica o atributos del "blanco" (o especie que sufre el daño). Eliminar las características que lo hacen susceptible al ataque. Manejar los organismos (animales ó vegetales) que necesitamos proteger hasta hacerlo tolerante o resistente al ataque.
- c) Eliminar condiciones favorables para que se desarrolle el organismo plaga. Esto puede hacerse por ejemplo con el manejo del microclima.
- d) Reducir la población de la plaga. Bajar la población de plagas hasta los niveles en que el daño no sea sustancial.

### **5.2.3.1.1. ALGUNOS PRINCIPIOS ECOLÓGICOS A SEGUIR PARA EL MANEJO DE ORGANISMOS PLAGA.**

- Cada organismo reacciona de manera específica del ambiente físico-químico-biológico en el cual se encuentra.
- La cantidad, calidad y distribución tanto espacial como temporal del alimento influye en el funcionamiento del organismo.
- La existencia de una especie va a depender de las característica propias de un organismo y del ambiente efectivo. Dentro de las características propias de cada especie tienen primordial importancia, las que son heredables como por ejemplo: Tasa de reproducción, variación genética, longevidad, movimiento, etc.

### **5.2.1.1. LOS FACTORES QUE DETERMINAN LA INFESTACION PERJUICIO O EL GRADO DE DAÑO.**

1. CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA.
  - a) Objetivo del cultivo. Parte de la planta a cosechar.
  - b) Estado de desarrollo del cultivo. O la relación de susceptibilidad al ataque del insecto.
  - c) Capacidad de compensación. Es la tolerancia o capacidad de los tejidos a recuperarse después de haber sido dañados por un insecto.
2. CARACTERÍSTICAS DEL INSECTO PLAGA
  - a) Comportamiento. Hábitos del insecto de alimentarse de ciertos órganos de la planta.
  - b) Densidad de la plaga. Número de insectos en un área determinada y capacidad de reproducción en un determinado cultivo.

- c) Distribución. Lugares donde se encuentra el insecto plaga ocasionando daño al cultivo, que puede ser en focos o generalizada.
  - d) Persistencia. Está relacionado con el ciclo de vida del insecto; entre más largo, ocasiona mayor daño al cultivo.
3. CARACTERÍSTICA FÍSICAS Y ECONOMICAS.
- a) Físicas. Clima, suelo, sistemas de riego, arreglos de siembra
  - b) Económicos. Daño ó beneficio en términos económicos que las poblaciones de insectos plagas pueden causar en la producción

### **5.3. METODOS Y ACTIVIDADES CULTURALES EN EL MANEJO ECOLÓGICO DE INSECTOS CONSIDERADOS PLAGAS.**

El control cultural se refiere a la utilización de métodos y el desarrollo de actividades de manejo adecuado del agroecosistema con sus diferentes componentes (agua, suelo, flora, fauna y microclima); que proporcionen las condiciones necesarias para el establecimiento de los sistemas productivos y, que al mismo tiempo generen condiciones adversas al desarrollo, generación y reducción de poblaciones de insectos considerados Plagas.

#### **5.3.1. PROPÓSITOS PRINCIPALES EN LA UTILIZACIÓN DE METODOS Y ACTIVIDADES CULTURALES.**

- Exponer a los insectos plagas ante factores adversos del ambiente.
- Perturbar el desarrollo normal de los insectos plagas.
- Lograr un aumento de la acción de los enemigos naturales.
- Incrementar la resistencia de los cultivos.
- Destruir las fuentes de alimentación
- Interrumpir el ciclo de vida del insecto
- Vigorizar la planta.
- Fomentar un microclima desfavorable para la plaga

#### **5.3.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS METODOS Y ACTIVIDADES CULTURALES.**

- Reducción de la población de insectos plagas a través de prácticas agrícolas.
- Utilización de ciertas prácticas culturales con efectos de control basados en conocimientos ecológicos del cultivo y biológicos de la plaga. Por el ejemplo el aporco en maíz y caña para evitar el ataque de taladradores del tallo, asociaciones favorables de cultivo, épocas de siembra, etc
- Utilización de las prácticas agrícolas ordinarias o de alguna modificación de ellas con el objeto de:
  - Prevenir los ataques de insectos,
  - Hacer el ambiente desfavorable para su desarrollo
  - Destruirlos
  - Disminuir su daño.
- Aprovechamiento de las prácticas de manejo de un cultivo para producir regulación de la abundancia poblacional de las especies plagas del mismo. Como la incorporación de los rastrojos de cosecha, eliminación de material infestado, plagueos manuales periódicos, etc.
- Tomar en cuenta la fisiología vegetal y sus diferentes etapas de desarrollo (fenología).
- Dentro de la biología del insecto hay que considerar: ciclo biológico, hábitos alimenticios, oviposición.

- Deben ser prácticas que se realizan antes ó por la presencia de las plagas.
- Frecuentemente son económicas y confiables
- Son recomendables en cultivos de baja estabilidad. Por ejemplo monocultivos en tierras marginales o degradadas.
- Frecuentemente se usan para una especie dañina cuando no hay otro método de control.

### **5.3.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE METODOS Y ACTIVIDADES CULTURALES**

#### **VENTAJAS:**

- No es contaminante y no provoca resistencia
- Puede resultar muy eficaz cuando se tiene toda la información.
- Factible de integrarse con otros métodos de control.
- Combina el conocimiento de muchas disciplinas.
- En muchos casos no se incurre en gastos elevados.
- Aparentemente no requiere de esfuerzos de muestreo.
- Es un método práctico que no requiere de conocimientos técnicos especializados
- No genera resistencia en los organismos plagas.

#### **LIMITANTES.**

- Sus logros son relativamente largos, relativamente lentos.
- La eficacia puede ser importante (buena) para una especie y mala para otra especie.
- Algunas prácticas de uso común pueden ser olvidadas en relación a su derivación e importancia original
- Requiere conocer el punto débil del ciclo de vida de la plaga para un uso eficaz de este método de control. Algunos le llaman eslabón débil del ciclo biológico.
- No siempre se logra un control económico completo de la plaga.
- Frecuentemente es difícil evaluar la eficiencia de las prácticas.

### **5.3.4. METODOS Y ACTIVIDADES CULTURALES UTILIZADAS DENTRO DEL MANEJO ECOLÓGICO DE INSECTOS PLAGAS**

- Selección de semillas.
- Épocas de siembra
- Fertilización orgánica
- Rotación de cultivos
- Asociación de cultivos
- Localización del cultivo
- Cultivos trampa
- Labranza mínima
- Cultivo limpio
- Época de siembra
- Uso de variedades resistentes.
- Destrucción de las fuentes de infestación. Destrucción de la escobilla para el manejo de poblaciones de mosca blanca; arrancar plantas que presentan síntomas de virosis en cultivos de leguminosas; eliminación de frutos caídos para el manejo de picudo en Chile dulce.
- Destrucción de los restos de cosecha. eliminación de retoños en repollo para el manejo de Plutella en repollo; cortar y picar el pseudotallo para el control de picudo del banano.
- Destrucción de malezas y limpieza de rondas

- Poda y destrucción de órganos infestados
- Destrucción de pupas en el suelo
- Vigorización de la planta
- Evasión de épocas favorables a la plaga
- Interrupción de la sucesión de generaciones de los insectos (barbecho, rotaciones)
- Formación de condiciones desfavorables para la plaga
- 

#### 5.4. CONTROL MECANICO Y FISICO.

##### 5.4.1. TÉCNICAS DEL CONTROL MECANICO.

El control mecánico se refiere a la destrucción mecánica de los insectos, o sea, la recolección manual y después la destrucción. El principio del control mecánico se basa en la remoción y destrucción directa.

- **Recolección manual.** Recolección y eliminación de masas de huevos, larvas, adultos; estas deben ser visibles. Se utilizan en agroecosistemas pequeños.
- **Trituración del insecto.** Por lo general se efectúa en inspecciones de campo y monitoreo
- **Recolección de material infectados (hojas, ramas, raíces, frutos).** Se recoge y elimina el material infectado **Establecimiento de barreras.** Esto permite que el insecto no logre el acceso a lo que nosotros queremos proteger.
- **Colocación de trampas.** Son bastante utilizadas las trampas amarillas, que consiste en la colocación de plásticos amarillos recubiertos de un material adherente como grasa ó aceite (de preferencia de origen vegetal). Los insectos como mosca blanca, loritos y pulgones alados al ser atraídos por el color quedan adheridos al plástico

##### 5.4.2. USO DE FACTORES FISICOS.

El control físico consiste en la utilización de medidas directas o indirectas que se aplican para destruir la vida del insecto, perturbar la actividad fisiológica y normal modificando el medio ambiente haciéndolo inaceptable al insecto. Se utilizan agentes físicos como la temperatura, la humedad, la insolación, fotoperiodismo, sonido, radiaciones electromagnéticas. Los agentes físicos se aplican con intensidad letal al insecto.

Algunas de las medidas que se pueden desarrollar dentro del uso de factores físicos son:

- **Temperatura.** Se pueden utilizar altas temperaturas como por ejemplo calentar la semilla de caña de azúcar a 50°C durante tres horas para la eliminación de barrenadores. También se pueden almacenar granos en cuartos fríos para la eliminación de perforadores de la semilla.
- **Humedad.** En invernaderos y almacenes se puede variar la humedad hasta los límites donde se afecta al insecto. También se pueden inundar terrenos para la eliminación de gallina ciega.
- **Radiaciones electromagnéticas.** Se utilizan las radiaciones infrarrojas, visibles, ultravioletas y las ionizantes. Dentro de estas la más factible de desarrollar por su bajo costo es la utilización de trampas de luz para la eliminación de adultos de Gallina ciega y nocheros.

## **5.5. CONTROL BIOLÓGICO.**

El control biológico es una parte del control natural que se basa en la acción de los parásitos, depredadores y patógenos para regular las poblaciones de insectos considerados plagas.

### **5.5.1. VENTAJAS DEL CONTROL BIOLÓGICO.**

- No contamina el ambiente.
- Es permanente si no hay variaciones climáticas significativas y demasiada intervención humana.
- Se ajusta a los cambios de la densidad de población de insectos plagas, es decir, si aumenta la población de insectos plagas también aumenta la cantidad de enemigos naturales.
- No provoca resistencia de los organismos plagas.

### **5.5.2. LIMITANTES DEL CONTROL BIOLÓGICO**

- Los efectos en la reducción de la población de plagas son a más largo plazo.
- Requiere permanencia de una población mínima de la plaga.
- Su éxito es más seguro en agroecosistemas más diversificados y permanentes.

### **5.5.3. FORMAS DE CONTROL BIOLÓGICO DE INSECTOS.**

- a) **Conservación y fomento de enemigos naturales.** Propiciando condiciones para el desarrollo de estos como por ejemplo evitando la aplicación de insecticidas.
- b) **Liberación de enemigos naturales.** Se necesitan condiciones especiales para la reproducción y posterior liberación.

### **5.5.4. ACCION DE LOS ENEMIGOS NATURALES EN EL CONTROL BIOLÓGICO.**

Las especies consideradas como enemigos naturales dentro del control biológico natural se clasifican básicamente en dos grupos los depredadores y los parásitos. Los insectos depredadores son aquellos que en estado inmaduro o adultos devoran a su presa; en cambio los parásitos en sus estados inmaduros viven a expensas de otro organismo denominado huésped.

#### **CARACTERISTICAS DE LOS DEPREDADORES.**

1. Ocasionan la muerte a su víctima rápidamente.
2. Generalmente la presa es de menor tamaño corporal que el depredador.
3. El accionar del depredador es rápido mata a la presa y la devora.
4. Para llegar al estado adulto consume numerosas víctimas, que, puede llegar hasta miles
5. Conducta entomófaga (comer insectos) puede presentarse en las fases inmaduro y adulto.
6. Número de generaciones del depredador depende de la existencia de población de la presa.
7. No tienen mucha especificidad en su accionar.
8. Ejemplo de depredadores importantes en el establecimiento de sistemas productivos: Hormigas "garriadoras", Tijerillas, Mantis o rezadoras, Cochinillas, arañas, etc.

## CARACTERÍSTICAS DE LOS PARASITOS

1. Pueden ocasionar o no la muerte de su víctima.
2. El accionar del parásito es lento, generalmente dura toda la fase de su ciclo en su estado inmaduro. Depositán sus huevos dentro o fuera del cuerpo de su huésped.
3. Para llegar al estado adulto, vive a expensas de una sola víctima
4. Su conducta entomófaga se presenta en el estado inmaduro. En estado adulto generalmente tienen otros hábitos.
5. Es específico en su accionar.
6. Ejemplo de parásitos importantes en el establecimiento de sistemas productivos: muchas especies de avispas de las familias Ichneumonidae, Braconidae y Clacididae y, moscas de la familia Tachinidae.