

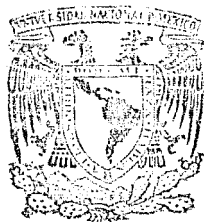
264  
2g.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

"CUAUTITLAN"

INGENIERIA AGRICOLA



# CONTROL INTEGRAL DE PLAGAS AGRICOLAS

( REVISION BIBLIOGRAFICA )

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO AGRICOLA  
P R E S E N T A

**GABRIEL ARTURO PANIAGUA FERNANDEZ**

CUAUTITLAN IZCALLI EDO. DE MEX.

1988

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## I N D I C E

PRESENTACION

INTRODUCCION

OBJETIVO

1.	ANTECEDENTES .....	6
2.	CONCEPTO DE MANEJO INTEGRAL DE PLAGAS .....	10
3.	BASES ECOLOGICAS .....	19
3.1	Ecosistemas .....	19
3.2	Flujo de Energía .....	30
3.3	Agroecosistemas .....	33
4.	DIAGNOSTICO Y PREDICCION DE POBLACIONES .....	38
4.1	Muestreo .....	39
4.2	Dinámica de Poblaciones .....	46
4.3	Control Natural .....	62
4.4	Umbral Económico .....	77
4.5	Predicción de Plagas .....	83

## PRESENTACION

El presente documento es una revisión bibliográfica de los textos involucrados en lo que se conoce como Control Integral de Plagas o bien Manejo Integrado de Plagas. Ambas denominaciones manejadas durante el transcurso de la tesis y las cuales tienen una sinonimia en sus definiciones e implementaciones.

Durante mi desarrollo académico, el cual estudié y me interese en el control integral de plagas, detecte la falta de textos que nos auxiliaran en el estudio de la materia; o bien teníamos que referirnos a un sinnúmero de publicaciones en los cuales se tocaba parte o se nombraban ejemplos de lo que es el control integrado, esa razón me motivo a recopilar toda la información a la que había tenido acceso, así como aquella recomendada por profesores y profesionistas parasitólogos referente al tema.

Espero que las personas interesadas que consulten esta tesis encuentren respuesta a la pregunta o problema que se les presente o bien los motive a seguir investigando sobre el tema.

Así mismo, quisiera dejar bien claro, que las técnicas

cas, métodos, controles y demás factores estudiados para -  
llevar a cabo un control integral de plagas, se pueden apli-  
car; en su adecuada proporción, oportunidad y disponibili-  
dad a todos los tipos de organismos que el hombre conside-  
ra como plagas, más sin embargo la literatura cita en su -  
mayoría, aquellas prácticas tendientes al control de insec-  
tos plaga por lo que en la mayor parte de esta revisión se  
hace mención en especial a este tipo de organismos, sin ol-  
vidar que algunas técnicas pueden y podrán aplicarse al --  
resto de los organismos plaga.

## INTRODUCCION

Hoy en día, el reto de producir más alimentos es un problema al que el agricultor, Agrónomo, gobierno y pueblo se enfrentan día con día; una de las opciones más viables a manejar es hacer producir más en la superficie con que actualmente contamos, debido principalmente a que la frontera agrícola esta a la vista.

Ante este reto las personas involucradas en alcanzar la máxima producción se enfrentan, como factores fundamentales para lograrlo; a la calidad y consistencia del suelo, mejoramiento de semillas, índices óptimos de fertilización, sistemas de riego, utilización adecuado y oportuna de maquinaria agrícola, el control de plagas encaminado a la convivencia con las mismas, oportunidad en la cosecha y eficiente almacenamiento y, como apoyos a lo anterior el acopio, distribución y comercialización de los productos.

De estos aspectos, importantes todos y más en la compleja visión integradora de los mismos, el aspecto del ataque de plagas es el que ocasiona daños antes, durante y después del cultivo, por lo que se han enfocado esfuerzos de muchas personas, procurando dar soluciones a este problema.

Definitivamente, mientras más complejo se hace el agroecosistema en cuanto a las técnicas y factores involucrados, más se simplifica a los cultivos y más se agravan los problemas por concepto de plagas agrícolas.

Ante esta disyuntiva, en el campo de la parasitología se han tenido que implementar controles, técnicas y métodos más eficientes con la finalidad de abatir los estragos que ocasionan las plagas, lo anterior ha llevado a -- crear un sistema que ve el problema como un factor integral de un todo al que hay que conocer, mejorar y controlar, de manera que se unifiquen criterios y se establezcan las medidas correctivas oportunas y eficientes; ese sistema se denomina Control Integrado de Plagas.

## O B J E T I V O

Proporcionar un documento que sirva como guía base a estudiantes, maestros y técnicos; en el aprendizaje del conocimiento del Control Integral de Plagas Agrícolas, a fin de mejorar los programas educativos y técnicos tendientes a la protección sanitaria de los cultivos en México.



## 1. ANTECEDENTES

El hombre desde el inicio de la Agricultura ha tenido que competir por su alimento contra muchos organismos - que igualmente la necesitan para poder sobrevivir, se estima que actualmente y a nivel mundial se tienen pérdidas en los cultivos por ataque de plagas de alrededor del 30% de la producción total, lo cual sería suficiente para alimentar a una tercera parte de la población mundial (\* GUTIERREZ S.J. 1981), es por eso que constantemente se investigan y desarrollan nuevas técnicas en el control y combate de plagas. Estos hechos se remontan a los primeros agricultores, los cuales observaban desde los inicios de la agricultura las mermas que ocasionan los insectos, malezas y patógenos de las plantas, desde aquellos tiempos se idearon diferentes formas para combatirlos, la remoción de esos organismos, la destrucción de los mismos por medio manual, la destrucción de residuos de cosecha, cambio en las épocas de siembra, riesgos y otras técnicas fueron utilizadas, incluso la utilización de insecticidas orgánicos, como la nicotina e inorgánicos como el arsénico y el azufre fueron utilizados hace ya muchos miles de años (\*C.I. PERU P. INTROD.), conforme evoluciona la agricultura y se hace más necesario obtener mayores rendimientos por unidad de superficie, la búsqueda de variedades más productivas --

así como técnicas en la producción que propicien un mayor rendimiento se hacen igualmente necesarias. El control de plagas evolucionó buscando combatir a los enemigos del hombre que acaban con sus cultivos, esto llevó a los agricultores a efectuar diversas técnicas para el control de plagas logrando convivir durante un período largo de nuestra historia con esos organismos nocivos, que si bien tomaban alimento de nuestros cultivos dejaban lo suficiente para ganancia de los cultivos económicamente importantes, (\*C.I. DE P. Y ENF. AGRICOLAS). Esta situación se mantuvo más o menos estable hasta que aparecieron los insecticidas organosintéticos como el D.D.T., este tipo de productos químicos fueron utilizados desde principios del actual siglo, entonces su efectividad fué reconocida por la mayoría de los agricultores y su uso llegó a ser algo común en las prácticas de cultivo, desafortunadamente, su uso llegó a ser, en algunas ocasiones, excesivo lo cual generó problemas de plagas aún mayores a las que se presentaron antes de su uso indiscriminado; (\*S.P.) un ejemplo de esto es lo sucedido en el Estado de Tamaulipas una zona característica para el cultivo del algodón; en esta región se sembraron alrededor de 100,000 hectáreas (aproximadamente) las aplicaciones de plaguicidas eran indispensables para lograr mayores rendimientos pero el alto grado de plaga lle-

gó a crear resistencia en las principales plagas, igualmente y al destruir las poblaciones de insectos benéficos -- crearon plagas de organismos que comúnmente no lo eran, de esta forma se obligó a que se utilizarán más plaguicidas - en mayor dosis y con mayor frecuencia hasta que los costos de producción y los problemas por plagas llegaron a crear una catástrofe, en la actualidad en el Estado de Tamaulipas se siembran alrededor de 200 hectáreas, las cuales siguen presentando graves problemas de plagas. (\* CONSPIRACION DE PLAGUICIDAS).

Este es solo un ejemplo de lo que sucedió a nivel mundial con la utilización de plaguicidas, aunado a esto, la utilización de este tipo de productos ocasionó fuertes plagas económicas, contaminación del medio ambiente y de los productos que el hombre consume, extinción de especies y daños a la salud de la mayoría de los seres vivientes de nuestro planeta.

El problema de alimentar a la humanidad sigue siendo un reto para la mayoría de la gente preocupada por lograr un mejor lugar donde vivir, esto significa no solamente lograr mayor producción de los cultivos sino que significa luchar y procurar conjuntar todos aquellos factores que conlleven a alcanzar altas producciones, manteniendo -

un equilibrio ecológico en los ecosistemas y evitando la contaminación nociva para la mayoría de las especies que habitan nuestro planeta incluyendo al hombre. (\* C. PLAG.).

Para esto, desde la década de los años cincuenta se empezó a trabajar en lo que se llamó Control Integrado, lo cual era la conjunción del Control Químico y el Control Biológico, (\* C.I. DE PLAG Y ENF.), esto ha venido desarrollándose, utilizando diferentes tipos de control, y diferentes técnicas, hoy en día y debido a los avances en la investigación sobre control de plagas se cuenta con una gran variedad de opciones contra el ataque de plagas, las cuales cojuntándose y alternándose en su debido tiempo, -- cantidad y calidad nos dan el concepto más revolucionado para el control de organismos nocivos, el cual contempla la integración de factores tales como lo económico, ecológico y social enfocados a una producción más racional y benéfica para todos nosotros, ese concepto es el del Manejo Integral de Plagas (MIP).

## 2. CONCEPTO DE MANEJO INTEGRAL DE PLAGAS

Para iniciar se mencionará la definición que dió la FAO sobre lo que llamó Control Integrado. "Control Integrado de Plagas es un enfoque ecológico, multidisciplinario al manejo de poblaciones de plagas, que utiliza una variedad de tácticas de control compatible en un solo sistema coordinado de manejo de plagas". (FAO 197 ). En esta definición se distinguen varios aspectos fundamentales.

a) Se menciona la intervención de factores "Ecológicos Multidisciplinarios", los cuales se refieren a los factores abióticos y bióticos existentes en los diferentes ecosistemas, esto es, se reconoce la acción de diversos organismos así como de los elementos físicos en las fluctuaciones que puede sufrir una población de organismos, llámese benéficos o plagas.

b) Al mencionar "La utilización de una variedad de tácticas de control", se refiere al hecho de hacer uso no solamente de un tipo de control, como pudiera ser el control químico, sino que plantea el conocimiento de los diferentes tipos de control así como de las técnicas que agrupa cada uno para poder elegir y hacer uso de aquel tipo de control o de aquellos tipos de control que sean factibles

de utilizar para controlar una población plaga.

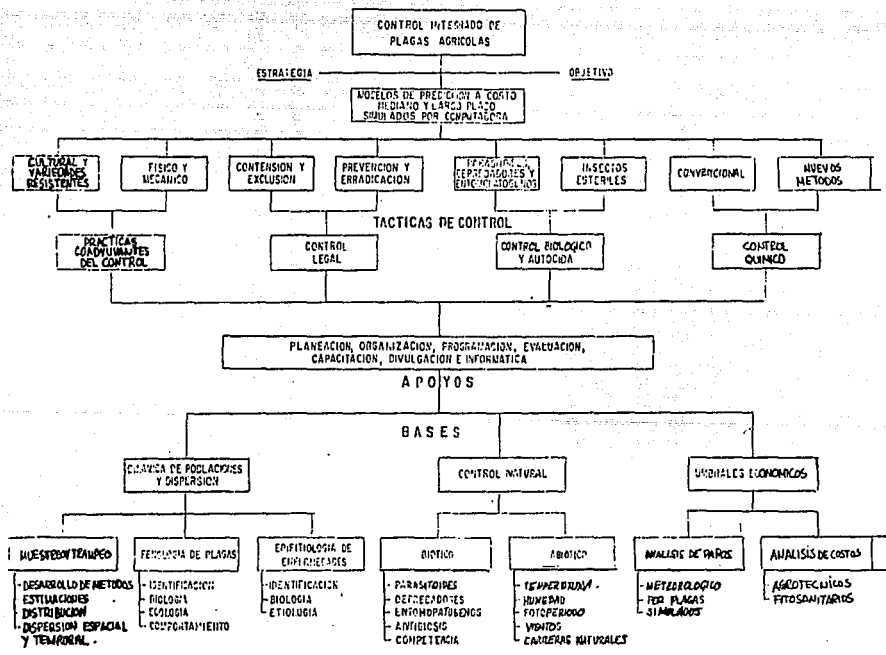
c) Se menciona como "sistema coordinado de plagas" a aquellas acciones organizadas, compatibles, adecuadas y necesarias para lograr un buen efecto de control sobre los organismos plaga.

En lo que se refiere al Manejo Integral de Plagas - (MIP), la anterior definición fué una de las más completas definiciones que se dieron pero fué hace casi quince años, desde entonces se han modificado algunos conceptos y como definición ha variado incorporando en la actualidad otros elementos que no se consideraron en aquel tiempo; más adelante concluiremos con la definición que para mi gusto concentra todos aquellos elementos que deben intervenir en un programa de MIP.

A continuación quisiera tratar algunos aspectos fundamentales para el entendimiento del MIP.

Se consideran tres niveles en lo que es el MIP, Las Bases, Las Tácticas de Control y Los Apoyos (Cuadro No. 1) (García F.A. 1982).

Las Bases se considera que son el conocimiento elemental que se debe tener respecto al lugar que ocupan los



CUADRO No. 1.

organismos plagas en el medio ambiente y su relación tanto con los demás organismos como en los fenómenos meteorológicos y viceversa, esto implica la relación que guardan las plagas para los intereses del hombre o sea la importancia económica respecto de las plagas hacia los cultivos. Se consideran como base del MIP la Dinámica de Poblaciones, Control Natural y los Umbrales Económicos.

**DINAMICA DE POBLACIONES:** Es el estudio de las fluctuaciones de una población así como de los factores que producen dichas fluctuaciones. (EMMEL 19 ).

**CONTROL NATURAL:** Es el control de los factores bióticos y abióticos existentes en el medio ambiente y de la interrelación con otros factores o entre sí (N.A.S. 19 ).

**UMBRAL ECONOMICO:** Es el nivel de daño que causa una población plaga, el cual justifica de acuerdo a la rentabilidad del cultivo, la utilización de algún o algunos métodos de control. (García E.A. 1982)

El conocimiento de éstos tres aspectos que son básicos, son en sí el conocimiento de la ecología de los sistemas agrícolas así como de los costos y procesos de producción de los cultivos. A esto se le denomina Diagnóstico. (SARH 1983).



Las tácticas de control son todos los métodos de -- control conocidos hasta ahora y agrupa al C. Cultural, C. Mecánico, C. Físico, C. Legal, C. Genético, C. Biológico y C. Químico. Así como a las diversas técnicas que agrupa -- cada uno de ellos, conociendo el problema, este nivel es -- el más importante pues nos proporciona las herramientas -- más efectivas para poder controlar las plagas.

Los apoyos del MIP se considera que son la Planea--- ción, Organización, Implementación de Programas, Evalua--- ción, Capacitación, Divulgación y un control de datos o in--- formación; se considera que con estos apoyos, tanto técni--- cos como agricultores podrán sortear mejor los problemas -- de plagas al estar preparados previamente para abatir su -- ataque. (SARH 1983).

Hasta aquí se ha mencionado someramente del aspecto técnico y de los elementos que conforman a groso modo el -- MIP, en adelante se mencionará como se deben de integrar -- todos ellos en un programa de campo. (FIG. 2).

El MIP comienza antes de la presencia de las pla--- gas, llevando a cabo acciones de recopilación de informa--- ción, debemos recordar que la base es el diagnóstico, para lo cual, primeramente se debe tener toda la información po--- sible, respecto a las plagas que se presentan en una zona,

DINAMICA DE POBL. + C.NATURAL + U.ECONOMICO = DIAGNOSTICO FITOSANITARIO

+  
 DIAGNOSTICO FITOSANITARIO  
 REGISTROS (METEOROLOGICOS,  
 FENOLOGICOS, AGRICOLICOS)  
 PREVISIONES FITOSANITARIAS

-  
 DIAGNOSTICOS FITOSANITARIOS  
 TACTICAS DE CONTROL  
 MANEJO INTEGRADO

15

+  
 PREVISIONES FITOSANITARIAS  
 CIBERNETICA  
 MODELOS DE PREVISION

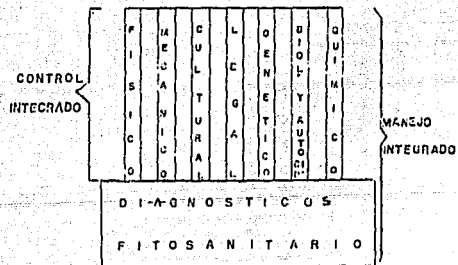


Fig. 2.

región o área agrícola, como lo es: la biología general, - comportamiento, y distribución de las principales plagas, niveles de plagas que pueden ser tolerables sin pérdidas - importantes; principales factores de mortalidad natural -- que regulan la dinámica de poblaciones; tiempo y lugar de ocurrencia y la significación de los principales predatores, parásitos y patógenos, el impacto de los procedimientos de control, así como los factores de mortalidad natural y el ecosistema en general (\* C.I.P Y ENFERMEDADES), - en que meses se presentan, ciclos de vida, voltinismo, nicho ecológico, a que cultivos atacan, recopilación de estadísticas climatológicas para correlacionar la información y tratar de sacar conclusiones que den información sobre la relación de las condiciones climáticas respecto a la incidencia de plagas. Así mismo se debe estudiar y conocer los Agroecosistemas, tipo de suelo, rotación de cultivos o cultivos próximos, organismos benéficos y todos aquellos factores que intervienen con los cultivos.

En base a esa información debe de llevarse a cabo una planeación de las actividades a realizar durante el ciclo del cultivo desde antes de sembrar, como puede ser la preparación del terreno, con el fin al efectuar un control cultural, la selección de variedades mejoradas y resistentes a las plagas que se presentan con frecuencia, un estu-

dio de los métodos tradicionales de control, tecnificación del cultivo, etc. Las siguientes acciones a seguir deberán ser en el sentido de calendarizar una serie de recopilación de datos como son la de efectuar muestreos secuenciales para conocer el momento de aparición de las plagas y saber los niveles de población en que se encuentran así como los niveles de población de los organismos benéficos, se deben de tomar datos también de las condiciones climáticas para saber en qué momento pueden ser favorables a los insectos y prever medidas de control, o bien puedan ser desfavorables. Igualmente deben de planearse todos los elementos que inciden en los procesos de producción como son siembra, riegos, fertilización, control de plagas y cosecha. Dentro de la planeación debe considerarse realizar un estudio de mercado para analizar el costo de producción del cultivo, haciendo hincapié en los costos de los diferentes métodos de control para determinar cuál o cuáles serán los más eficaces y menos costosos o con mayor rentabilidad, y el precio que tendrá el cultivo al final del ciclo.

Después de la planeación sigue la ejecución de las acciones, la efectividad de éstas, dependerá de una constante evaluación para determinar si se ha cumplido o tendrá que rectificarse, para esto debemos esforzarnos en reali--

zar lo mejor posible la recopilación de datos.

La finalidad que se persigue con todo el proceso anterior es la de lograr cultivos redituables en los que se altere lo menos posible el ecosistema existente y se presenten características socioeconómicas benéficas para el agricultor y el consumidor.

Resumiendo mencionaremos como definición del Manejo Integral de Plagas "El uso de una o más tácticas de control, de forma dinámica y coordinada, basadas en el diagnóstico para evitar que las poblaciones plaga alcancen niveles de daño económico a los cultivos, teniendo en cuenta la rentabilidad de los mismos sin dañar la ecología, causar problemas sociales y procurar por la salud y bienestar humano.

### 3. BASES ECOLOGICAS

#### 3.1 ECOSISTEMAS

En este tema se mencionarán aquellos aspectos básicos y elementales que nos llevan a una mejor comprensión de lo que son los ecosistemas y de las relaciones que ahí se dan al nivel de organismos como las plantas y los animales.

Primeramente, todos los organismos vivos en la tierra se agrupan dentro de una capa de la misma, la cual se denomina biósfera, en ella interactúan tanto los organismos vivos como todos aquellos elementos (y factores) que necesitan dichos organismos para sobrevivir (EMMEL 1981). De esta manera encontramos dentro de la biósfera una diversidad muy grande de organismos y elementos que guardan una relación intrínseca entre sí, en todas estas relaciones -- aunque dependientes unas de las otras, encontraremos que -- pueden diferenciarse por las actividades que en cada una de ellas se desarrollan, lo que nos va a dar la diferenciación de una amplia gama de ecosistemas, los cuales van a ser tan generales (p.e. Ecosistema Mar) o tan específicos (p.e. el habitat del gusano del maíz Heliothis zea) como -- queramos trabajar con ellos, en los muy generales se encon

trará una infinidad de relaciones interactuantes muy complicadas, en los más específicos esas relaciones disminuyen en número y en dificultad de entender los cambios, más sin embargo los factores básicos a estudiar tanto en unos como en otros son los mismos y la relación entre ellos es igual de fuerte, (tanto en los ecosistemas mayores como en los menores) estos factores son el F. Abiótico y el F. Biótico, dentro de los cuales se agrupan en cada caso todos los organismos o elementos interactuantes tanto en uno como en otro tipo de ecosistema. Por lo que la complejidad de los ecosistemas estará en función del número de especies y de individuos que se encuentren en él, debido a que en esa proporción se encontrarán las relaciones que ahí se den. (EMMEL 1981).

Entendemos por ecosistemas el área o zona donde habitan los organismos y su relación con los factores del medio ambiente pudiendo ser estos bióticos (los seres vivos) y abióticos (físicos, como el suelo, los fenómenos meteorológicos, etc. y químicos,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ , etc.). (ODUM AND EMMEL).

Los sistemas ecológicos de la tierra, son muy diversos, y tan amplios o tan específicos como nosotros queremos estudiarlos, y en todos los casos encontraremos puntos

similares en las relaciones que ahí se dan.

Todos los organismos en la tierra se encuentran dis  
tribuidos ordenadamente conforme a diferentes característi  
cas específicas para su desarrollo y reproducción lo que -  
implica a nivel macro que los organismos no se distribuyen  
al azar, ni sus relaciones con otros organismos son fortui  
tos sino que obedecen a ciertos ordenamientos los cuales -  
se clasifican en Evolutivos, Espaciales, Temporales y Meta  
bólico (EMMEL 1981).

ORDENAMIENTOS EVOLUTIVOS: En este sentido se obser  
va en los ecosistemas una tendencia de adaptación o evolu-  
ción de un organismo con respecto al medio ambiente o a --  
otros organismos, esto es; se sabe que los sistemas ecoló-  
gicos son dinámicos, experimentan continuos cambios produ-  
cidos por los factores abióticos, lo que obliga a los orga  
nismos a procurar cambios metabólicos y fisiológicos para  
poderse adaptar a las nuevas condiciones existentes, a es-  
tos cambios se les conoce como presión de selección o pre-  
sión de evolución en donde solo los organismos que evolu-  
cionan conjuntamente y se adaptan a esas condiciones son -  
los que persisten a través del tiempo. (EMMEL 1981).

ORDENAMIENTO ESPACIAL: Este ordenamiento se refie-



re al lugar físico que ocupan los organismos vivos y se -- clasifica como ordenamiento espacial horizontal o vertical, esto define más claramente la posición exacta de cada uno de los organismos, el eje horizontal se refiere a la ubicación que guardan los organismos con respecto a la latitud y altitud de la zona o región, (P.E. difícilmente encontramos las especies de los litorales en una serranía o bien en una meseta). Si se observa un corte transversal de la República Mexicana donde se vean tanto el Golfo como el -- Océano Pacífico observaremos que la vegetación de las costas es diferente a la de las sierras y estas a su vez diferentes a la vegetación de la mesa central.

Como se mencionó antes, esto obedece a características físicas y químicas las cuales son diferentes para cada una de las regiones que hemos mencionado y la estancia de las especies en esos lugares no es fortuita sino que se debe y deberá a largos períodos de adaptación de los organismos vivos.

El Ordenamiento Espacial Vertical se refiere al espacio ocupado por una especie en relación a la distancia - del suelo, y esto se aplica para una zona específica (p.e. un bosque) en la cual se encuentran las especies distribuidas en el suelo en diferentes estratos como pueden ser los

hongos, nemátodos, insectos, ácaros, etc., hasta ocupar -- espacios muy altos como los pinos, oyameles, abies, etc.

**ORDENAMIENTO TEMPORAL:** Esto se refiere a la distribución de las especies a través del tiempo, y encontraremos especies que se han adaptado a una zona tan bien que - perduran y perdurarán a través de los años mientras las características que hicieron posible su estancia persistan. Habrá otras especies que no se hayan adaptado a esas características y sólo permanezcan el tiempo necesario para su desarrollo y reproducción, de esta forma encontraremos especies perenes como las que nos referíamos al principio, especies bianuales, anuales, estacionales y cíclicas (\* ODUM 1980).

**PERENNES:** Son aquellas que su permanencia va más - allá de un período indefinido después de los tres años Pinus, Abies, Frutales, Gatos, Pumas, Venados.

**BIANUALES:** Son aquellas que su etapa de vida dura entre uno y dos años, tiempo en el que su desarrollo llega a su máxima capacidad de reproducción.

**ANUALES:** Son aquellas especies que su vida se termina en un año o menos.

**ESTACIONALES:** Aquellas especies que aparecen únicamente durante o entre aquellas estaciones del año (P.V. -- O.I) que ofrecen las mejores características climáticas para ellas.

**CICLICAS:** En la naturaleza existen diferentes ciclos, la mayoría de ellos debido a los fenómenos de rotación y traslación de los cuerpos que se encuentran en el Universo (Sol, Planetas, Satélites, Meteoros, Cometas, -- etc.) es decir, son ciclos astronómicos que de una forma u otra afectan o intervienen en el desarrollo de los organismos presentes en la tierra, así; se presentan ciclos solares, ciclos lunares, ciclos estacionales, ciclos diarios o circadianos, ciclos anuales y ciclos de unas cuantas horas; en este sentido encontraremos especies que se presentan o que duran el tiempo en cada uno de esos ciclos durante su cumplimiento (EMMEL ).

**ORDENAMIENTOS DE BIOMASA:** Se refiere a la transferencia que existe en la naturaleza de materia y energía esto es que en los ecosistemas existen cadenas y redes en donde la materia y la energía circula de un eslabón a otro de una manera ordenada y bien definida (pero no siendo cíclicas pues en el paso de un eslabón a otro existen pérdidas, p.e. ciclo del nitrógeno).

Como lo son los ciclos biogeoquímicos, en los cuales la materia compuesta de elementos químicos circula ordenadamente por los diferentes eslabones de organismos formando ciclos (p.e. C.N.C.F.<sub>2</sub>), no sucediendo lo mismo con la energía pues en el paso de un organismo a otro existen pérdidas o liberaciones de energía lo cual hace que la energía inicial recibida por los productores de alimento de los ecosistemas no sea la misma que se transfiere a los últimos organismos de las cadenas o de las redes. (EMMEL - 1981).

#### CADENAS ALIMENTICIAS:

En los ecosistemas y dentro de las relaciones existentes entre los organismos encontramos que las principales son: Depredación, Simbiosis y Competición estas relaciones van siempre encaminadas a la supervivencia de las especies. (EMMEL 1981).

**DEPREDACION:** Es la acción cuando un organismo se alimenta de otro, comiendo ya sea una parte del organismo predado o bien comiéndose la totalidad del individuo, así tenemos que la mayor parte de las especies existentes son depredadoras ya bien cuando se alimentan los animales de una planta o bien cuando estos se alimentan de otros anima

les. En este caso, existe una diversidad en cuanto a las especies predadas.

**SIMBIOSIS:** Es la relación existente entre dos organismos los cuales dependen estrechamente de esa relación para poderse desarrollar, y encontramos tres formas principales dentro de este tipo de relación: Mutualismo, Comensalismo y Parasitismo. (EMMEL 1981).

**MUTUALISMO:** Es la relación entre dos organismos en la cual los dos salen beneficiados este es el ejemplo clásico de los líquenes en donde las algas y hongos se necesitan mutuamente para sobrevivir.

**COMENSALISMO:** En esta relación uno de los dos organismos resulta beneficiado sin dañar significativamente al otro, un ejemplo de esta relación es la que existe entre las cucarachas y el hombre en donde el insecto se alimenta de los desperdicios de comida o de las sobras del ser humano sin que esto afecta al mismo, ocasionando un repudio o mal estético considerado por el hombre.

**EL PARASITISMO:** Es la relación entre dos organismos en la cual uno de ellos sale beneficiado y el otro organismo resulta gravemente perjudicado, puede ser que se alimente y ocasione desde males pasajeros hasta una endemia

ca desnutrición o bien que llegue a ocasionar la muerte, - este es el caso de las garrapatas, piojos, chinches y --- otros organismos parásitos.

COMPETICION: Es la relación entre individuos de -- una o más especies las cuales compiten por un espacio para poder alimentarse, aparearse, resguardarse y protegerse de factores adversos a su desarrollo, esta competición puede ser entre especies o bien entre individuos de la misma especie.

Tanto la Depredación como la Simbiosis enmarcan y - encauzan la posición de cada uno de los organismos dentro del ecosistema para ocupar un lugar definido dentro de lo que son las cadenas alimenticias y lo que son las redes -- alimenticias, estas cadenas y redes son la representación gráfica del flujo de la materia y de la energía en el ecosistema, y pueden ser tan sencillas o complicadas conforme lo sea el ecosistema, una cadena es la sucesión continúa - en forma directa o bien el paso de materia y energía de - una especie a otra ordenadamente, se le denomina eslabón o nivel trófico al lugar que ocupa cada una de las especies dentro de una cadena alimenticia; el primer nivel de toda cadena siempre lo ocuparán las plantas o vegetales que son los únicos organismos en transformar la energía lumínica -

en compuestos alimenticios en conjunción de elementos químicos, el segundo nivel esta conformado por los organismos que se alimentan de plantas a los cuales se les denomina - herbívoros, el tercer nivel y los subsecuentes se encuentran ocupados por organismos carnívoros que en su mayoría son animales que se alimentan de otros animales, el último eslabón de todas las cadenas alimenticias esta ocupado por los organismos desintegradores, los cuales son los encargados de volver a su estado inicial aquellos elementos químicos que durante toda la transferencia de materia y energía de un eslabón a otro han formado diferentes tipos de compuestos, los microorganismos no sólo los encontramos al final de la cadena sino que pueden estar presentes en cualquier nivel en el cual sea necesaria la descomposición.

**LAS REDES ALIMENTICIAS:** Están formadas por la asociación de diferentes cadenas alimenticias y la diferencia mayor es que un nivel de la red alimenticia puede guardar relación no únicamente con su nivel antecesor, como sucede dentro de una cadena sino que puede tener relación con -- otros niveles de la misma cadena o con niveles de diferentes cadenas alimenticias presentes en su habitat.

Planta	Herbívoro	Carnívoro	Desintegradores
1er. nivel	2o. nivel	3er. nivel	4o. nivel

A continuación trataremos sobre las pirámides ecológicas, las cuales son representaciones gráficas de la cantidad de individuos, de materia o de energía que existe en cada uno de los niveles tróficos de una cadena o red alimenticia de un ecosistema. Se llaman pirámides ya que en la base, se ubicará siempre el nivel de los productores, - pues es en este nivel donde existe el mayor número de individuos, o el número de energía, en el siguiente escalón o nivel se ubican los consumidores primarios o herbívoros -- los cuales siguen en número a los productores y así se van sobreponiendo los siguientes niveles hasta que en el ápice se encuentran los organismos comprendidos como el último - eslabón de consumidores, antes que los desintegradores --- pues a éstos los podemos contar dentro de cada uno de los diferentes niveles o eslabones (" C.I. D.P. E.A., 1982)

**PIRAMIDES DE NUMEROS:** Estas consideran el número - de individuos por nivel trófico:

**PIRAMIDES DE BIOMASA:** Consideran la cantidad de materia seca que representa cada uno de los diferentes niveles tróficos.

**PIRAMIDES DE ENERGIA:** Representan la cantidad de - energía que existe en cada uno de los niveles tróficos.



### 3.2 FLUJOS DE ENERGIA

La energía primaria que nutre la vida a todos los organismos es la energía del sol, a través de muchos kilómetros por espacio atraviesa la atmósfera terrestre y llega hasta las selvas, los bosques, los desiertos y los océanos en donde los vegetales la asimilan y la transforman en energía química, energía que es utilizada por las plantas para alimentarse así mismas y para que se puedan alimentar los animales y organismos de los diferentes niveles tróficos.

Se considera que del total de energía que incide -- sobre la tierra sólo menos del 2% de ella es aprovechada -- por las plantas para sus diferentes funciones y del resultado y transformación de ese porcentaje de energía aprovechado por las plantas sólo un mínimo porcentaje pasa al siguiente nivel trófico y así subsecuentemente hasta el fin de la cadena, de un nivel a otro se pierde ese porcentaje en forma de calor por acción de trabajo celular. (EMMEL -- 1981).

La energía solar, por sí misma no es una energía -- que puedan utilizar los organismos para alimentarse, sino que es, la energía inicial que aprovechan las plantas para

poder llevar a cabo la fotosíntesis en la cual se aprovechan los elementos químicos minerales y los elementos químicos orgánicos para formar compuestos tales como carbohidratos y aminoácidos los cuales son aprovechados por las plantas para adquirir la energía o alimento para poder desarrollar todas sus funciones, a este tipo de energía se le llama energía química y es la que de hecho suministra los compuestos para que los organismos los utilicen y puedan tener la energía necesaria para realizar los diferentes tipos de trabajo que se dan a nivel celular, de tejidos, de órganos, de aparatos y sistemas que hacen que los seres vivos hagan eso, vivan.

Se considera que de los elementos químicos que se conocen aproximadamente cuarenta son necesarios para los organismos y de éstos el 10% (cuatro elementos) representan el 90% de requerimiento por los organismos para poder subsistir, estos elementos son el Carbono, el Nitrógeno, el Oxígeno y el Hidrógeno, el Carbono es absorbido del ambiente por las plantas en forma de  $\text{CO}_2$  y mediante la fotosíntesis respiración vegetal es sintetizado conjuntamente con el  $\text{H}_2$  en carbohidratos liberando  $\text{O}_2$  que es lo que ocupan el resto de los organismos para sus ciclos respiratorios propios, el nitrógeno es un gas que representa el 70% de los gases de la atmósfera y que es fijado a la tierra -

mediante la acción de bacterias que guardan una estrecha relación con plantas leguminosas, las bacterias forman nitratos que es la forma en que el nitrógeno es asimilado -- por las plantas, otra forma de fijación de nitrógeno en la tierra es por medio de los rayos eléctricos, durante las tormentas de rayos por medio de la conducción eléctrica el nitrógeno es fijado al suelo para poder ser aprovechado -- por las plantas, las plantas al asimilarlo y sintetizarlo forman aminoácidos los cuales sirven a la planta para la fabricación de proteínas vegetales que conjuntamente con los carbohidratos suministrarán la energía que necesitan las plantas para su desarrollo, estos compuestos químicos son aprovechados como ya lo mencionamos por las mismas -- plantas para alimentarse, una cantidad es utilizada en trabajo celular y la otra parte es almacenada, esa cantidad -- que es almacenada es la que los consumidores primarios o herbívoros utilizan para su alimentación, al igual que las plantas estos organismos sintetizan los carbohidratos y -- las proteínas en compuestos similares que son absorbidos -- por sus células para poder desarrollar el trabajo o función que llevan a cabo, almacenando igualmente una parte -- de esos compuestos mismos que pasan a los organismos del siguiente nivel trófico o carnívoros primarios y así subsecuentemente hasta el último eslabón de la cadena aliment-

cia. (EMMEL 1981).

Durante este capítulo se mencionó sobre las cadenas y redes alimenticias, dentro del tema de flujo de energía se toco como es transmitida esta energía primeramente solar y posteriormente química de un nivel a otro de las cadenas y redes, es importante señalar que debido a la mínima cantidad que pasa de un nivel a otro, es necesario que para un individuo en cada uno de los diferentes niveles -- tróficos, corresponda un número inestimable de individuos en el nivel trófico anterior que suministren la cantidad de energía que cada uno de esos individuos necesita para subsistir.

### 3.3 AGROECOSISTEMAS

Los agroecosistemas se pueden definir como sistemas ecológicos modificados y manejados por el hombre, esto significa que el hombre a transformado el medio ambiente en el cual habita y habitan todos los demás organismos, básicamente para obtener una optimización de los recursos ecológicos que el hombre necesita para satisfacer sus funciones elementales y cubrir las actividades que a venido desarrollando conjuntamente con su evolución social, cultural

y económica.

Lo anterior no significa que el hombre haya sido capaz de controlar los factores bióticos y abióticos en su totalidad, si bien a sido capaz de modificarlos depende de las leyes de la naturaleza para procurar que esos sistemas agrícolas se comporten y cumplan con sus necesidades. Esto significa que en los agroecosistemas se presentan los mismos tipos de relaciones que se presentan en un ecosistema natural, obviamente que esas relaciones no serán tan complejas debido a que los agroecosistemas en general, tienden a una simplificación del medio ambiente (monocultivos) lo que reduce el número de especies presentes y por consiguiente el número de relaciones que puedan interactuar entre estas.

En lo concerniente a los tipos de Ordenamientos, tenemos lo siguiente:

**ORDENAMIENTOS EVOLUTIVOS:** En este sentido el agro-sistema rompe con este tipo de ordenamiento a nivel de productores o plantas.

Para poder obtener un máximo rendimiento, el hombre a tendido a la homogeneidad genética de los cultivos lo que interrumpe las opciones para una continúa adaptación,

al sembrar grandes extensiones con plantas, en su mayoría idénticas genotípicamente, provoca una selección drástica para las especies que ocupan el lugar de consumidores primarios pues no da opción a una adaptación de todas ellas y provoca que sólo aquellas altamente especializadas en alimentarse de ese nivel trófico primario subsistan y tiendan a una adaptación de las características que el hombre propicia para el desarrollo óptimo del cultivo. Además se irrumpe en el desarrollo de las especies que ocupan los siguientes niveles tróficos.

**ORDENAMIENTO ESPACIAL HORIZONTAL:** En muchos casos el hombre a roto este tipo de ordenamiento al trasladar especies que no se tenían en otras latitudes y otras altitudes, de forma natural como el caso de la Vainilla, el Cacao, el Maíz, la Papa, etc., a lugares de semejantes características físicas a las de su origen o bien forzando en muchos casos para obtener variedades que se adapten a nuevas condiciones y características.

**ORDENAMIENTO ESPACIAL VERTICAL:** Este ordenamiento no ha sido alterado drásticamente por la acción de los Agfroecosistemas, quizás algunas especies hayan modificado hábitos e intercambiado nichos, pero la mayoría de las especies se mantiene y guarda un lugar en el espacio en sen-

tido vertical conforme a sus características propias. --  
(EMMEL 1981).

**ORDENAMIENTO TEMPORAL:** En este sentido los Agroeco sistemas han modificado la presencia de algunas especies vegetales debido a la utilización del riego el cual provee del elemento vital, agua, que es uno de los factores que principalmente determina el ordenamiento en este sentido.

**ORDENAMIENTO METABOLICO:** Este ordenamiento también se a visto fuertemente afectado por la acción de los Agroecosistemas debido principalmente a las grandes aportaciones de energía que en forma de fertilizante son aportados al sistema y por la extracción masiva de la materia que se efectúa en la cosecha. Esto ha provocado cierta especificación en la distribución en tiempo y espacio de los cultivos; en adelante se verá más claramente dicha distribución.

En lo que concierne a las relaciones de depredación, simbiosis y competición se presentan dichas relaciones y éstas dependen o se ven afectadas de igual manera por los factores bióticos y abióticos teniendo igual significancia o mayor que las que pudiéramos encontrar en un ecosistema pues en los agroecosistemas son más directas y dependientes entre especies al especificarse o simplificarse las cadenas o redes alimenticias.

Esto se puede observar en la relación que existe -- entre el gusano bellotero o elotero que se alimenta tanto de maíz como de algodón, en los campos algodoneiros se re-- ciente la presencia de dicho organismo pues causa graves - daños al alimentarse de este cultivo, esta especie tiene - preferencia por el maíz y si no encuentra cultivos de maíz, su ataque va a ser mayor.

Los Flujos de Energía en los Agroecosistemas tien-- den a ser muy directos y no son cíclicos como en los eco-- sistemas, en los agroecosistemas como ya lo mencionamos -- son aportadas grandes cantidades de energía la cual se pro-- cura sea aprovechada únicamente por las plantas, al inter-- ferir los organismos herbívoros sustrayendo parte de esta energía, ocasionan grave daño si no son eliminados, por lo que se recurre a la acción de controlarlos o eliminarlos - para aprovechar el hombre la mayor parte de la misma.

Las cadenas alimenticias en los agroecosistemas son muy simples y a lo más alcanzan a tener tres eslabones o - niveles tróficos.



#### 4. DIAGNOSTICO Y PREDICION DE POBLACIONES

Hasta ahora hemos analizado la complejidad de los Ecosistemas y la transformación de estos en agrosistemas -- así como de la función de los organismos tanto en uno como en otro, pero refiriéndonos a nuestro punto de interés llegamos al capítulo donde se verá de qué forma se debe de estudiar la complejidad de los organismos plaga y de los factores interactuantes en los agroecosistemas, que son la -- unidad fundamental de nuestro objetivo, para poder determinar los criterios de control; para ello debemos resolver -- cuatro preguntas importantes Cómo, Cuándo, Dónde y Cuánto se presentan las poblaciones plaga en nuestros cultivos.

Para eso debemos hacer observaciones constantes y -- periódicas del habitat o agroecosistema, debemos comprender el comportamiento de las poblaciones y sus acciones y reacciones con los organismos y el medio físico en el cual conviven, para ello debemos conocer su dinámica, debemos -- conocer el medio ambiente natural, el cual ejerce una influencia sobre las poblaciones, debemos conocer los puntos críticos del medio ambiente, su potencialidad y restricciones, debemos saber ubicar a las poblaciones plaga en el -- tiempo y en el espacio y debemos saber cuantificar dichas poblaciones para determinar los niveles a los que se en---

cuentran o puedan llegar; en sí debemos hacer un diagnóstico de nuestro cultivo para saber sus opciones y conocer -- las alternativas a seguir para lograr una máxima producción de los mismos.

Consideramos a este tema básico para el establecimiento de programas de manejo integral de plagas.

#### 4.1 MUESTREO

Hasta ahora hemos hablado de medir las poblaciones sin mencionar de qué forma debemos hacerlo, es en este punto donde abordaremos la forma y las técnicas que se conocen para poder determinar los niveles en que se encuentran las poblaciones de organismos en su medio ambiente.

La razón del muestreo nace ante la imposibilidad de poder contar un todo, dado que esto significaría un esfuerzo mayúsculo que prácticamente en nuestros cultivos resultaría incosteable, por eso hacemos uso del muestreo con la finalidad de obtener índices que nos ayuden a estimar el número de individuos de las poblaciones de interés para nosotros.

Existen dos clases de muestreo, el muestreo cualitativo y el muestreo cuantitativo. (Gómez 1984).

**MUESTREO CUALITATIVO:** Este tipo de muestreo se hace con la finalidad de conocer qué especies se encuentran presentes en nuestros cultivos ya sea de organismos plaga o de organismos benéficos.

**MUESTREO CUANTITATIVO:** Este tipo de muestreo se realiza con la finalidad de estimar el número de individuos que de una especie se encuentran presentes.

Así mismo podemos hablar que para esta clase de muestreo podemos llevar a cabo muestreos absolutos y muestreos relativos.

**MUESTREO ABSOLUTO:** Es aquel que se realiza llevando a cabo un conteo total del número de individuos por unidad fija, pudiendo ser ésta una hoja, un tallo, una flor, un fruto o bien por unidad de superficie; un metro cuadrado o una hectárea.

Dentro de las técnicas para realizar este muestreo tenemos el conteo in situ, las bolsas, mallas y las aspiradoras.

**CONTEO IN SITUM:** Es el hecho de realizar los conteos directamente en la unidad escogida para realizar el muestreo observando y contando todos los organismos a todos los individuos de una población que se encuentren presentes en el momento del muestreo dentro de la unidad determinada para el estudio, si por ejemplo se escogió como unidad las hojas, se dirige el muestreo a esa parte de las plantas para contar los organismos que se encuentren en ella; si la unidad escogida fue un metro cuadrado escogemos esa superficie dentro de nuestro cultivo y se contarán el número de organismos presentes. (Romero 1982).

**BOLSAS:** En este caso se escogen las plantas en donde se sospeche puedan estar presentes los organismos de interés para nosotros, colocando una manta cilíndrica en la base de la misma, se deja esa bolsa por algún tiempo después del cual se regresa se jala rápidamente hacia arriba, anudando, tanto en la base junto al tallo como en la parte superior por arriba del falaje y de toda parte de la planta, se corta la planta y se lleva algún lugar donde se pueda realizar el conteo de los organismos que hayan quedado atrapados dentro de la bolsa. (García 1984).

En este caso, no siempre todos los organismos quedan dentro de la bolsa, pero con agilidad y práctica se --

puede lograr que queden la mayor parte de ellos.

**MALLAS:** Para esto ubicamos una superficie la cual la cercamos con una malla para impedir la salida o entrada de cualquier organismo contando todo lo que haya quedado -- incluido el momento de cerrar la superficie escogida. (Anónimo, 1981).

**ASPIRADORAS:** Es la utilización de máquinas que aspiran a los organismos que se encuentran en o sobre las -- plantas o en aquellos puntos donde se resguarden o encuentren los organismos, los cuales quedan atrapados dentro de una bolsa de la máquina de donde son extraídos para su conteo. (García 1984).

Estos métodos no están exentos de errores pues algunos de los insectos escapan a la vista o a la acción de la utilización de herramientas aquí descritas, pero son -- buenos indicadores en el momento en que no se disponga de alguna técnica más perfecta.

**MUESTREO RELATIVO:** Son aquellos en los cuales el -- número de organismos es sólo un indicador de la presencia de los mismos sin que sean realmente representativos del -- número total de la población, como técnicas de este tipo --

de muestreo se conocen, la utilización de redeos, trampas y observación de daños o de exuvias de los organismos.

**REDEOS:** Es la utilización de redes entomológicas - para atrapar organismos que se encuentren en la parte superior de las plantas o bien volando a su alrededor. (Anónimo, 1981).

**TRAMPAS:** La utilización de objetos o herramientas con la finalidad de atraer a los organismos a estos donde puedan ser contados; como atrayentes pueden ser utilizados, la luz (en sus diferentes tipos de ondas), sabores -- (alimentos), olores (por ejemplo feromonas) y colores. -- (García 1984).

**DAÑOS O EXUVIAS:** Los organismos al estar presentes y alimentarse del cultivo dejan rastros de su presencia como lo son los daños que ocasionan al mismo o bien dejan -- sus excrementos o partes de su cuerpo como las cápsulas de las pulpas al ser abandonadas por algunos insectos y los - cuales son indicadores de su presencia y pueden ser utilizados para estimar su número. (García 1984).

Ante todo, muestrear, es tomar parte de un todo para conocer las características que existen en ese lugar es

cogido, debe de cuidarse que ese lugar sea representativo de todo y guarde la posibilidad de ser ocupado por cualquier organismo; lo más útil para determinar el lugar que debe muestrearse es conociendo los hábitos y distribución lo que es fundamental para poder dirigir los muestreos.

Los organismos se distribuyen en los agroecosistemas al azar, regularmente o por contagio.

Conociendo lo anterior podemos dirigir nuestros muestreos de tres formas, Muestreos al Azar, Muestreos Sistemáticos y Muestreos Estratificados. (García 1984).

**MUESTREO AL AZAR:** Este tipo de muestreo lo llevaremos a cabo cuando el organismo que deseemos muestrear tenga una distribución al azar, esto es que pueda ocupar un punto cualquiera en el espacio sin perjudicar esto la presencia de otro organismo, aunque esto no se cumpla estrictamente en la realidad, en una superficie como lo es nuestro cultivo, si podemos hablar de una hoja o un tallo pueden ser ocupados o no por un organismo cualesquiera sin influir de manera determinante la presencia de otro organismo, de esta forma cualquier hoja de cualquier planta puede ser ocupada por cualquier individuo de la población a estudiar, en este caso si podemos hacer uso de muestreos al --

azar los puntos del cultivo donde realizaremos nuestro --  
muestreo. (Gómez 1984).

**MUESTREOS SISTEMATIZADOS:** Cuando se conoce que una población se distribuye regularmente, debemos dirigir nuestro muestreo de forma sistematizada, esto es muestrear cinco plantas cada diez metros o bien una de cada diez plantas o muestrear cada tres surcos, etc., llevar un sistema para realizar los muestreos. (Gómez 1984)

**MUESTREOS ESTRATIFICADOS:** Sabemos que dentro de un cultivo existen microclimas o condiciones especiales que guardan las características óptimas para que ahí se desarrollen las poblaciones, es precisamente dirigiendo nuestros muestreos a esos puntos como lograremos nuestros muestres estratificados. (Gómez 1984)

Toca ahora hablar del número de muestreos que se deben hacer, a este respecto diremos que la técnica más adecuada es realizar pruebas para determinar el número óptimo de muestreos para cada uno de los organismos o bien un método general para un cultivo. Una de las formas más útil y práctica es realizar una prueba, cuadriculando una superficie y llevar a cabo muestreos en todos y cada uno de los cuadros de la superficie escogida, las dimensiones de esos



cuadros puede ser determinada en base a la superficie total del cultivo y de los recursos con que se cuenta para realizar la prueba.

Se toman los datos de todos los muestreos y se hace el análisis estadístico de ellos, después se van eliminando muestreos secuencialmente haciendo el mismo análisis estadístico con los datos de los muestreos que van quedando, así hasta llegar al menor número posible de muestreos; se comparan los resultados, la  $\bar{X}$ , la  $S^2$ , el número total de población (máximos y mínimos), la  $S$  y se determina al grado de exactitud que se desea, de esta forma y en base a factores como: Tiempo, Recursos (mano de obra disponible), costos y el grado de exactitud, se decide el número de muestreos que se debe hacer.

#### 4.2 DINAMICA DE POBLACIONES

Las poblaciones, al igual que los organismos individuales que las constituyen, son entidades vivas, poseen una estructura concreta y un funcionamiento ordenado, crecen y mueren al mismo tiempo que interactúan en el medio ambiente. (EMMEL 1975)

**POBLACION:** "Conjunto de individuos de la misma especie que ocupan un lugar determinado y que se procrean entre sí", RABINOVICH la define como "conjunto de individuos pertenecientes a la misma especie y ocupa un área dada entre las cuales es de importancia el intercambio de información genética entre los mismos y que disponen de propiedades tales como tasa de natalidad, mortalidad, proporción de sexos, distribución de edades, atributos típicos de un nuevo nivel de organización. (ODUM 1980)

**AMBIENTE:** "Es la suma total de todo lo que directamente influye en la probabilidad, de que un animal sobreviva y se reproduzca. Sus componentes son: Recursos, parejas, depredadores, patógenos y agresores, clima y malentendidos. (ODUM 1980)

#### ORIGEN DE LOS CAMBIOS NUMERICOS EN LAS POBLACIONES DE INSECTOS:

En todos los ecosistemas existen la fuerte tendencia, por parte de todas las poblaciones, de evolucionar a través de la selección natural hacia la autorregulación -- (ya que la sobrepoblación no es en modo alguno en interés de población alguna), pese a que éste sea difícil de realizar bajo una presión extrínseca. La resistencia ambiental,

reducen siempre o detienen el crecimiento de la población. Estos factores pueden ser de muchas clases, pero suelen -- agruparse, con todo, en dos grandes categorías a saber: - Factores independientes de la densidad y Factores depen-- dientes de la densidad.

#### FACTORES INDEPENDIENTES A LA DENSIDAD DE POBLACION:

Un factor cualquiera, ya sea limitativo (negativo) o favorable (positivo) para una población, es independien-- te de la densidad si su efecto es constante, independiente mente del número de individuos en la población. Estos fac-- tores abióticos son más importantes en la regulación del - crecimiento de la población de organismos pequeños, de ci-- clos vitales breves y de potenciales bióticos altos. Den-- tro de éstos factores encontramos los siguientes. (Romero 1981).

**VOLTINISMO:** Son más probables las grandes poblacio-- nes entre insectos de ciclo corto y multianual que en los de una generación al año; sin embargo, el número de genera-- ciones ya esta programada genéticamente en poblaciones de cualquier tamaño. (Romero 1981)

**DIAPAUSA:** Es un período (característico de la ma-- yor parte de los insectos) de estado de dormancia, durante

alguna etapa de desarrollo. La diapausa puede tener lugar en cualquier etapa de la vida del insecto en el huevo fecundado, en los períodos larvales, en la etapa pre-pupa o pupal de los insectos holometabolos. La diapausa solo se presentará una sola vez en el ciclo vital. La diapausa en las etapas de preadulto, es un verdadero letargo pues el metabolismo y consumo de oxígeno es bastante bajo, hay un cese completo del desarrollo una adopción de mecanismos para resistir al frío, una resistencia a la desecación, formación previa de reservación de proteínas y grasas, desarrollo de resistencia a las infecciones y substancias químicas. Existen dos tipos de Diapausa y son:

**OBLIGATORIA:** Se da en especies univoltinas con una sola generación cada año.

**FACULTATIVAS:** Se da en las especies biopolivoltinas (dos o más generaciones al año) y se producen en la naturaleza únicamente en las generaciones que se encuentran en condiciones desfavorables. (García 1984)

Los factores que afectan a la Diapausa son:

- \* La mala calidad e insuficiencia de alimento
- \* La falta de agua

\* Fisiología del huésped

Los factores que inducen la diapausa es la temperatura y el fotoperíodo que al interactuar ambos al mismo -- tiempo inducen o inhiben la diapausa. Por ejemplo:

Altas Temperaturas + Fotoperíodo Largo = Previene la Diapausa

Bajas Temperaturas + Fotoperíodo Corto = Inducen la Diapausa

ENEMIGOS NATURALES FISICOS: Son factores meramente naturales que operan en el ecosistema en forma directa e -- influyen en las actividades de los organismos vivos.

TEMPERATURA: Se ha visto que la temperatura influye o se manifiesta, en la fecundación y oviposición, conforme aumenta o disminuye en algunos insectos. (García -- 1984).

Los insectos pueden ser divididos en tres grupos según su respuesta a la temperatura. (Kozhantchokov 1938)

- Los que no pueden sobrevivir un período largo cuando la temperatura cae por debajo del límite inferior del -- rango de temperatura que favorece su desarrollo normal. No pueden estar en letargo a temperatura baja; o continúan su

desarrollo o mueren. Este grupo comprende:

a) Especies que viven o tienen su origen en climas tropicales o subtropicales.

b) Especies de climas templados en las que hay cierto estadio en el ciclo vital que está adaptado para sobrevivir en el invierno, pero los estadios restantes, se asemejan a las formas tropicales, ya que son incapaces de entrar en letargo a temperaturas moderadas o bajas.

- Especies que se hacen quiescentes es decir, aquellos organismos, que tienen la capacidad de continuar su desarrollo a altas temperaturas y que sobreviven sanos pero -- inactivos a bajas temperaturas.

- Tienen un estadio invernal especializado que las -- adapta al clima templado frío.

a) Humedad relativa: El proceso de deshidratación o exceso de hidratación, afecta desde luego el proceso de reproducción en los insectos. Se ha observado que en la mayoría de los Artrópodos, se obtiene una disminución del potencial reproductor con una reducción de la humedad relativa, o sea que a menor humedad, el potencial reproductivo

disminuye. Pero si un Antrópodo es sometido experimentalmente a una temperatura constante y una variedad de humedad relativas se observa que el proceso de reproducción en términos de fecundidad, muestra óptimos bien marcados a -- una humedad intermedia o relativamente alta.

b) Fotoperíodo: En éste caso la luz va a ser un estimulante, para una serie de mecanismos que regulan los ciclos de vida y las actividades de diversos tipos de animales, sincronizándolos con las estaciones. El efecto de la luz va a estimular los mecanismos de los organismos para - detectar cuando y en que estaciones se pueden reproducir, aparear y ovipositar. O sea, que para algunos Antrópodos, la luz es una señal, para detectar cuando deben realizar -- sus actividades fisiológicas o morfológicas. No se tienen conocimientos bien claros acerca de la influencia de la -- luz en la reproducción pero se tienen ejemplos de algunos insectos como la mosca de la fruta. Se ha demostrado que éste insecto, se aparea en la última hora del día y en la primera hora de la noche, es posible que la respuesta, sea a una excitabilidad sexual de la luz para poder aparearse.

ENEMIGOS QUIMICOS: Son productos originados por el hombre, que tienen un efecto nocivo y perjudicial en las -- características, físicas, químicas, y biológicas de los --

ecosistemas, y ejercen una influencia directa en la densidad de los organismos.

a) Plaguicidas: El uso generalizado de plaguicidas ha causado reducciones espectaculares de las poblaciones silvestres independientemente del número de individuos presentes en el momento del rociado. El grado de mortalidad causado por el veneno de los plaguicidas provoca una disminución en las poblaciones de insectos tanto benéficos como dañinos.

b) Contaminantes: Los contaminantes químicos y componentes tensoactivos constituyen sustancias tóxicas que provocan la muerte, no solo para los organismos a quienes van destinados sino para muchos otros; provocando la reducción en las poblaciones de organismos.

#### FACTORES DEPENDIENTES A LA DENSIDAD DE POBLACION:

Son los factores que ejercen efectos variables, proporcionalmente al volumen de la población. Los factores dependientes de la densidad son causa del volumen estacionario de población que se ve en la porción del nivel superior de la curva de crecimiento. Por regla general empiezan a actuar muy por debajo de la capacidad de porte e in-



tensifica su efecto al acercarse la curva al límite superior de la población. Aquí la densidad de equilibrio, la producción de descendencia compensa exactamente la pérdida de adultos por muerte o emigración. Si el volumen de la población excediera la velocidad de equilibrio, los factores dependientes de ésta ejercerían un efecto más fuerte y producirían una velocidad de pérdida mayor. Este freno opera hasta tanto que la densidad de equilibrio vuelve a alcanzarse. Y en forma análoga, si el volumen de la población desciende por debajo de la densidad de equilibrio, los factores dependientes de ésta permitirán que la población aumente. Los factores dependientes de la densidad suelen ser de carácter biótico y comprenden acciones recíprocas con otros organismos. La competencia intraespecífica y competencia interespecífica. (EMMEL 1975)

**COMPETENCIA INTRAESPECIFICA:** Suele constituir un proceso importante de regulación en las poblaciones naturales. Los individuos de la misma especie compiten por un recurso de suministro limitado y, en estas condiciones, la población sólo puede acomodarse a una determinada densidad máxima. El alimento y el espacio suelen ser los recursos ambientales que escasean. (García 1984)

- **POTENCIAL BIOTICO:** Es la habilidad inherente de

un organismo para reproducirse en un tiempo dado bajo condiciones óptimas del medio ambiente. El potencial biótico es sencillamente el ritmo de crecimiento posible inherente a una población, en condiciones ideales. Así pues, el ritmo máximo de crecimiento es equivalente a la natalidad máxima menos la mortalidad mínima, sin restricción alguna como las de falta de alimento, depredación, parasitismo, etc. El potencial biótico se divide en:

a) **Potencial reproductivo:** Se refiere al número de crías, número de generaciones y proporción de sexos.

b) **Potencial protéctico:** Habilidad para aprovechar los materiales del medio ambiente para mantener su metabolismo.

Como resultado de la acción recíproca del potencial biótico y de la resistencia ambiental, las poblaciones de insectos suelen tener un patrón característico de aumento, esto es, una forma de crecimiento de la población en forma exponencial. (García 1984)

- **MIGRACION:** Es una forma de dispersión de la población, y es la entrada o salida periódica de los insectos que constituyen la población.

**COMPETENCIA INTERESPECIFICA:** Los recursos del ambiente son siempre limitados si dos poblaciones necesitan el mismo recurso, entonces cada uno de ellos contrarrestará la velocidad de crecimiento. Cada población podrá crecer solamente, si toma mayor cantidad del recurso limitado. Cuando una de las poblaciones "gana" la competencia, su número aumenta rápidamente, hasta que consume el recurso limitado (y la otra población decrece cada vez más, al no disponer del recurso que necesita para vivir). La intensidad de la competencia entre ambas poblaciones, depende del grado en que compartan el recurso común. (EMMEL 1975)

**- PARASITISMO:** El parásito constituye con frecuencia un factor importante en el control natural de las poblaciones. Los parásitos son más pequeños que los huéspedes y viven solamente una porción de la absorción de energía por éstos. Los parásitos viven sobre el huésped, en él, o cerca de él, acabando con el huésped muy lentamente o no lo harán en absoluto. Existen dos tipos de parásitos: (EMMEL 1975)

a) Ectoparásito: Viven en la superficie del cuerpo del huésped.

b) Endoparásitos: Viven dentro del huésped.

**- DEPREDADORES:** Puede definirse como la conducta -

consistente en capturar a otro organismo y alimentarse con él, siendo éste último consumido totalmente o en parte. Esto produce un efecto negativo sobre el desarrollo y supervivencia de los miembros individuales de la población que es objeto de depredación. En la relación de depredador y presa que ha existido durante mucho tiempo, la coevolución (mimetismos) reduce a un grado menor los efectos negativos sobre la presa. (EMMEL 1975)

#### Tipos de Mimetismo:

a) Coloración protectora: La presa llega a aparecer algún objeto de su medio ambiente, engañando a los depredadores.

b) Coloración críptica: La presa se parece a algún objeto o fondo inanimado o lo imita (escarabajos que parecen corteza).

c) Coloración repelente. En la coloración de la presa advierte a los depredadores sus propiedades auténticamente nocivas.

d) Mulleriano: Comparten un patrón de color y conducta de advertencia común por su gusto desagradable.

- **PATOGENOS:** Son organismos causantes de enfermedades y que tienen la facilidad de propagarse más fácilmente de un organismo a otro provocando que la densidad de población de los insectos disminuya. (García 1984)

- **COMPETENCIA POR NICHOS:** Existe una lucha entre organismos diferentes por espacio, y alimento, que es un recurso limitado. Se dice que dos especies no pueden ocupar el mismo nicho simultáneamente. Si dos especies que ocupan el mismo nicho llegan a estar juntas en el espacio, y el tiempo, se produce, por regla general uno de los tres resultados que se examinan. (García 1984)

a) **Extinción:** Una especie se extingue localmente.

b) **Exclusión competitiva:** Sobrevive en porciones adyacentes del mismo.

c) **Desplazamiento de carácter:** Presenta una situación simpátrica con las demás especies.

#### **CUANTIFICADORES DE LOS CAMBIOS DE DENSIDAD POBLACIONAL:**

Una vez que se conoce la biología, ecología y comportamiento de una población y que se han identificado los

factores más importantes que la hacen fluctuar, ya se puede intentar medir esa población, para tener una idea de -- los cambios que sufre en tiempo y espacio (suponiendo que sabemos muestrearlo). En términos generales, los parámetros usados en humanos (Tasa de nacimiento, muertes, crecimiento). Son aplicables a los insectos. Tenemos dos tipos de cuantificadores los directos e indirectos. (ODUM -- 1980)

- DIRECTOS:

1. (TN) Tasa de nacimiento =  $\frac{\text{Nacimientos vivos de c/est.}^*}{1000 \text{ pobladores}}$
2. (TM) Tasa de muerte =  $\frac{\text{Muertes en un ciclo (estadio) emig.}}{1000 \text{ individuos}}$
3. (TC) Tasa de crecimiento = (TN - TM) (\*) inmigración

- INDIRECTOS:

Es a partir del recuento de sus heces fecales de -- sus exuvias, daño que causan o de otros indicadores indirectos; obviamente esto tiene poca validez ecológicamente. Pero no puede permitirse la toma de decisiones para fines de un control.

## LAS TABLAS DE VIDA Y LOS FACTORES CLAVES:

Las tablas de vida representan por un lado, una manera sinóptica y sintética de plasmar en forma cuantitativa y numérica las principales características de la mortalidad específicas por edades por otro lado es un punto de partida para elaborar parámetros poblacionales, y de ésta manera evaluar importantes características concernientes a la población en estudio. (ODUM 1980)

Raymond Pearl, fué el primero en introducir la Tabla de Vida en la Biología General, aplicándola a datos obtenidos de estudios de laboratorio de la mosca de la fruta. Deevey reunió datos para la construcción de tablas de vida para cierto número de poblaciones naturales que van desde rotíferos a ovejas de montaña. Desde los estudios de Deevey, se han publicado numerosas tablas de vida para una diversidad de poblaciones naturales y experimentales.

## FACTOR CLAVE (MORTALIDAD) Y SU USO EN LA PREDICCIÓN DE POBLACIONES:

Una de las formas más directas y simples de obtener estimaciones de mortalidad se basa en realizar una estimación de la densidad poblacional en dos momentos sucesivos

de tiempo, donde no ha habido inmigración y emigración y - reproducción, es evidente que la diferencia entre la estimación poblacional en ambas ocasiones nos dará una estimación de la mortalidad. Otra forma, que es una evidente -- complementación a la diferencia de dos estimaciones poblacionales sucesivas, es la estimación de la mortalidad de - una manera directa a través de un estimado del número de - individuos muertos, aunque éste método depende mucho del - tipo de especie. También deben estimarse a partir de métodos de muestreo similares a los descritos para la estima-- ción de las densidades de poblaciones animales, la identi- ficación de los diferentes agentes de mortalidad. Las ob- servaciones directas permiten obtener una estimación de la mortalidad por causas de tipo climático. El uso del fac-- tor clave nos permite obtener los siguientes puntos, en ba- se a las poblaciones Cosecha-Plaga.

- La predicción del nivel de población de cada pla- ga de una generación a otra.

- El intercambio de información sobre los umbrales económicos de una plaga y sobre los daños a la cosecha cau- sados por el insecto nocivo en su etapa activa inmadura.

- La utilización de información obtenida por medio



de estudios ecológicos para dirigir, si es posible, el uso de insecticidas como un posible sustituto de otros factores del control independiente de la densidad, tales como el estado del tiempo en las prácticas integradas de manejo de las plagas.

#### 4.3 CONTROL NATURAL

##### TEORIA DE LA EVOLUCION:

La Evolución es una sucesión ordenada y continua de cambios, se puede subdividir en dos áreas:

**EVOLUCION ORGANICA O BIOLOGICA:** Se refiere al origen de la vida desarrollo y diversificación de plantas, animales y microorganismos a través de miles de millones de años.

**EVOLUCION INORGANICA:** Se refiere fundamentalmente a las ciencias físicas (astrología, geología, química) y relacionada con la sucesión de cambios de masa y energía que han ocurrido en grandes períodos de tiempo incluyendo el clima (cambios en la superficie terrestre). (EMMEL 1975)

En 1859 Carlos Darwin dió a conocer su libro sobre la Evolución de las Especies por medio de la Selección Natural. Este libro fué el resultado de sus observaciones y conclusiones que obtuvo en su viaje alrededor del mundo. El atribuye el cambio evolutivo principalmente a la Selección Natural.

Su teoría se basa en dos observaciones y dos conclusiones.

**Observaciones:**

- Todos los organismos muestran variaciones.
- Todos los organismos producen más descendencia de la que sobrevive (o llega a la madurez).

**Conclusiones:**

- El medio ambiente selecciona aquellos individuos mejor dotados o adaptados para sobrevivir, mientras que -- los menos adaptados no llegan a reproducirse.

- Las características favorecidas por la selección pasan a la siguiente generación.

Los genes y la herencia biológica son conservativas

y aseguran la continuidad de las adaptaciones eficientes. Los genes tienden a ser elementos estables capaces de auto duplicarse exactamente durante la reproducción. Son importantes, puesto que no hay posibilidad de cambios evolutivos en tanto una nueva expresión genética se haya formado a causa de una autoduplicación errónea. Los genes sin embargo no son unidades fundamentales de cambio evolutivo. (Darwin 1859)

Cada individuo es el producto de la interacción de todo su complemento genético, y la suma total de sus adaptaciones genotípicas a un nicho ecológico en especial, determina su relativa eficiencia adaptativa, y a pesar de -- que tales individuos pueden ser afectados por la evolución, los organismos individuales no son las unidades primarias de evolución ni los genes ni los individuos involucrados.

Investigaciones realizadas de los últimos treinta -- años, han demostrado que las fuerzas evolutivas no actúan sobre los genes o sobre los individuos, sino a través de -- genes o combinaciones genéticas e individuos o sobre los -- grupos de individuos llamados poblaciones. En lo que se -- refiere a procesos evolutivos una población consiste en -- los genes combinados de todos los individuos del grupo expresados indirectamente por varios genotipos como fenoti--

pos individuales.

La fuente básica del cambio evolutivo es el impacto de la Selección Natural sobre esta dotación genética. Evolución en su más simple expresión es cualquier cambio en la estructura hereditaria de una población. (García 1984)

#### CONTROL NATURAL:

El control natural son aquellos factores que intervienen en la fluctuaciones de las poblaciones, sin intervención del hombre y se dan por sí solas en la naturaleza. (García 1984)

**FACTORES BIOTICOS:** Competencia, parásitos, insectos, nemátodos, protozoarios, hongos, bacterias, virus, -- predadores, vertebrados y plantas predadoras.

**FACTORES ABIOTICOS:** Clima, luz, temperatura, precipitación, humedad, evaporación, viento, topografía, suelo, drenaje y barreras naturales.

#### FACTORES BIOTICOS:

- **PARASITOS INTERNOS:** Los organismos son atacados por varios grupos de parásitos internos, los más importan-

tes de los cuales son ciertos grupos de insectos, gusanos parásitos, bacterias y hongos.

a) Insectos: Las larvas de muchas familias de himenópteros (Chalcididae, Scelionidae y muchas otras) y algunas familias de dípteros (Pyrgotidae, Tachinidae) son totalmente endoparásitas de insectos o artrópodos muy afines. Algunos lepidópteros y varios coleópteros, incluyendo la totalidad del pequeño suborden Strepsitera (estilópidos) tienen larvas endoparásitas. Sobre la base de estimaciones aproximadas existen actualmente en América del Norte unas once mil especies de insectos parásitos conocidos. La mayoría de ellos bastante específicos, por lo menos al grupo que atacan.

b) Otros animales: (Nemátodos, Protozoarios, etc.): Algunas especies parásitas de protozoos y metazoos invertidos pasan algún (tiempo) estadio de sus ciclos vitales en los insectos. Ejemplos de tales protozoos parásitos -- son los agentes de la malaria, Plasmodium sp., y los de la enfermedad del sueño, Trypanosoma sp. Entre los gusanos -- parásitos, cuyos ciclos vitales transcurren en parte en -- los insectos, están los tremátodos, nemátodos y acantocéfalos. En todos los casos sólo uno de los primeros estadios del desarrollo se efectúa en el insecto, el cual es un --

huésped intermedio para el parásito. Este grupo de parásitos no parece ejercer sobre el insecto un efecto perjudicial, por lo menos no el efecto fatal de los parásitos que son insectos. Por ello, es probable que esta clase de parásitos, que no son insectos, sea un factor insignificante. (Anónimo 1981)

c) Hongos, Bacterias y Virus: Muchas especies de estos grupos atacan a los insectos en varios estadios y a veces son mortales para sus huéspedes. Cualquiera que haya llevado a cabo experimentos criando insectos puede muy bien atestiguar este hecho, pues los cultivos son muy susceptibles a los ataques de organismos, tales como los hongos y las bacterias. La razón de ellos es que el mejor desarrollo para ambos tipos de organismos parásitos es alcanzado bajo condiciones de humedad y temperatura relativamente altas que son frecuentemente incrementadas hasta un grado artificial en los experimentos cerrados.

Entre las enfermedades comunes producida por los hongos esta el Empusa musae, el hongo de la mosca doméstica. Otros miembros del mismo género atacan a una amplia variedad de insectos, incluyendo saltamontes, pulgones y chinches ligaeides. Un famoso hongo patógeno es Beauveria

globulifera, a menudo citado como Sporotrichum globulifera, hongo blanco de la chinche ligaeide. Durante las estaciones cálidas y húmedas estos hongos matan gran número de -- chinches ligaeides y otros insectos a finales de primavera y principios de verano y a veces a combatido las chinches hasta el punto de exterminarlas localmente.

Los hongos entomófagos del género Isaria son las -- principales especies que atacan a los insectos bajo condiciones artificiales. De excepcional interés es la familia de hongos Laboulbenaceae. La mayoría de las especies son entomófagas y producen órganos fructíferos alargados o vis-  
tosos fuera del cuerpo del insecto huésped.

Una especie que se encuentra ocasionalmente en los estados del este es Cordyceps ravenelii, parásito de los - gusanos blancos. (Anónimo 1981)

**LAS ENFERMEDADES BACTERIANAS:** Son menos numerosas que las producidas por los hongos en lo que al número de - especies se refiere, pero a veces son sorprendentemente de -  
vastadoras.

**LAS ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR VIRUS:** Son extrema-  
damente tóxicas para las especies susceptibles. En parti-

cular los virus de la polihedrosis han demostrado ser suficientemente virulentos contra ciertos tentredínidos y -- larvas de lepidópteros para emplearlos con pleno éxito como agentes de lucha. (Anónimo 1981)

- PARÁSITOS EXTERNOS: Existen ectoparásitos del tipo de los piojos o pulgas, en los cuales el estado adulto o el estadio inmaduro y el adulto usan como hogar el cuerpo del huésped. Unos pocos ácaros infestan a varios insectos, pero sólo se dispone de escasa información respecto a la significación ecológica de los grupos. Un ectoparásito poco común es el piojo de la abeja, Braula caeca, una curiosa mosca diminuta que es ectoparásita en el estado --- adulto sobre las abejas melíferas.

En el orden Hymenóptera, algunas familias cuyas larvas son principalmente endoparásitas, como las Braconidae, contienen géneros cuyas larvas se adhieren externamente a sus larvas huéspedes. Estos parásitos tienen la misma relación con el huésped que sus afines endoparásitos, en los que normalmente sólo un individuo parásito vive sobre un individuo huésped, muriendo casi siempre al último cuando el parásito alcanza la madurez o antes de que ello suceda.

- PREDADORES: Como en el caso de los parásitos in-



ternos, también en esta categoría demasiados insectos son los peores enemigos. Las familias Carabidae y Staphylinidae son dos familias muy extensas de escarabajos que se -- alimentan en los estadios adultos y larvarios casi exclusivamente como predadores sobre otros insectos. Muchas familias de avispas son predadoras, lo mismo que las larvas de las familias Tabanidae, Dolichopodidae y algunas otras familias de dípteros. Los miembros del orden Odonata son -- predadores en el estado de ninfas y adultos. Lo mismo ocurre con ciertas familias del orden Hemíptera, tales como -- las Pentatomidae, Reduvilidae y Phymatidae; en algunas -- otras familias del orden Hemíptera, como la Miradae, la mayoría de los géneros son fitófagos, pero algunos son predadores. Hay muchos otros pequeños grupos de formas predatoras. (EMMEL 1975)

Los predadores de los insectos que no pertenecen a esta clase incluyen miembros de varios grandes grupos. -- Las arañas son primariamente insectívoros; en América del Norte hay unas tres mil especies de arañas y cada población de arañas hace presa de los insectos.

Los vertebrados contienen muchos grupos que son insectívoros. Entre los peces, las percas, ruedas, sargos, pomoxis y cabeza de oveja, utilizan a los insectos en una

gran proporción de su dieta. Los réptiles y los anfibios son ampliamente insectívoros, lo mismo que los murciélagos y los topos; otros mamíferos, como los ratones, mofetas, - musarañas y coatíes, comen grandes cantidades de insectos.

Las aves son las más notables vertebrados que se -- alimentan de los insectos. Los vencejos, chotacabras y pa pamoscas se alimentan enteramente de insectos cogidos del vuelo. Los petirrojos, reyezuelos, páros, cuclillos, co-- dornices y becadas viven casi enteramente de insectos cuan do estos últimos son abundantes. (EMMEL 1975)

Todos estos animales son abundantes y, por tratarse de individuos relativamente grandes, comen proporcionalmen te grandes cantidades de insectos.

- PLANTAS PREDADORAS: Una lista de los predadores no estaría completa sin mencionar aquellas curiosas plan-- tas que atrapan presas animales y las digieren. Las utri-- cularias (Utricularia) son plantas acuáticas que atrapan - pequeños organismos en saquitos en forma de vejiga; los ro cíos del sol (Drosera) son plantas palustres con pelos ten taculares pegajosos sobre las hojas que rodean a las pre-- sas; y las plantas picheles (Sarracenia) tienen hojas en - forma de picheles, parcialmente llenos con agua, con pelos

rígidos dirigidos al fondo del pichel, pero evitan que se escapen. Ninguna de estas plantas es suficientemente abundante para ser de importancia ecológica en reducir el número de los insectos. (García 1984)

- PROTECCION CONTRA LOS ENEMIGOS: Los organismos parecen tener poca o ninguna protección frente a varios de los grupos de sus enemigos, notablemente los hongos y las bacterias. Contra los insectos parásitos y predadores su única protección parece ser la huida; la movilidad de muchos estudios de los insectos es limitadísima y no obtienen protección por este medio.

El principal grupo de enemigos frente al cual los insectos han alcanzado cierta capacidad de protección es el grupo de los vertebrados terrestres. Emplean para ello recursos tales como la semejanza protectora, la construcción de estructuras protectoras, los pelos ponzoñosos, mordiscos, agujones, secreciones repugnatorias y el mimetismo de las especies que poseen algunos de los precedentes medios ofrecen así mismo protección en algunos casos. (García 1984)

## FACTORES ABIOTICOS (NAS 1980)

- CLIMA: El clima ejerce su acción sobre la comunidad y directa e indirectamente afecta a las condiciones y organismos en prácticamente todas sus partes. El clima se haya constituido principalmente por la luz, temperatura, - humedad relativa, precipitación y vientos. No son los promedios anuales de estos componentes los que afectan a las poblaciones de especies, sino las condiciones de cada día.

- LUZ: Existe poca información sobre el efecto que tiene la luz para el control natural, pero parece ser que su efecto sobre la mayoría de los insectos es indirecto y se manifiesta por la calidad del alimento producido por -- las reacciones vegetales a la luz. Aunque la luz también es un factor importantísimo en el comportamiento de los insectos, pues existen aquellos que huyen de la luz (fototríficos negativos) y aquellos que se dirigen hacia la luz -- (fototríficos positivos).

- TEMPERATURA: En la vida de los organismos la temperatura es uno de los factores más críticos. Los insec--tos son animales de sangre fría las temperaturas de su --- cuerpo son las mismas que las del medio que les rodea, los insectos son incapaces de regular la temperatura de su am-

biente; en vez de ello poseen adaptaciones fisiológicas -- que capacitan a cada especie para sobrevivir a las temperaturas extremas que ocurren normalmente en su espacio ecológico.

Los efectos de la temperatura pueden manifestarse -- de dos formas, el efecto sobre la intensidad del desarrollo y el efecto sobre la mortalidad.

- PRECIPITACION: Su efecto es indirecto sobre los insectos al influir sobre la humedad atmosférica, humedad del suelo y la disponibilidad de alimento. La nieve ejerce un efecto sobre la temperatura del suelo, cuando el suelo se haya desnudo es sensible a los cambios de temperatura hasta una profundidad de sesenta centímetros. Al estar cubierto con nieve, la superficie del suelo queda aislada a los cambios de temperatura del aire por lo que altera -- las temperaturas promedio a que están sujetos los insectos que viven en el suelo.

Otra forma indirecta en que intervienen las precipitaciones en el control natural es por ejemplo al caer una lluvia pesada en un suelo plagado de gusano cortador, el cual trabaja por debajo en suelos secos, obliga a que éstos salgan a la superficie en donde son presa fácil para --

los parásitos.

También las precipitaciones presentan efectos directos sobre los insectos ya que tanto una granizada como una lluvia fuerte provoca a los insectos graves daños físicos.

- HUMEDAD Y EVAPORACION: Experimentalmente se ha observado que al disminuir la humedad se aumenta la evaporación corporal de los insectos, a causa de su pequeño tamaño, al aumentar la evaporación se agota rápidamente el contenido de agua del cuerpo del insecto. Debido a la poca información, no es posible generalizar sobre los efectos de la humedad. Los datos con que se cuenta indican -- que en general la humedad no es un factor crítico como la temperatura pero que cada especie tiene un óptimo para cada estado de desarrollo.

- VIENTO: El aire tiene poca acción directa sobre los insectos al influir sobre la evaporación y humedad interviene indirectamente para el control de insectos; al -- producir evaporación contribuye a reducir la temperatura corporal. En forma de corrientes desempeña un papel importante en la distribución de los insectos; además, un aire fuerte es capaz de alejar a ciertos insectos de su medio -- alimenticio, llevarlos a sitios en donde probablemente no

se haya presente el alimento de éstos, con lo que estará contribuyendo en menor o mayor grado en el control natural.

- FACTORES TOPOGRAFICOS: Los océanos ofrecen barreras efectivas contra la diseminación natural de casi todas las especies de insectos. Algunas especies que no presentan la capacidad de vuelo son afectadas por cuerpos de agua más pequeños en su diseminación, tales como lagos, ríos y dependen del hombre o de los animales para pasar tales barreras. Las cordilleras montañosas también son barreras efectivas para la diseminación de insectos y ofrecen condiciones variables de climas, a través de los cuales muchos insectos no podrían pasar sin ayuda. Por lo que la cantidad de corrientes y la cantidad de estanque, lagos y serranías regulan en grado sumo la vida insectil de un país.

- CONDICIONES FISICAS DEL SUELO: La textura del suelo varía desde las arcillas compactas a las arenas sueltas. Pocos insectos habitan en los tipos más compactos, puesto que son incapaces de abrirse camino a través de ellos. Las tierras francas son las favoritas para el empleo de los insectos. Estas permiten cavar y son favorables por su contenido acuoso, el drenaje y el contenido orgánico.

- DRENAJE Y HUMEDAD: El contenido acuoso del suelo está muy influenciado por el drenaje. Las capas impermeables de los sustratos, como la arcilla o la roca, retraen el drenaje natural dando como resultado suelos semipantanosos o suelos encharcados permanentemente; en tales situaciones se presentan solo aquellos insectos que están por lo menos parcialmente modificados para la vida acuática.

#### 4.4 UMBRAL ECONOMICO

Muchas de las pérdidas económicas que recientes -- nuestros cultivos se debe al daño que en ellos ocasionan -- las poblaciones que consideramos como plagas más sin embargo, no es necesario que consideremos que la sola presencia de un organismo signifique que económicamente afecta la -- producción, sino que esto depende del nivel o número de individuos, de una población que se encuentren presentes. -- La cantidad de individuos plaga, que puede soportar un cultivo sin que ocasionen una pérdida económica en la producción del mismo, dependen principalmente de la relación costo-benéfico. Esto es, cuanto invertimos en la producción, cuanto podemos obtener de ella y en que proporción puede -- disminuirla, el daño que ocasione un número de individuos



de una población plaga.

Para poder determinar en qué momento una población alcanza un nivel tal que su daño represente una pérdida -- económica en el rendimiento de nuestra producción contamos con el Umbral Económico.

El Umbral Económico lo definimos como el nivel de - daño permitido para una población sin que afecte económica- mente nuestro cultivo y después del cual se deberá ejercer una técnica de control para mantener a las poblaciones pla- ga por debajo de ese nivel de daño. (García 1984)

El determinar el Umbral Económico depende de los -- costos generales de producción, donde se incluyen los posi- bles costos de control de plagas, y de la ganancia que ob- tendremos del total de la producción, así como del tipo - de daño que ocasione la plaga, de las condiciones del mer- cado, de los aspectos sociales como mano de obra, etc. y - de los factores naturales, los cuales juegan un papel muy importante para la toma de decisiones. El factor determi- nante para el establecimiento de los umbrales económicos - es poder definir el número de organismos cuyo daño ocasionen mermas en nuestra producción, para ello debemos cono- cer el tipo de daño que ocasionan, pues de esto depende en

gran medida el número máximo que podemos tolerar dentro de nuestro cultivo.

Existen organismos que afectan nuestra producción - desde el momento de la siembra hasta después de la cosecha de la misma, así tenemos plagas que se alimentan con la se milla que dará origen a las plantas que deseamos, disminuyendo la densidad o porcentaje de plantas germinadas en -- nuestro cultivo, como por ejemplo tuzas, ratas de campo, - aves, hongos, etc, seguimos con los organismos que atacan las raíces de nuestro cultivo germinado como son gallina - ciega, nemátodos, hongos, etc. existen también algunos or- ganismos o complejo de ellos que se alimentan del follaje, aquí se considera que el número tolerable de ellos, depen- de del estado de desarrollo en el cual se encuentre el cul- tivo; pues el mayor daño lo producen en las primeras eta- pas de crecimiento de nuestras plantas, otro tipo de orga- nismos son aquellos que se alimentan de las inflorescen- cias o flores así como de los frutos de nuestro cultivo en éste caso el número de la población que podemos tolerar es menor, casi ínfimo, debido más que nada a las condiciones de calidad que exige el mercado y aún más si nuestro pro- ducto se comercializa en fresco y para el mercado interna- cional. (García 1984)

Otro de los puntos básicos para determinar el número máximo tolerable, es saber si la plaga en cuestión es - una plaga principal, secundaria, potencial, directa, indirecta, o se trata de organismos vectores de enfermedades.

**PLAGAS PRINCIPALES:** En este caso el número tolerable, es menor en el mismo sentido del tipo de daño que ocasiona a nuestro cultivo. Siendo menor el número permitido para las plagas de daño directo. (Anónimo 1981)

**PLAGAS SECUNDARIAS:** Este tipo de plagas puede existir en un mayor número, pero siempre vigilando las condiciones existentes para que no pasen a convertirse en plagas principales, pues puede ser que al suceder esto se rebasa automáticamente el umbral establecido para dicho organismo. (Anónimo 1981)

**PLAGAS POTENCIALES:** En este tipo de organismos el número tolerable es mayor y mucho dependerá de la densidad de organismos benéficos para determinar su umbral.

**PLAGAS DIRECTAS:** Se considera así al tipo de organismos que causan su daño en la parte de la planta que representa el punto de interés de nuestra producción, por ejemplo; en maíz forrajero las plagas directas serán aque-

llas que ataquen el follaje. En este caso el número que podemos tolerar es inferior al que podríamos considerar si se tratará de maíz para grano.

**PLAGAS INDIRECTAS:** Son aquellos organismos que se alimentan o atacan partes de la planta que no son el interés directo de nuestra producción pero que su daño merma nuestro rendimiento en la cosecha, en este caso el número tolerable lo podemos considerar por arriba del que se trate en plagas directas.

**DEFINITIVAMENTE:** Existe un punto importante en el establecimiento del Umbral Económico, se ha considerado -- hasta ahora el determinar el umbral económico para una plaga teniendo en cuenta las mermas producidas por el daño -- ocasionado por una población plaga, pero en el campo y en ciertos cultivos importantes económicamente para el hombre, existe el ataque simultáneo de un complejo de plagas principales o del ataque escalonado de las mismas, cuyo daño individual no repercute en pérdidas considerables pero que sumando o considerando el daño en conjunto que ocasiona ca da una de las diferentes poblaciones plaga que coincidan -- en tiempo y espacio, si repercute y ocasione mermas en los rendimientos de la producción y en los beneficios que pode mos obtener de esta, en ese caso debemos de hacer una eva-

luación de cada uno de los daños y ajustar los niveles máximos tolerables para cada una de las poblaciones plaga -- existentes o bien determinar un umbral económico general, lo cual sería más difícil, que nos indique el nivel de daño que el complejo de plagas está ocasionando y el cual de**be** bemos procurar mantener por debajo del que puede tolerar - nuestra relación de costo beneficio, en este caso el equilibrio o punto de intersección es más frágil y la toma de decisiones debe hacerse rápida y eficazmente para evitar - el daño significativo. (García 1984)

De todo lo que hemos analizado sobre el Umbral Económico concluimos que la determinación del mismo, es un -- punto en el tiempo del desarrollo de las plagas y de nuestro cultivo, el cual es dinámico; por lo que el umbral establecido debe adecuarse con el mismo dinamismo, a las con diciones Presentes, las cuales son cambiantes y en muchas ocasiones impredecibles; pero el lograr establecer umbra-- les, lo más ajustados a las condiciones existentes nos dará los puntos de referencia para tener el criterio oportuno en nuestra toma de decisiones. (NAS 1980)

#### 4.5 MODELOS DE PREDICCIÓN

Son descripciones matemáticas de Sistemas Ecológicos; pueden hacerse con dos diferentes objetivos:

- Práctico
- Teórico

Simulaciones y descripciones matemáticas de sistemas biológicos para uso práctico.

a) Desde el punto de vista práctico una simulación será más útil cuando mayor información acerca del sistema ecológico es comprendida. Sin embargo mientras mayor información tiene el sistema tiende a ser más complejo y más difícil de manejar (entender), lo anterior hace también -- que su utilidad sea más restringida, haciéndolo útil únicamente para los organismos (especies) bajo estudio y es -- muy difícil generalizar este conocimiento a otras especies.

b) Modelos. Descripciones matemáticas de sistemas ecológicos, las cuales permiten describir ideas generales dentro de ecología. (Predación, Competencia, Prenatismo, etc.).

\* Modelos Matemáticos

\* Modelos Biológicos

El valor y objetivo de estos modelos no ha sido el de hacer deducciones a partir de un modelo matemático sino sugerir un problema que los matemáticos debían ser capaces de explicar, los modelos matemáticos y los biológicos se complementan uno con el otro; en ausencia de modelos biológicos, el aspecto matemático tendería a ser cada vez más abstracto y generar al grado de hacerlo muy difícil de aplicar.

#### DESARROLLO DE SISTEMAS ANALITICOS DE MODELOS:

- De las diferentes especies presentes usadas por la mayoría de los Ecologistas. (VOLTERRA 1920)

- De diferentes especies presentes más, las variables de energía en los diferentes niveles tróficos y la distribución de algunas sustancias químicas como el caso del nitrógeno, utilizado por científicos dedicados a la ecología energética. (LOTKA 1925)

- Usar como variables de relevante importancia, la frecuencia de los genes dentro de las especies; es decir -

usar como variables las mismas que son relevantes a la teoría de la evolución. Aparentemente esta situación introduce mayor complejidad en el análisis del sistema, sin embargo la lógica de introducir variables genéticas en ecología es debido que las propiedades de las especies (como patrones de reproducción y migración) no se presentan al azar; sino que han evolucionado bajo la influencia de selección natural, por lo que la teoría de la evolución tenga un papel muy importante en el desarrollo de la teoría ecológica. (LOTHA 1930)

UN MODELO ES UNA REPRESENTACION, UNA MIMICA QUE DEBE SER CATEGORIZADA DE ACUERDO A LAS CUALIDADES DE:

Generalidad, Realismo y Precisión; El "Buen" modelo es aquel en el cual estas características son las adecuadas para los objetivos con que fué construido dicho modelo. Esto significa que es determinante tener una definición bastante clara de los objetivos que se persiguen antes de que se intente construir un modelo.

CLASIFICACION DE MODELOS EN BASE A SU FUNCION, Y SU RELACION CON LA COMPLEJIDAD DEL SISTEMA ANALIZADO. (García 1984)

- MODELO DIURISTICO: Sirve para definir las rela--



ciones bajo estudio y ayuda al investigador a considerar el proceso dentro de un marco lógico y funcional.

En su manera más simple este modelo puede ser enteramente cualitativo y describe al sistema en palabras, modelos de este tipo enfatizan generalidad y realismo y tienen una función educacional. Su construcción cuando se realiza en las primeras etapas de algún estudio ecológico en muchas ocasiones facilita la planeación del trabajo.

- MODELOS COMPONENTES: Estos modelos incorporan datos experimentales y sirven como una prueba para nuestro conocimiento sobre los componentes de un sistema, son un paso más adelante en su complejidad que el modelo Diurístico el cual normalmente es a nivel algebraico. Para poder manejar estos modelos es necesario elaborar un programa de computación y los resultados son comparados con observaciones reales.

Si los resultados no concuerdan, es muy posible que algunos de los componentes del modelo no sean los adecuados y hay que considerar otros, dado que este tipo de modelos tienden a considerar todos los componentes del sistema, es recomendable que los sistemas bajo estudio no sean muy complejos.

- **MODELOS ESTRATEGICOS:** Estos modelos sirven para predecir situaciones del sistema dando algunas condiciones iniciales.

Estos modelos pueden ser:

a) **DEDUCTIVOS:** Las condiciones iniciales son basadas en teorías muy generales, después algunas condiciones que aparentemente están de acuerdo en realidades son aplicados y las consecuencias son explicadas muy a menudo a través de procedimientos ortodoxos matemáticos muy complicados, estos estudios normalmente dan resultados de carácter muy general, una parte muy importante en estos modelos es determinar cuales son las relaciones altamente significativas y eliminar aquellas que tienen un efecto de tercer o cuarto nivel. El desarrollo de este tipo de modelos requiere de cierta destreza en matemáticas y bastante intuición biológica.

b) **MODELOS MIXTOS: (INDUCTIVOS-DEDUCTIVOS)** Se construyen de acuerdo a una predicción basada en teoría muy general combinados con datos actuales de observaciones de campo.

Los datos son usados para proporcionar evidencia ac

tual de la forma y magnitud de algunas de las relaciones -  
funcionales, estos modelos han probado ser de gran valor -  
para entender algunos de los procesos poblacionales.

c) MODELOS INDUCTIVOS: Se estudia un sistema en --  
particular, sus principales relaciones son reconocidas de-  
terminadas y medidas; posteriormente formuladas dentro del  
modelo. Estos modelos derivan del tipo de modelo componen-  
te, pero en este caso el modelador esta consciente de que  
esta simplificando el sistema combinado ciertos componen-  
tes dentro de un simple compartimiento, si la predicción -  
resulta correcta, quiere decir que la selección de compar-  
timientos hecha por el modelador ha sido correcta.

d) MODELOS DE MANEJO: Sirven para proporcionar una  
idea acerca de los resultados que se pueden esperar de un  
sistema debido a cambios provocados por el manejo del sis-  
tema por el hombre, estos modelos difieren de los modelos  
de estrategia en que a menudo alcanzan a predecir comporta-  
miento en un sistema bajo condiciones que pueden estar más  
allá de los límites de los datos con que fué construido el  
modelo, y además siempre incluyen criterios económicos. De-  
bido a esta situación, estos modelos tienden a balancear -  
algunos componentes dentro de un proceso de optimización.

e) MODELOS POLICY: En este tipo de modelos el énfasis es su realismo, están designados para proveer lineamientos generales para manejo y han sido desarrollados principalmente para criaderos de peces y en epidemiología.

f) MODELOS DE TACTICAS: El énfasis es en precisión con el objeto de proporcionar lineamientos diarios sobre manejo de algún recurso pocos de ellos han demostrado tener resultados satisfactorios.

En relación a la complejidad los modelos de manejo aunque en realidad no existen diferencias fundamentales se dividen en asegurar máxima eficiencia.

g) MODELOS DE MANEJO DE POBLACIONES: En los cuales el objetivo primario es controlar el tamaño de la población, ya sea para reducirla (Modelos de Control de Plagas) o para optimizarla (Modelos de Producción o Modelos de Cosecha).

LOS MODELOS DE CONTROL DE PLAGAS: Tienen dos aspectos; pérdida de cosecha (predicción del balance de la pérdida económica y la ganancia a diferentes niveles del control de plagas) y control (predicción del efecto de medidas específicas comúnmente llamadas medidas de control las

cuales están designadas para bajar (o detener), el nivel de la población.

LOS MODELOS DE COSECHA: Algunas veces son tendientes a obtener el máximo rendimiento pero debido a las características biológicas de las poblaciones generalmente son tendientes a optimizar los rendimientos (Modelos utilizados en piscicultura). Los modelos epimidiológicos para enfermedades transmitidas por vectores, generalmente determinan el nivel al cual la población del vector necesita ser reducida para suspender transmisión, o bien la combinación apropiada de profilaxis y control de vector.

h) MODELOS DE ECOSISTEMAS (BIOME): La manera de tratar estos estudios ha sido la clasificación de las interacciones en jerarquías representando niveles tróficos - esto inevitablemente obliga al agrupamiento de especies, - sin embargo los modelos resultan demasiado complejos, recientemente se propuso una nueva manera para tratar estos estudios, basado en la identificación de procesos ecológicos clave y las interrogantes de manejo. Modelos de gran relevancia son preparados a partir de estas interrogantes, las componentes clave son identificados en base a una revisión de datos biológicos y climatológicos existentes, -- así como los patrones de cambios y perturbaciones.

i) **MODELOS ESTADISTICOS:** Este tipo de modelos difiere grandemente de los anteriores en los cuales el investador básicamente esta preocupado por la descripción del sistema. En modelos estadísticos y relacionados el sistema ha sido definido y el modelo sirve para facilitar el manejo de datos por medio de computadora (así como análisis multivariado) marcado, liberación y recaptura de estimado de poblaciones y estimación de números entrando en cada estadio.

j) **MODELOS DE ANALISIS:** Los modelos analíticos proporcionan información general acerca de un sistema, describen las características y un gran número de relaciones y - parámetros del sistema. La solución de tales modelos realmente demandan sistemas muy complicados de computación.

k) **MODELOS DE SIMULACION:** Proporcionan información acerca del comportamiento del sistema bajo ciertas condi-- ciones específicas y normalmente requieren sistemas de cómputo complejos.

l) **MODELOS DETERMINISTICOS Y MODELOS ESTOCASTICOS:** Estos modelos resumen un resultado único y fijo, por ejemplo: 50% de mortalidad en un modelo determinístico signifi ca que en una población de diez, cinco de ellos serán muer

tos y en una de mil, serán quinientas muertes. Sin embargo dentro de los procesos ecológicos naturales es muy común que varios resultados puedan esperarse, y entonces diferentes niveles de probabilidad tienen que ser definidos por cada evento. Cualquier modelo que incorpore probabilidades dentro de su diseño, se le denomina estocástico; - por ejemplo 50% puede ser la mortalidad media; sin embargo puede obtener valores entre 40 y 60%. Los modelos estocásticos tienden a ser más complejos que los determinísticos.

## 5. METODOS DE CONTROL

### 5.1 CONTROL CULTURAL

**DEFINICION:** Son todas aquellas acciones encaminadas a condicionar a las plantas o a su ambiente para proporcionar un mejor desarrollo y adaptabilidad del cultivo, y sin ser acciones directas para el control de plagas para lograr una máxima productividad. (NAS 1980)

**ORIGEN:** Este se remonta a las primeras acciones -- que tomó el hombre para proporcionar mejores condiciones -- para la producción de sus cultivos y esos son preparación del terreno, rotación de cultivos, variedades mejoradas, -- etc.

Las medidas de control cultural difieren del combate físico y mecánico, en que generalmente incluyen el uso de las prácticas agrícolas ordinarias y la maquinaria agrícola y en que son usualmente preventivas, indirectas o intangibles, de tal manera que el agricultor tiene mucha dificultad para asegurarse qué tan efectivas son. Usualmente se deben emplear mucho antes del tiempo en que el daño de las plagas resulta aparente, y a veces no llaman mucho la atención al agricultor. Sin embargo son las más baratas



tas de todas las medidas de combate, una vez que la investigación ha revelado un procedimiento efectivo y práctico, de hecho, a veces no cuentan al agricultor debido a que -- son meramente en el tiempo o a manera de realizar las operaciones que son necesarias en la producción de una cosecha. A veces, con cultivos de gran superficie y bajo valor unitario, son las únicas medidas de combate que se pueden emplear con éxito económico. La oportunidad para el control cultural de los insectos, usualmente resulta de la coincidencia de las complicadas metamorfosis de los insectos y los cambios de estación.

El resultado a veces es algún punto particularmente débil en el ciclo de vida o la adaptación de la plaga de insectos a su medio ambiente, en cuyo punto puede ser atacada de una medida cultural de combate. (NAS 1980)

Con el fin de combatir insectos con prácticas culturales, es necesario que se entienda el ciclo de vida y hábitos de los insectos que se está considerando. Una medida que podría ser efectiva contra una especie de insecto, podría resultar inútil contra otro cercanamente relacionado debido a una diferencia en hábitos. Estas operaciones, para que sean efectivas, también deben ser usadas contra el estado adecuado del desarrollo del insecto. Es inútil

tratar de destruir gallinas ciegas por barbecho de fines - de otoño o invierno, después de que han introducido al suelo treinta centímetros o más, o de matar insectos al quemar sus sitios de invernación, antes de que hayan entrado a ellos en el otoño o después de que los hayan dejado en la primavera.

**ROTACION DE CULTIVOS:** En el estado de la naturaleza, las plantas que crecen en las regiones agrícolas grandes, del mundo, son bastante diferentes de aquellas que -- crecen después de que dichas tierras han sido iniciadas al cultivo. Existía en la mayoría de esas áreas una predominancia de pastos, pero con una mezcla de leguminosas y --- plantas de muchas otras familias botánicas. Dichas plantas crecieron de año a año con poco cambio en la proporción de una a otra. Los insectos que dependían de estas -- plantas silvestres siempre estuvieron asegurados que había una cantidad suficiente de alimento para mantenerlos, pero, con la excepción de unas cuantas de alimentación general, las plantas alimento no fueron suficiente para permitir un gran incremento de cualquier de las especies aisladas. -- (García 1984)

Bajo las condiciones de explotación, se han efectuado grandes cambios en el carácter de las plantas cultiva--

das en la tierra. Ya no hay un gran número de especies, -- generalmente entremezcladas, sino unas cuantas especies -- ocupan la tierra en miles y cientos de miles de hectáreas. Esto afecta la población de insectos de la tierra, de dos maneras generales. Muchos de aquellos que dependen de las plantas de una familia, o aún de una especie de planta, en encuentran que su alimento ha sido eliminado, excepto en las pequeñas áreas sin cultivo y pueden casi desaparecer de la región, como ciertas especies de picudos en las tierras ba jas drenadas. (NAS 1980)

Otros se van a la planta cultivada relacionada cer- canamente con su planta alimento silvestre y la encuentran, quizá, más apetible. Muchos insectos pueden, y general-- mente lo hacen incrementarse enormemente y volverse muy -- destructivos, tal como la chinche pequeña y el picudo del algodónero. (FAO 1973)

Aquellos que se alimentan de las plantas de una fa-- milia son numerosos, y son muchos los que pueden alimentar sólo de una especie muy cer- canamente relacionada. Según -- experimentos efectuados en E.U.A. Se puede evitar que los insectos se vuelvan seriamente abundantes en nuestros cul-- tivos si se practica una buena rotación, cuando el cultivo de una familia sigue al de otra distinta, tal como grami--

neas y después leguminosas y viceversa. No es factible en muchos casos, en las áreas productoras de grano, poner en práctica una rotación en campo todos los años, pero una -- gran parte de los rendimientos mejorados que se obtienen -- de una rotación donde los granos siguen a las leguminosas y las leguminosas a los granos, se debe a la reducción en el daño de insectos. Los cultivos del mismo grupo, tales como maíz, avena, y trigo cultivadas en la misma tierra -- año tras año, proporcionan una condición favorable para -- los insectos que atacan a los cultivos de gramíneas, y lo mismo es cierto de varios años de cultivo de la tierra con plantas de la misma familia. (NAS 1980)

Las rotaciones de cultivos serán más efectivas para insectos que son de alimentación específica, que tienen po deres limitados de migración o hábitos lentos, y que son de cría lenta tardando un tiempo relativamente largo en su estado alimenticio. Debido a la facilidad con la cual la - mayoría de los insectos se movilizan muchas de las espe--- cies que se alimentan en cualquier cultivo se encontrará - en los campos del primer año que es sembrado dicho culti- vo, estos insectos pueden presentarse en cantidades sufi-- cientes para ocasionar daños severos. Por esta razón, la rotación de cultivos no puede dependerse de ella para com-

batir a todos los insectos que atacan a los cultivos de -- campos. Generalmente, sin embargo, las infestaciones en -- dichos campos serán más tardías y más ligeras que en los -- campos que han continuado con el mismo cultivo, y las rota -- ciones son por mucho lo mejor, y en algunos casos, casi el -- único medio de combatir ciertos insectos. La aplicación -- de rotaciones para el combate para especies diferentes es -- muy interesante.

BARBECHO O CULTIVO DEL SUELO: Los insectos son -- afectados grandemente, en forma directa, por la textura de -- los suelos, su composición química, el porcentaje de hume -- dad del suelo, la temperatura y otros organismos del suelo -- indirectamente por la influencia de estos sobre sus plan -- tas alimento. Consecuentemente, varios métodos de voltear -- y manejar el suelo, tiene un efecto profundo sobre muchos -- insectos. Cuando los efectos exactos son entendidos, mu -- cho se puede realizar en el combate de algunas plagas de -- los cultivos, por medio de labores al suelo en cierta épo -- ca del año, o de alguna manera especial. El primer método -- por emplear, depende del ciclo de vida y hábitos de las es -- pecies que se han de combatir. El cultivo profundo, con -- ciencia y frecuente de los campos infestados por el pul -- gón de la raíz del maíz y su hormiga cuidadora, es el me --

por método de liberar al suelo de estos insectos. (NAS ---  
1980)

Algunas especies de insectos que pasan parte de su desarrollo en la tierra, se pueden matar fácilmente si el suelo es cultivado mientras están en sus celdas pupales; - el picudo del ciruelo y ciertos gusanos de alambre, son -- ejemplo de ellos. Otros pueden ser muertos de la misma ma- nera en sus albergues de invernación en los cuales pasan - el invierno, ejemplo, la palomilla oriental de la fruta. - Cierta grado de control se puede obtener sobre ciertos insectos sembrando el suelo infestado con cultivos en surco que requieren labores de cultivo frecuentes; las gallinas ciegas y ciertas pulgas saltonas son ejemplo de ellas. El aterronamiento del suelo hace difícil la vida de los insectos subterráneos, y el gusano cortador pálido del oeste y ciertos trips nunca se vuelven abundantes en el suelo con terrenos grandes. Por tanto, el barbecho puede favorecer - ciertas plagas y bajo algunas condiciones se debe evitar - en temporadas particulares. El pasar rodillos o empacar - el suelo, tiende a elevar el nivel del agua y puede hacer que ciertos insectos subterráneos a la superficie, donde - sus enemigos naturales pueden llegar a ellos.

A veces la infestación se puede evitar por comple--

to, si la tierra se mantiene en un estado limpio de cultivo durante el período de oviposición de algunos de los insectos que infectan los cultivos tal como el gusano suriano de la raíz del maíz cuya palomilla no deposita sus huevecillos en el suelo desnudo. Ciertas especies, como el gusano cortador pálido del oeste, prefieren el suelo desnudo y con éste las labores de cultivo se deben evitar hasta que pasa su temporada de oviposición. Con algunos de los insectos que infestan el suelo, tales como las gallinas -- ciegas, las labores de arado en ciertas épocas del año, -- destruirán grandes cantidades de larvas o ayudarán a su -- destrucción, exponiéndolas a los pájaros y otros animales que se alimentan de ellas, mientras que las labores de arado en otras épocas no tendrán valor alguno en la reducción de sus cantidades.

DESTRUCCION DE RESIDUOS: Hierbas y basura de las cosechas, la destrucción de los residuos de la cosecha, a veces es de gran importancia en el combate de insectos. En algunas secciones de norteamérica donde esta bien establecido el barrenador europeo del maíz, se ha hecho necesario practicar rotaciones y métodos culturales que permiten la utilización, enterrando, o destruyendo por quema durante el otoño, invierno o a principio de la primavera, a to-

dos los residuos del cultivo y las hierbas que permanecen en los campos. (NAS 1980)

En algunas de las áreas infestadas por el barrenador europeo del maíz, una limpieza de todo el desecho del cultivo, se ha construido en obligatoria. Los insectos a veces tienen una temporada de actividad mucho más larga -- que los cultivos anuales que atacan.

Entonces son mantenidos por, las plantas y aumentan sus números sobre hierbas y plantas voluntarias que crecen más temprano en la primavera y más tarde en otoño. Mucho se puede obtener en el combate de la pulga saltona, el barrenador común del tallo, el pulgón de la raíz del maíz, -- la chinche verde, los gusanos de cuerno, el gusano suriano de la raíz del maíz, y muchas otras plagas por la eliminación de hierbas, especialmente aquellas relacionadas cercanamente con el cultivo sembrado, del campo y de las márgenes del campo. Durante el invierno, muchos insectos de -- los cultivos se esconden sobre la basura que está en la superficie de la tierra, tales como tablas, cajas, costales, montones de hierba, montones de piedra, pasto denso, hojas caídas y cualquier otra vegetación muerta. Muchas palomillas de manzana albergan en dichos sitios, los mayates del espárrago a veces se reúnen en grandes cantidades en los -



postes de madera y las chinches de la calabaza frecuentemente son numerosas en las pilas de madera. La labranza completa, especialmente durante el invierno, reducen la población de insectos que se ha de combatir durante la siguiente temporada. (NAS 1980)

Variaciones en la época de siembra y cosecha. La época de sembrar un cultivo tiene una gran influencia sobre la infestación por algunos insectos. (García 1984)

Cambiando con cuidado o seleccionando el tiempo -- cuando se ha de sembrar un cultivo, podemos evitar el período de oviposición de una plaga en particular; hacer que se establezcan bien las plantas jóvenes antes de que venga su ataque; permitir un período más corto de susceptibilidad durante el cual el insecto puede atacar, como el caso de la mosca de la semilla del maíz en una primavera fresca y húmeda, y aunque un cultivo madure antes de que cierta plaga se vuelva abundante como el picudo del algodónero o un cultivo temprano de rábano y la mosca de la raíz de la col. El maíz que se siembra temprano escapará en gran parte del daño del gusano elotero en la mayoría de las áreas productoras del país. Por otra parte, el maíz sembrado temprano puede resultar fuertemente infestado por el gusano suriano de la raíz del maíz, o barrenador europeo -

del maíz, en los lugares donde están presentes estas dos especies de insectos, el mejor tiempo de sembrar el maíz dependerá en grado considerable, sobre cuál de estos insectos es el más destructivo.

No existe un ejemplo mejor de la importancia de las prácticas agrícolas en el combate de insectos, que el efecto sobre la infestación por la mosca de hees de la siembra temprana y tardía del trigo durante la mayoría de las temporadas, el trigo de siembra temprana será infestado de moderada a fuertemente, y el trigo sembrado en época medianamente tarde, no será seriamente infestado. Realmente hay muchos años en que la diferencia de unos cuantos días en la época de siembra, hará la diferencia entre una buena cosecha y una mala, todo debido a la diferencia en la cantidad de infestación por la mosca de hess. Un experimento de ocho años conducido en ocho localidades de Estados Unidos, demostró que el promedio del porcentaje de infestación por este insecto disminuyó de 39.7% en el trigo sembrado antes de la fecha normal de siembra segura en 3.8% en el trigo sembrado después de la fecha segura, y el rendimiento medio aumentó 20,212 litros por hectárea en el trigo sembrado antes de la fecha segura a 26,075 litros por hectárea en el trigo sembrado después de la fecha segura. (NAS 1980)

Con los cultivos de crecimiento indeterminado tales como trebol, alfalfa, fresa, etc., debe ser posible lograr mucho en la destrucción de las poblaciones de insectos, tales como la mosca de la semilla del trébol, y el calcúlido y el gusano medidor de la cabeza de trébol por la poda o la cosecha en épocas escogidas cuidadosamente antes de que una cría particular de las plagas haya completado aquella parte de su desarrollo, que depende del cultivo en crecimiento sin embargo, se deben hacer las recomendaciones, observando en cada localidad y con referencia a las condiciones en los años diferentes.

## 5.2 CONTROL MECANICO

DEFINICION: Es el tipo de control que incluye operaciones de maquinaria y operaciones manuales para contrarrestar el ataque de plagas; se basa en los principios de remoción y destrucción directa. (García 1984)

ORIGEN: Es uno de los métodos más antiguos y en algunos casos uno de los más primitivos de todas las prácticas de control, aunque su uso pudiera resultar obsoleto, todavía se practican en algunas regiones del mundo.

RECOLECCION MANUAL: Sin duda el primer uso de este método fué para recolectar insectos como alimento. Su primer empleo como un procedimiento prescrito de control es posible que se haya originado como un medio de controlar los gusanos cornudos ya que fué muy utilizado por los pioneros norteamericanos para proteger el tabaco y los tomates contra ésta plaga. A principios de este siglo, muchos cultivadores de algodón trataron de controlar el picudo -- del algodón mediante la recolección manual y destruyendo las áreas infestadas. Hace cien años la recolección de masas de huevo constituyeron el método para combatir la plaga que era el escarabajo de la patata de colorado (Leptinotarsa decemlineata) pero aún entonces muchos agricultores se quejaron de haber hecho el esfuerzo en vano, porque debido a la reinfestación continua, se requería de la recolección diaria lo cual resultó muy costoso. En algunos países en desarrollo se practica con frecuencia la recolección manual de masas de huevo, adultos y larvas grandes de muchas plagas, sobre todo Pentatomidae, Chysomelidae, Sphingidae, Noctuidae, Meloidae, Scarabidae.

El tamaño del campo, la rapidez de reinfestación y la disponibilidad de mano de obra barata influyen para determinar la efectividad y práctica del método. (García -- 1984)

REMOISION POR SACÚDIMIENTO: Hay muchas variaciones a la técnica de sacudimiento y vibración, la cual se dice que se originó debido a que por casualidad un agricultor observó que la fruta de un ciruelo aislado que crecía en la orilla de un arroyo se inclinaba sobre el agua, estaba relativamente libre del daño que causa el picudo del ciruelo. El granjero concluyó que el viento hacía caer a los insectos adultos al agua y los arrastraba. Después los cultivadores de frutas descubrieron que colocando hojas de papel bajo el árbol y sacudiéndolo, podían recolectar y destruir a los insectos adultos antes de que pudieran depositar sus huevos. Este método y una variación que comprende el uso de sombrillas invertidas se hicieron comunes, y por muchos años se recomendó la práctica para el control del picudo del ciruelo. En algunos casos los granjeros confiaron bandas de aves de corral en el huerto para recoger los insectos cuando se le sacudía o caían por accidente al suelo. Aún se emplea el sacudimiento para determinar la abundancia del curculio y la época de adicciones de rocío, pero la ineficiencia del método así como los costos de mano de obra, impiden su uso como medida de control en muchas regiones del mundo. Algunas variaciones del método son el sacudimiento manual, azotar con un arbusto y cuerdas que arrastran para desalojar una variedad de plagas de

cultivo de granos, verduras y forrajes; alguna vez estas variaciones se usaron mucho y aún se practican en áreas -- donde la mano de obra es barata. En general, estas prácticas se utilizan junto con otros métodos de control, por -- ejemplo, arrojar a mano larvas del escarabajo de la patata de colorado en cubetas que contienen una mezcla de agua -- con kerosén. En la década de 1920, algunos cultivadores -- de algodón colgaron sacos de yute en sus cultivadoras, de manera que arrastraran sobre las plantas de algodón de las áreas infestadas, a fin de desalojarlos y arrojarlos al -- suelo, donde el sol y el calor del suelo los destruirían.

Casi al mismo tiempo, se lanzó al mercado un arte--facto mecánico operado a mano que utilizaba paletas o ba--rras de madera para arrojar chicharritas, áfidos, tripsi--dos y picudos del algodón, al suelo o en bandejas con acei--te. (NAS 1980)

**BARRIDO Y CEPILLADO:** El cepillado de mantas y te--llas de lana, combinado con la aereación y asoleado, una -- vez fué el método principal para controlar las palomillas de las telas y los escarabajos de los tapetes, y aún hoy -- las amas de casa lo utilizan como un sistema importante o suplementario. Barriendo y empleando el vacío también se logra, al menos en parte, reducir grandes cantidades de in

sectos y cierto número de otras plagas domésticas. Con -- frecuencia, el barrido o utilización de vacío, en graneros, fábricas de forraje, molinos de harina y plantas similares, constituye una parte esencial en un buen programa de control de insectos.

Desde hace tiempo, la práctica de cepillar, sacudir y peinar ha sido un medio común para combatir piojos, garrapatas y pulgas de los animales domésticos y el ganado. Una modificación de este método es el empleo de una red -- con cuerdas largas con que se envuelve a los caballos; el movimiento de las cuerdas ahuyentan a las molestas moscas. (NAS 1980)

EXTRACCION MANUAL: Hasta ya entrado el siglo XX, -- los libros de texto recomendaban mucho el empleo de un cuchillo o alambre doblado, como uno de los mejores métodos para combatir a los barrenadores en las plantas leñosas, y el método más práctico todavía cuando se trata solo de --- unos cuantos árboles o plantas; los costos de mano de obra no son un factor importante, en muchas partes del mundo, -- este continúa siendo un método básico para el control de -- los barrenadores de árboles de sombra y frutales. En la -- India, y en la mayoría de otras regiones donde se cultivan

cocoteros, las personas expertas en trepar a árboles se -- han convertido en especialistas en la remoción de los esca -- rabajos rinocerontes de las copas de las palmeras de coco. (Anónimo 1981)

**APLASTAMIENTO Y TRITURACION:** El método de control con matamoscas es de dudoso valor donde las moscas se en -- cuentran en abundancia, pero es muy recomendable para la -- eliminación de unas cuantas extraviadas. También es útil para destruir cucarachas, chinches boxelder, mosquitos y -- otras plagas domésticas. Aunque éste método deje manchas donde se trituran los insectos, no deja residuos tóxicos.

En épocas pasadas se usaron varios métodos que com -- prenden el triturado. Cuando se han encontrado gusanos -- soldados, grillos, chinches pequeñas o saltamonetes inmadu -- ros moviéndose de un campo a otro, los agricultores los -- han aplastado remolcando rodillos o rastras que pasan so -- bre los insectos en uno y otro sentido. La maquinaria que se utiliza en las modernas despepitadoras de algodón es muy efectiva para destruir los gusanos rosados del algodón. -- (Anónimo 1981)

**LAVADO Y REMOJO:** Este tipo de práctica es aún co -- mún y útil para controlar áfidos moscas blancas y ácaros --



en plantas domésticas; sin embargo esta técnica ya no se aplica en muchos lugares. Esta técnica era empleada también para eliminar los piojos de la ropa de los soldados en la primera guerra mundial; y la aplicación de agua caliente para eliminar a las chinches de cavidades en las paredes y las camas.

Por lo general podemos decir que el lavado y remojo destruyen a los insectos de la ropa; tal es el caso de las palomillas de la ropa y los escarabajos de los tapetes. (García 1984)

**TAMIZADO Y CRIBADO:** Durante mucho tiempo el cribado de la harina para remover los insectos ha sido una práctica común, los agricultores riegan el grano sobre una rejilla mientras lo trasladan de un depósito a otro.

A principios de la década de 1940 se cribaron millones de granos para reducir la infestación de insectos y separar el grano roto y la harina que produce las altas poblaciones de gorgojos. Recientemente el cribado en el proceso industrial del grano se ha tornado un poco más complicado ya que los molinos incorporan una serie de cribas, dispositivos de flotación y separadores para obtener harina y productos derivados libres de insectos contaminantes.

**GUSANEO:** En los inicios del siglo XX era muy recomendada esta práctica, para realizarla se utilizaba un cuchillo o un alambre doblado para extraer a los barrenadores en las plantas leñosas; sin embargo este método es muy efectivo solo para unos cuantos árboles o plantas ya que si la población de árboles es muy numerosa, esta técnica no es muy efectiva.

En muchas partes todavía se lleva a cabo esta práctica para el control de los barrenadores en los árboles de sombra y frutales; en la India, y en las regiones donde se siembra el cocotero, las personas expertas en subir a estos árboles realizan la remoción de los escarabajos rince<sup>ntes</sup> rontes de las copas de las palmas del coco.

**TRAMPAS:** Durante años se ha elaborado una gran variedad de técnicas para atrapar a los insectos, así pues tenemos; tablas, tiras de corteza, manojos de hierba y pedazos de cuero o tela tirada sobre el suelo cerca de las plantas que se trata de proteger.

Estos dispositivos tienen un doble valor; las trampas se pueden inspeccionar a intervalos, y las plagas -- atrapadas en ellas se pueden destruir fácilmente.

Se han usado para atrapar a las larvas de la palomilla de la manzana manojos enrollados de paja o trapos atados alrededor de los troncos de los árboles.

En fechas recientes, se usan las bandas de papel -- corrugado tratadas químicamente las cuales atrapan y destruyen a las larvas; las trampas de rejilla con cebo de diversos diseños se han desarrollado para atrapar muchas clases de moscas.

Las trampas son útiles para el control de las chinches de la calabaza, Anasia Tristis, y los gusanos cortados en algunos jardines caseros; cuando se usan adecuadamente las trampas de persona con cebo todavía atrapan gran cantidad de moscas alrededor de sitios de negocios o en el hogar.

Cabe mencionar que para atrapar a los abejorros se utiliza un jarro opaco lleno con agua hasta la mitad y se coloca cerca de la entrada del nido; cuando las abejas entran o salen a éste oyen las vibraciones de sus alas sobre el jarro, son atraídas y se ahogan. (NAS 1980)

RECIPIENTES RECOLECTORES: Se puede usar una infinidad de recipientes recolectores, desde una cubeta y una pa

leta hasta grandes máquinas hechas a la medida y tiradas -- por caballos; durante años se utilizaron los hoperdozers - para el control de insectos tales como el saltamontes, sin embargo se dejó de emplear esta máquina porque no pudieron controlar más de dos tercios a tres cuartas partes de la - población.

En algunas partes del cercano oriente, Asia y Africa se han usado equipos manuales como redes para insectos, canastas y mantas (llevadas por dos personas).

**MAQUINARIA:** Se han diseñado varias unidades de maquinaria agrícola para el control de plagas por ejemplo el arado, rastras y máquinas picadoras, que se construyeron - o modificaron para destruir a los gusanos rosados del algodón, los barrenadores europeos del maíz y otros insectos - que se encuentran en los desechos de las cosechas, además las cultivadoras para el control de malezas.

También se ha usado la cultivadora rotativa y los - pulverizadores del suelo para el control o combate de los gorgojos blancos y otras plagas de insectos subterráneos.

Se ha usado maquinaria de diseño especial para el - control mecánico de insectos en molinos procesadores de --

grano; un mecanismo que ha tenido éxito es el Entoleter -- que emplea la fuerza centrífuga para romper los granos infestados o dañados por los insectos.

Este equipo destruye los insectos en todas las etapas, pulverizando los granos rotos y deja pasar las semillas enteras sin dañarlas los molinos que emplean este -- equipo elaboran productos de harina relativamente libres -- de contaminación de insectos.

El control mecánico se basa en los principios de remosión y destrucción directa.

**- VENTAJAS DEL CONTROL MECANICO:**

- \* Utilización de labor manual
- \* Los costos de equipo son bajos
- \* No hay problemas de residuos
- \* Son de uso popular
- \* Son fáciles de llevar a cabo

**- DESVENTAJAS DEL CONTROL MECANICO:**

- \* Requieren de aplicación continua y frecuente
- \* Rara vez proporcionan un contraresto adecuado o -

comercial.

- \* No es factible a grandes extensiones
- \* Se desconoce la ecología de muchas plagas.

### 5.3 CONTROL FISICO

**DEFINICION:** Son medidas directas o indirectas que se aplican para destruir plagas de insectos, perturbar la actividad fisiológica normal o modificar el medio ambiente a un grado que lo haga inaceptable o insoportable al insecto. Las medidas físicas incluyen especialmente manipulaciones o cambios de temperatura, humedad, o emplean energías radiantes de alguna manera para destruir una plaga. - (García 1984)

**ORIGEN:** Es un método muy antiguo debido a lo cual se puede pensar que ya no es vigente pero en la actualidad la investigación está descubriendo sistemas más modernos y funcionamientos refinados de los principios básicos de aplicación. Entre estos estan las posibilidades inherentes en el espectro de energía radiante son muy prometedoras.

**METODOS:**

La manipulación de la temperatura considera tres --  
partes a saber:

- Calor
- Frío
- Fuego

**CALOR:** Ningún insecto puede vivir después de haber estado expuesto a temperaturas de 56.6 - 66°C; en la práctica se requiere de 52-55°C por un espacio de tiempo de tres a cuatro horas lográndose destruir la plaga en cualquiera de sus estados con un mayor tiempo de exposición. En regiones tropicales la luz del sol efectúa el control. (India).

Este método se utiliza para controlar las plagas de los granos almacenados, de troncos maderables, insectos y nemátodos en el suelo de invernaderos.

La principal limitación del método es que la penetración de los objetos requiere de exposiciones muy largas a temperaturas desusadamente altas aplicadas por exterior lo que podría afectar el grano arrugándolo por pérdida de humedad.

FRIO: La aplicación de temperaturas bajas como control de plagas puede ser tan efectiva y reducir las pérdidas económicas causadas por insectos. Esta práctica se realiza en granos y frutos almacenados principalmente. En ciertos casos puede ser más práctico disminuir la temperatura a un nivel en que se retarde el desarrollo de los insectos y que se haga poco daño, que intentar bajarla lo suficiente para destruirlos.

La semilla almacenada se puede proteger mediante la exposición a temperaturas entre 4-10°C ya que casi todos los insectos que infestan los granos son inactivos a estas temperaturas.

Se deberá tener cuidado de que el contenido de humedad sea entre los 11-13% para evitar infestaciones de ácaros.

Como ejemplo tenemos a la manzana almacenada en un lugar normal a 0°C o de 0-3°C en atmósfera controlada (3% de oxígeno y de 2-5% de CO<sub>2</sub>) proporciona además de alta calidad de fruto excelente control de insectos como la mosca de la manzana Rhagoletis Pomonella (sesenta días de refrigeración); treinta y tres días para el curlinoide del ciruelo Conotrachelus nenuphar. Para el control de la mosca me



diterránea de la fruta ésta se debe conservar a una temperatura de 1-20c por doce a veinte días dependiendo de la especie que se trate. (NAS 1980)

**FUEGO:** La aplicación de fuego para el control de insectos es una medida directa. El fuego es utilizado para contrarestar grandes infestaciones. Alrededor de los terrenos de cultivo existen hospederos alternantes o algunos zacatonales de un gran desarrollo en donde existen cantidades de huevecillos o pupas las cuales vamos a destruir mediante la aplicación directa de fuego y así evitamos el desarrollo de la plaga.

**HUMEDAD:** En este método se consideran dos aspectos:

- Desecado
- Inundación

**DESECACION:** Consiste en reducir el 1% de humedad relativa del medio ambiente para que las plagas no se desarrollen con facilidad. Los insectos tienen una epidermis que los hace resistentes a la desecación lo cual implica el tener conocimiento de la fisiología de los insectos para poder controlar de manera correcta las plagas.

La falta de humedad en el medio ambiente puede influir en la expresión fanotípica de los insectos. Según la regla de Glager afirma que las poblaciones de una especie de insectos en regiones secas y frías son más ligeras de color que aquellas que habitan áreas húmedas y cálidas, pero la pigmentación aumenta en climas fríos y húmedos y disminuye en condiciones secas y cálidas.

Sin embargo existen plagas que su desarrollo se ve detenido por la falta de humedad hasta que haya condiciones favorables entonces continúa su desarrollo.

**INUNDACION:** Este tipo de control se hace con el fin de evitar que las plagas que se encuentran en el suelo o en las partes inferiores de las plantas se desarrollen. Así al modificar su hábitat con una inundación buscan un lugar más propicio para su actividad y desarrollo. (García 1984)

**RADIOFRECUENCIAS:** Los campos eléctricos de alta frecuencia ofrecen un medio físico posible para el control de ciertos tipos de insectos, incluyendo la mayoría de las especies que atacan al grano almacenado. La energía de radiofrecuencia se puede aplicar al grano infestado colocando a éste o pasándolo entre electrodos a los que se conectan.

ta un oscilador de poder adecuado. Todos los núcleos del grano como los insectos dentro de él absorben energía del campo eléctrico rápidamente cambiante. Las temperaturas del grano y del insecto se elevan con rapidez cuando se emplean frecuencias e intensidades de campo adecuadas. Los grados de calor relativo de los insectos y los granos en el campo de radiofrecuencias depende de sus propiedades -- dieléctricas. En general, los insectos absorberán energía a un grado mayor de rapidez que los núcleos de los granos y pueden destruirse sin dañar a éstos.

POR EJEMPLO: Los picudos del arroz y del trigo se pueden destruir mediante unos cuantos segundos de exposición que eleva la temperatura del grano sólo de 23 ó 27°C a 41°C aproximadamente. En general las temperaturas de este orden no son letales para los insectos pero las que inducen el campo eléctrico de radiofrecuencia en los insectos se cree que alcanzan niveles mucho más altos. Por lo regular se requieren exposiciones más largas o más intensas para destruir las formas inmaduras que para los adultos de los insectos. (NAS 1980)

POR EJEMPLO: Se necesitan tratamientos que produzcan temperaturas en los granos de 60°C más o menos, en muestras para obtener el 100% de mortalidad en las etapas

de huevos y larvas de los picudos del arroz y de granero.

La mayor parte del trabajo se ha hecho en el rango de 1-100 MHz (megaciclos/seg) y principalmente a 40 MHz, - con resultados favorables en cucaracha a 2450 MHz. (NAS -- 1980)

Aunque el empleo de energía de radiofrecuencias se encuentra en la etapa experimental, la investigación continua puede conducir a métodos eficientes y prácticos de -- aplicación de este sistema físico para el control de ciertas plagas.

**ELECTRICIDAD:** Este método se puede clasificar como directo debido a que se requiere que los insectos crucen - las cercas eléctricas para que sean electrocutados. Los - sistemas operan a 120 volts, 60 ciclos. Su utilización se realiza en graneros principalmente. (NAS 1980)

**RADIACION ELECTROMAGNETICA E INVISIBLE:** El uso de energía radiante para combatir insectos ha sido una mate-- ria favorita para la experimentación. La luz se ha utilizado para atraer muchas especies fuertemente fototrópicas hacia el interior de trampas, de las cuales los insectos - no pueden escapar o donde son ahogados o envenenados. (NAS 1980).

UTILIZACION DE RAYOS GAMMA: Los rayos gamma son extremadamente penetrantes pero el poder ionizante es bajo y los insectos son sorprendentemente resistentes requiriendo dosis muy altas de 65000 roentgens para ser letales en comparación con 100 roentgens para los mamíferos de laboratorio. Estas radiaciones se pueden hacer con Co60. Dosis más bajas producen esterilización.

RAYOS ULTRAVIOLETA: Ultimamente utilizada en combinación con otros sistemas, ya que por sí sola es prácticamente inefectiva.

RAYOS INFRAROJOS: Este tipo de radiaciones puede calentar a los insectos hasta el punto mortal pero la penetración es mala y el substrato generalmente se calienta a la misma temperatura. Este tipo de radiación afecta el crecimiento y desarrollo de algunas especies. (NAS 1980)

TRAMPAS: Son dispositivos que por lo general su funcionamiento lo basan en el empleo de energía radiante. De acuerdo con el uso que se les proporcione los podemos clasificar como:

TRAMPAS DE DETECCION: Se colocan en los puertos de entrada al país para descubrir la presencia de insectos no

civos en productos de importación.

**TRAMPAS DE ENCUESTA GENERAL:** Utilizadas para determinar la extensión y rango de plagas recién introducidas - en una región, o bien para la determinación de la aparición estacional y abundancia de insectos en una localidad, y la necesidad de aplicar medidas de control. (NAS 1980)

Para estos aspectos se emplean dos tipos de trampas:

- Las unidireccionales, con la lámpara a la vista - en una sola dirección.
- Las omnidireccionales, su lámpara esta descubierta en todas direcciones.

Ambas incluyen en su composición además, un embudo y un dispositivo recolector que contendrá Cianuro de Calcio, o bien Etil-Acetato.

**TRAMPAS DE CONTROL:** Que como su nombre lo indica, son para controlar los insectos peste. En ellas se incluyen dos clases para el control de plagas agrícolas:

Las primeras son parecidas a los omnidireccionales,

difiriendo en que el recipiente contendrá agua y diesel para provocar la muerte de los insectos.

Las segundas son lámparas sujetas a una rejilla -- eléctrica plana o cilíndrica.

Este tipo de trampas deben ser colocadas entre el cultivo para lograr una buena eficiencia. Para amplificar tenemos el gusano cornudo del tabaco, el barrenador eu ropeo.

Otro tipo de clasificación sería la siguiente:

**TRAMPAS DE LUZ:** El uso de lámparas para el control de insectos en la respuesta fotopositiva de muchos de ellos.

Las fuentes de energía radiante que se han utilizado hasta la fecha son: El Kerosén, la gasolina, el acetileno y actualmente las lámparas eléctricas.

La capacidad de atracción que tienen las lámparas -- eléctricas para los insectos fotopositivos depende de:

- La longitud de onda
- La cantidad de energía emitida (energía radiante)
- La intensidad (brillantez)

- El tamaño de la fuente

**TRAMPAS DE COLORES:** La mayoría de las especies fotopositivas son atraídas hacia lámparas que emiten la mayor parte de su energía en:

El ultravioleta:

Cercano: lámparas fluorescentes BL, BLB. De más uso.

Medio: Lámparas de sol.

Lejano: Lámparas germicidas.

El azul

El verde (escarabajos, palomillas y algunos saltamontes)

El rojo (algunas especies de moscas)

El blanco (para trips).

Algunos experimentos realizados han demostrado que la actividad de los insectos nocturnos cesa en la vecindad de una fuente muy intensa (10,000 W), y que los diurnos se tornan activos.

**TRAMPAS DE LUCES REPELENTES:** Para este caso se utilizan generalmente lámparas de luz amarilla, porque no es atractiva. Esto en combinación con el uso de trampas de -



BL, colaborará para un buen control. (NAS 1980)

**SONIDOS:** Desde hace mucho tiempo, el empleo de sonidos se ha considerado como una posibilidad para el control de insectos y otro tipo de plagas, sin embargo, no se han logrado resultados satisfactorios. Se sugieren tres métodos básicos:

Empleo de sonidos de muy alta intensidad (amplitud), como de 140 a 160 dB, lo que supone la destrucción física del insecto.

El uso de sonidos altos (ruidos), que pueden repeler ciertas plagas; estos pueden ser producidos por fuegos artificiales y dispositivos mecánicos para repeler pájaros, sin embargo su efecto ha sido relativo ya que los animales se hacen tolerantes a estos sonidos. Además pueden resultar un factor de irritación al mismo hombre y animales domésticos.

Utilización de sonidos grabados producidos por ellos mismos, o imitaciones para influenciar su comportamiento. Estos son los más prometedores ya que los insectos tienen desarrollado ampliamente su sentido, se pueden utilizar como:

- \* Atrayentes hacia la trampa
- \* Repelentes de áreas específicas
- \* Perturbadores de sus sistemas naturales de comuni  
cación.

AUYENTAMIENTO Y CONDUCCION: En ocasiones, el hom--bre ha intentado proteger sus cosechas conduciendo lejos a sus plagas (aves y mamíferos, así como insectos) cuando --aparecieron las hordas de saltamontes, los nativos usaron humo en varias formas batían tambores, soplaban silbatos, gritaban, cantaban y, con todo método que ideaban trataban de espantar las plagas. Se podía conducir los saltamontes lejos del campo utilizando personas que marcharan hacia --adelante y hacia atrás mientras mantenían una línea o pa--trón constante todo el tiempo, durante la marcha. En el -siglo XIX, ésta práctica se usó mucho en Estados Unidos pa--ra proteger las cosechas, de los saltamontes y grillos mor--mones, Anabrus simplex. Hasta 1930, se usó en Iowa e Illi--nois, y aún hoy se puede usar a veces para reducir el daño que causa el saltamontes en los cultivos valiosos, cuando se emplea el rocío o el empleo de cebos se puede conside--rar objetable. La formación de bandas también se usó para conducir las cantáridas, Epiccauta ssp., lejos de los cam--pos. (Anónimo 1981)

**BARRERAS:** En ellas se incluyen factores físicos -- que se pueden emplear para evitar problemas de insectos, y en algunos casos corregir condiciones ambientales. Uno de esos factores es la naturaleza del terreno que puede influir en las posibilidades del desarrollo de ciertas poblaciones de insectos, ya sea restringiendo los movimientos, o por constituir un medio inapropiado para su desarrollo. El terreno se puede modificar mediante:

La excavación para remover el agua estancada o acelerar el flujo de vías de agua existentes, así se eliminan las áreas húmedas y las orillas limpias evitan el desarrollo de larvas. Es común para el control de mosquitos.

El empleo de zanjas y bardas; es una forma más indirecta para el control, porque se tienen especies que en la etapa larvaria se desarrollan en ciertas plantas y en el estado adulto se alimentan de cultivos. Estas evitan la emigración rompiéndose su ciclo de vida. Una vez atrapadas se destruyen por medio mecánicos o cebos envenenados (chinchas, gusanos). (García 1984)

**RECHAZADORES:** En ellos se incluyen:

**LOS ADHESIVOS:** Los insectos en general son vulnera

bles a las superficies pegajosas sobre las que quedan sujetos por las patas, las alas o el cuerpo.

Las superficies pegajosas pueden ser listones o bandas tratadas con una mezcla de aceite hidrogenado de castor, resinas naturales o de cera vegetal. Se deben colocar en las áreas de probable acción de los insectos, tal es el caso de: las moscas domésticas (en tiras colgantes), -- las cigarras periódicas en su estado larvario (en los troncos de los árboles).

ELIMINADORES (persianas y escudos); Existen numerosos materiales, que se emplean con eficacia, no para la destrucción de plagas; sino para impedirles que la constituyan o ser destructivos, entre ellos mencionaremos:

- Las persianas tejidas de metal, tela, plástico o fibra de vidrio. Utilizados durante muchos años en respiraderos, ventanas, puertas de edificios para el rechazo de moscas y mosquitos.

- El metal; utilizado como escudo de edificios contra las termitas subterráneas.

- Las hojas de polietileno; muy útiles en situacio-

nes donde no hay insectos barrenadores. Su propósito es - evitar la oviposición sobre desechos y así hacer inadecuado el medio de crianza. (NAS 1980)

AIRE Y AGUA: Son barreras naturales muy efectivas contra los movimientos de algunas poblaciones de insectos.

El manejo del aire como medida de control sólo ha - tenido un éxito moderado, pues se limita a la exclusión de insectos voladores (moscas, mosquitos, jejenes y palomillas).

El principio comprende el pasaje rápido de una capa continua de aire a través de una abertura. Es común en -- centros comerciales. El uso dirigido de agua por medio de - inyecciones comprende la aplicación violenta de ella a las plantas. En épocas pasadas este método se práctico mucho para evitar el desarrollo de poblaciones de ácaros y pulgones en plantas domésticas, arbustos y árboles pequeños.

EMPACADO: La industria de los alimentos sufre grandes pérdidas durante su almacenamiento, transporte, o aún en posesión del consumidor, ya que estos son atacados por más de cincuenta especies de insectos. El único medio factible con que se puede proteger a los productos es la --

utilización de envases resistentes, como son los recipientes de vidrio y metal bien sellados.

La efectividad de un envase como barrera para los insectos depende del material de empaque empleado, la construcción del recipiente y la firmeza del cerrado.

Sin embargo un gran porcentaje de alimentos secos se envasan en recipientes que proporcionan poca o ninguna protección. (García 1984)

- VENTAJAS:

- \* Son anticontaminantes
- \* No dejan residuos en los cultivos
- \* Operan en forma continua
- \* Eliminan la necesidad de programas de control
- \* Conociendo con certeza su ecología son altamente eficientes.

- DESVENTAJAS:

- \* Inversión inicial alta por costo del equipo
- \* Disponibilidad de energía eléctrica
- \* Se desconoce la fisiología de muchas plagas por su variedad

- \* Presencia de plagas que no son fotopositivas.
- \* Dificil manejo de las poblaciones en superficies extensas.

#### 5.4 CONTROL GENETICO

**DEFINICION:** Es la búsqueda de caracteres y características que se heredan de una generación a otra en las plantas de importancia económica y social las cuales las hacen no apetecibles a los organismos plaga o bien mecanismos que mantienen alejados o que provocan antagonismo a dichos organismos. (García 1984)

Las plantas que reciben esencialmente menos daño o son menos atacadas por una plaga que otras bajo condiciones ambientales similares, se llaman resistentes.

**ORIGEN:** El estudio de la resistencia de las plantas al ataque de organismos plaga, data de los primeros días del control de plagas agrícolas, la literatura cita como uno de los éxitos en esta materia la introducción de variedades de vid resistentes a la filoxera a Francia salvando así la gran industria vitivinícola de ese país. (Maywell 1984)

- \* Presencia de plagas que no son fotopositivas
- \* Dificil manejo de las poblaciones en superficies extensas.

#### 5.4 CONTROL GENETICO

DEFINICION: Es la búsqueda de caracteres y características que se heredan de una generación a otra en las plantas de importancia económica y social las cuales las hacen no apetecibles a los organismos plaga o bien mecanismos que mantienen alejados o que provocan antagonismo a dichos organismos. (García 1984)

ORIGEN: El estudio de la resistencia de las plantas al ataque de organismos plaga, data de los primeros días del control de plagas agrícolas, la literatura cita como uno de los éxitos en esta materia la introducción de variedades de vid resistentes a la filoxera a Francia salvando así la gran industria vitivinícola de ese país. (Maywell 1984)

Las plantas que reciben esencialmente menos daño o son menos atacadas por una plaga que otras bajo condiciones ambientales similares, se llaman resistentes.



#### COMPONENTES DE RESISTENCIA:

Painter (1941), al analizar la resistencia de las plantas a los insectos, encontró que es muy útil dividir el fenómeno de resistencia en tres componentes o mecanismos: Preferencia o No Preferencia - Antibiosis y Tolerancia.

PREFERENCIA O NO PREFERENCIA: Se usa para definir al grupo de características de las plantas y las respuestas de los insectos que guían o repelen a éstos hacia la utilización de una planta determinada o un grupo de variedades para la ovipostura, alimentación, refugio, o una combinación de éstas tres finalidades.

Existen por lo menos dos tipos de no preferencia: -

1) el que se manifiesta sólo en presencia de un huésped predilecto y 2) uno cuya presencia en la planta resistente se puede demostrar aún en ausencia del huésped predilecto. En el último tipo, la no preferencia podría ser tan fuerte que el insecto llegará a morir de hambre, aunque no se produjeran efectos desfavorables si se alimentará de la planta no predilecta. (García 1984)

En circunstancias naturales, la elección original o

respuesta inicial al huésped después de la ovipostura es -  
efectuada por las larvas o ninfas en el primer estadio, que  
pueden ser más sensibles a los elementos constituyentes --  
del huésped que las larvas o ninfas de mayor tamaño.

Estudios muy interesantes fueron realizados sobre -  
las preferencias para la oviposición del barrenador del ta  
llo del trifo Meromyza americana. Las preferencias por el  
sitio de oviposición causaron diferentes niveles de infes-  
tación en diferentes variedades de trigo. El estado de --  
crecimiento de la planta y la intensidad de ciertas longi-  
tudes de onda, son factores que también afectan la oviposi-  
ción de esta especie.

Las hembras de algunos insectos se rehusan a deposi-  
tar sus huevos en huéspedes no predilectos. Otras ponen -  
sus huevos en un huésped no predilecto pero cerca del pre-  
dilecto, pero no en uno sin preferencia que se encuentre a  
cierta distancia.

Las pautas de alimentación y oviposición de la mayo-  
ría de los insectos corresponde a una compleja serie de --  
respuestas a características del medio ambiente y a propie-  
dades del huésped, pues los insectos pueden encontrar sus  
alimentos guiados por la vista, la luz, la gravedad y la -

humedad. La temperatura y la humedad pueden modificar el comportamiento de los insectos y también influyen de manera diferente en el crecimiento de ciertas variedades. La mosca del tallo del trigo tiene la tendencia a poner más huevecillos a altas temperaturas; la edad de la planta también puede influir en la expresión de los genes para resistencia. Estudios efectuados con la chinche pequeña han demostrado que, en general, cuando las plantas de sorgo son pequeñas tienen menos tolerancia a estas chinches. El caso contrario se presenta con el ataque del barrenador europeo del maíz. (Painter 1954)

Los factores medio ambientales producen respuestas que conducen a los insectos dentro de una esfera de actividad desde la cual pueden responder a un atributo específico del huésped. Entonces tales respuestas pueden tomar la forma ya sea de kinesis, o taxis. La primera suministra respuesta a los impedimentos, los últimos a los elementos de atracción. Al principio, los taxis parecen provenir de un estímulo para morder o cortar pero, más adelante, de un estímulo para continuar la alimentación. Aplicada a la resistencia la no preferencia puede tomar la forma de una o más rupturas en la cadena de respuestas que conducen a la alimentación o a la postura de huevos.

Estas rupturas están constituidas por la ausencia - de un impedimento o de un elemento de atracción, la presencia de un repelente, o un equilibrio desfavorable entre el elemento impeditivo o el atractivo, o ambos, por una parte, y el repelente por otra. Además de las causas mencionadas que influyen en la preferencia de los insectos, hay otros factores tal vez más importantes que aún no están bien investigados. (Maxwell 1984)

▣ ANTIBIOSIS: Es la tendencia a disminuir, dañar o destruir la vida de un insecto cuando éste se alimenta de una planta resistente. (Detheier, 1951)

- a) Plantas que son deficientes en nutrientes requeridos.
- b) Plantas con sustancias tóxicas.

Las fases de la antibiosis pueden causar uno o más efectos anormales: 1) A menudo se produce la muerte de --ninfas o larvas que están en el primer estadio, de manera que las diferencias entre las plantas resistentes y susceptibles varían de cero infestación en las resistentes a infestaciones abundantes en las susceptibles. 2) Es proba--ble que una menor reproducción por las hembras criadas o -alimentadas en las plantas resistentes sea el segundo efecu

to observado con mayor frecuencia. 3) Cuando el efecto no basta para matar al insecto, a menudo se observan tamaños y pesos reducidos. 4) Con frecuencia el ciclo vital resulta anormal ya sea como un período larval o ninfal más largo; esto puede conducir a una reducción del número de insectos por año; una vida adulta más corta limita el tiempo disponible para el apareamiento de las hembras y la postura de huevos. 5) A menudo se acumulan menores reservas de alimento; esto afecta en forma adversa la capacidad de supervivencia del insecto si éste inverna y tal vez cuando veranea. 6) En algunos casos se ha observado la muerte de los insectos poco antes de iniciarse la etapa adulta, reduciéndose así la población. Por lo tanto, la muerte acontece en un momento del esfuerzo fisiológico, sobre todo en un insecto con metamorfosis completa. 7) Algunas veces -- aparecen varias anormalidades fisiológicas y de conducta. Por ejemplo, en el escarabajo de la patata de colorado, se han observado secreciones excesivas de ciertas glándulas dérmicas, latidos irregulares del corazón, y una excesiva sensibilidad a los estímulos. En varios insectos se produce regurgitación después de alimentarse en plantas resistentes.

Posibles bases fisiológicas y bioquímicas de la an-

tibiosis. Hasta la fecha no ha sido posible dar una explicación sencilla o general de la antibiosis más que para los tres componentes de resistencia en conjunto.

\* Una primera base posible para la actividad antibiótica es la presencia de una toxina en la planta resistente. Los entomólogos y a menudo, otras personas están informados del hecho de que de las plantas, se pueden obtener insecticidas tales como la nicotina, perimetro y rotenona. Existen listas disponibles de varios cientos de especies de plantas que contienen sustancias bioquímicas capaces de matar insectos.

\* Una segunda base posible de acción antibiótica es la presencia de un factor inhibidor del desarrollo o de la reproducción o de ambos. Por ejemplo, el gossipol en el algodón retarda el crecimiento del gusano del elote Heliothis zea.

\* Una tercera base posible es la ausencia de algunas sustancias nutritivas, tales como vitaminas, sustancias parecidas a éstas, o aminoácidos esenciales, en la parte particular de la planta resistente de la cual se alimenta el insecto incluso la deficiencia de estas sustancias es suficiente para causar resistencia en las plantas.

En la resistencia de los guisantes. Pisum sativum, a ácidos, aparecen menores concentraciones de aminoácidos en -- las líneas resistentes que en las susceptibles.

La antibiosis probablemente es el carácter más deseable en la selección de variedades resistentes, pero en muchas variedades de plantas otros mecanismos son tan importantes como la antibiosis.

Sin embargo, ningún componente de la resistencia es absoluto, pues casi siempre existen complejas interrelaciones entre diversos factores. En la resistencia de algunos cultivos a los insectos, generalmente se postula una combinación de mecanismos; un ejemplo típico lo encontramos en el estudio de la resistencia de las variedades de sorgo al pulgón de la hoja del maíz Rhopalosiphum maidis, para el cual se indica los seis siguientes procesos de resistencia (Cartier y Painter, 1956)

- Falta de atracción (repelencia para pulgones alados.
- Falta o inhibición del estímulo para el nacimiento de ninfas.
- Reducción del número de ninfas nacidas.
- Falta o inhibición del estímulo alimenticio.

- Reducción en el peso de los adultos producidos.
- Inhibición total a parcial de la formación de --- alas en las progenies de hembras ápteras.

- TOLERANCIA: Es el mecanismo de resistencia por el cual la planta muestra una habilidad para crecer y re-- producirse, ya sea reparando en parte el daño causado por el insecto, o bien no dando señales de pérdida de vigor, a pesar de soportar una población de la plaga comparable a la que daña un huésped susceptible (Painter 1951).

La tolerancia es tal vez el mecanismo menos estable en relación con la resistencia, y parece ser el más afectado por las condiciones del ambiente que actúa en la planta. Hay varios grados de tolerancia, los cuales han sido utilizados en la práctica por los agricultores para atra-- sar o eliminar las aplicaciones de insecticidas.

Se conoce poco del proceso de tolerancia que tienen las plantas para soportar un daño regular de insectos sin disminuir su vigor. Se cree que el vigor híbrido aumenta la tolerancia, la capacidad de recuperación y la propor--- ción de área foliar, en relación con el número de insectos que atacan a la planta en un momento dado.

Sin embargo en otros casos muy bien puede ser que -



exista una plasticidad bioquímica en la planta que le permite, hasta cierto punto, compensar el daño hecho por los insectos o inactivar algunas toxinas inyectadas con la secreción salival de los insectos picadores chupadores.

Además de los conceptos básicos ya anotados sobre la preferencia, antibiosis y tolerancia, se usa el término pseudoresistencia para indicar el escape de las plantas al ataque por condiciones de clima, o bien por precocidad de la variedad en relación con la máxima ocurrencia de plagas, y algunos ejemplos de resistencia inducida.

Considerando que la interacción del huésped y el parásito es compleja y poco conocida, se incluyen algunas investigaciones, sobre este tema, debido a que ayudan a entender mejor el problema. Aunque en parte la orientación y el comienzo de la ovoposición o alimentación de varias especies de insectos está condicionada por un grupo de sustancias químicas (aceites esenciales, alcaloides, glucosidos y otros), se ha demostrado recientemente que los estimulantes alimenticios juegan un papel muy importante en la utilización de la planta huésped por los insectos. Además también son conocidos los estímulos físicos, tales como el color y la forma de las plantas.

Las maripositas de la col son atraídas por el color azul verdoso de las plantas y la mosca pinta de los cítricos por el color verde amarillento de las hojas tiernas. - En general los insectos reaccionan positiva o negativamente hacia el huésped por una combinación de estímulos físicos, químicos y fisiológicos. (Maywell 1984)

Las plantas resistentes infieren en alguno o varios de los pasos del comportamiento de los insectos, evitando su preferencia. Además, aunque los insectos reaccionen -- positivamente en todas las fases, las plantas pueden inhibir, por su acción química, el crecimiento y/o la reproducción por falta o deficiencia de elementos nutricionales, - por impropio balance entre los nutrientes disponibles, y - por la presencia de toxinas, ejerciendo en todos los casos una Antibiosis.

Aunque los insectos progresen normalmente en su huésped, existe aún una reacción vigorosa y sostenida en plantas resistentes para tolerar el daño causado, sin afectar demasiado sus funciones vitales. (Maywell 1984)

**SELECCION DE LA RESISTENCIA:** Los objetivos que se buscan para lograr resistencia son caracteres genéticos y no variedades resistentes logradas exprofeso.

La resistencia de las plantas a las plagas ha sido estudiada por diversos autores, habiéndose encontrado factores físicos, químicos y fisiológicos, gobernados por uno o más genes. Como ejemplos pueden citarse los estudios genéticos realizados en Kansas por Sifuentes y Painter (1964), quienes demostraron que la resistencia del maíz al ataque del gusano accidental Diabrotica virgifera, era del tipo - monogénica y recesiva.

Allen (1956) y otros investigadores encontraron que son cinco los genes que intervienen en la resistencia del trigo a la mosquita del tallo. (García 1984)

Si tales caracteres genéticos no pueden ser descubiertos en variedades adaptadas a la región que se estudia, deben buscarse en variedades de plantas de la misma especie de cultivo o, más adelante en especies afines. Después de realizar estudios en variedades locales, se busca en variedades del lugar de origen del insecto o especies - del mismo género entomológico. La segunda zona de la cual obtener variedades vegetales es la región de máxima variabilidad del cultivo sujeto a estudio. La primera región - depende la posibilidad de selección natural para lograr la resistencia; la segunda depende del hecho de que en zonas en que los caracteres visibles muestran gran diversidad, -

también puede haber grandes diferencias en caracteres fisiológicos que podrían ser la base de resistencia.

Un principio importante es que la posibilidad de encontrar genes de resistencia, en general se encuentra en proporción al número y diversidad de plantas que se puedan estudiar. El material vegetal para el estudio se puede obtener con otros investigadores que estudien el mismo cultivo; a instituciones que mantienen viveros de germoplasma o almacenamiento disponible de muchas variedades de cultivo. En todos los casos que se ha estudiado suficiente germoplasma, se han descubierto niveles de resistencia de importancia económica. Asimismo, en estudio de grandes cantidades de variedades exóticas, las variedades que son más susceptibles que las generalmente cultivadas fueron más abundantes que las variedades resistentes. Por tanto la introducción de nuevas variedades sin una conocida resistencia a insectos puede traer consigo genes de una mayor susceptibilidad. Como regla general todas las variedades de cultivos nuevas y mejoradas o híbridos, deben ser sometidas a pruebas rutinarias para determinar su reacción a plagas importantes antes de que la estación experimental las apruebe y distribuya entre los agricultores. (NAS 1980)

La prueba de que la resistencia es genética proviene en esencia de un estudio de la progenie del huésped que se supone que es resistente, la cual se compara, siempre que es posible, con variedades regulares o susceptibles o con la planta original. Para obtener tal progenie en el proceso de cultivo de plantas hace falta probar la autopolinización de la planta o efectuar cruizas con una progenitora de susceptibilidad conocida. La característica heredada es la reacción de la planta en circunstancias ambientales comprobables. Si se cambia el medio ambiente, la reacción puede o no cambiar, pero si una planta conserva su resistencia en diferentes condiciones ambientales existe una gran probabilidad de que la reacción de resistencia sea heredada. Una comparación de la biología o conducta detallada de un insecto en posibles huéspedes resistentes y susceptibles en varios lugares o varios ambientes puede sugerir la inherente estabilidad de la resistencia. (NAS = 1980)

En los cultivos de polinización cruzada, en que una o más plantas individuales resistentes al insecto se pueden encontrar en una o más variedades adaptadas, tales plantas se pueden incrementar vegetativamente o por medio de semilla para realizar pruebas extensas y para una posi-

ble distribución. Por medio de este procedimiento se produjeron las variedades de alfalfa resistentes al áfido manchado. Las variedades sintéticas producidas por interpolización o plantas resistentes individuales pueden constituir también fuentes importantes de selección para factores de resistencia en distintas condiciones ambientales. Si la fuente de resistencia se encuentra en una variedad no adaptada en cultivo autopolinizado, se hace necesario cruzar la planta resistente con otra que este adaptada a las condiciones bajo las que se efectúa el estudio. Esto puede comprender selecciones de fuentes de resistencia y selecciones de posibles progenitores susceptibles. Las mejores fuentes progenitoras de resistencia son las que tienen de hecho más de un sólo componente de resistencia y, de ser posible, más de un sólo gen de resistencia, si se dispone de más de una fuente de resistencia, puede ser conveniente comenzar un programa de mejoramiento genético en el que se usen varias fuentes al mismo tiempo, con la posibilidad de una posterior combinación de diferentes factores genéticos. La progenitora susceptible no sólo debe satisfactoria por, otras características agrícolas, sino, de ser posible complementar inherentes a la línea resistente. Por ejemplo un sólo factor genético, es más fácil de manipular en el proceso de crianza, pero su uso puede estimu--

lar la selección natural de bióticos de insectos que pueden sobreponerse a la resistencia de un solo gene. (Maywell 1984)

En la investigación inicial, la característica que se debe descubrir es la relativa ausencia de insectos o daños a causa del mismo en la variedad o planta en particular comparada con una variedad de cultivo común. No se debe intentar la búsqueda de algún rasgo físico que los entomólogos consideran desagradable o perjudicial para el insecto. Para descubrir y aprovechar la resistencia a los insectos, no es necesario que el investigador conozca las bases de resistencia, pero es esencial que el fitogenetista conozca las bases de alto rendimiento, de tal manera que mejore genéticamente la variedad para lograr este carácter conveniente. Las variedades o plantas individuales que parezcan ser resistentes se pueden someter a diferentes pruebas, de preferencia bajo distintas condiciones ambientales. Un principio importante es que lo que se busca es resistencia y no inmunidad. En consecuencia, el mejor nivel de infestación que se utilice o tiene que ser el más alto que se pueda obtener, sino más bien el nivel que proporcione las máximas diferencias entre las variedades o plantas estudiadas, o entre selecciones resistentes o sus-

ceptibles.

Una vez descubierta una posible fuente de resistencia, el siguiente paso consiste en determinar, por medio de pruebas de jaula si es necesario, cuál componente o componentes de resistencia están implicados y asegurarse de que la reacción obtenida es genética y no el resultado del azar, circunstancias ecológicas especiales, de la maduración temprana o tardía, o por causa genética de la variedad que se estudia.

**MÉTODOS DE SELECCION DE RESISTENCIA:** Los métodos -- para seleccionar o formar variedades resistentes son muy -- variados. En alfalfa el método más efectivo para seleccionar plantas resistentes al pulgón del chícharo consistió -- en seleccionar las plantas vigorosas y poco atacadas, después de sufrir una fuerte infestación en estado de plantula en el invernadero. (Ortman y colaboradores 1960)

En el sorgo, además de colocar al azar las cajas de líneas bajo prueba, se cambiaron de posición diariamente. Las plantas infestadas se removieron y fueron reemplazadas por un palillo de dientes. Los datos de esta información diaria se pueden analizar en cualquier período de tiempo.



Los sorgos tipo Sudán mostraron un alto nivel de -- resistencia al pulgón de la hoja del maíz; entre éstos se obtuvo una planta de Sudán "Piper" (428-1) casi inmune y - los tipos "Combine" y "Milo" mostraron una alta susceptibi- lidad. (Howitt y Painter, 1956)

Se han establecido nuevas técnicas en el estudio de la resistencia de las plantas a las plagas, particularmen- te en el estudio del pulgón de la hoja del maíz Rhopalosi- phum maidis.

Como ejemplo de arreglos sencillos pero eficaces se menciona el llevado a cabo por Pathak y Painter en 1958, - en los estudios sobre alimentación de cuatro biotipos del pulgón de la hoja de maíz; consistente en colocar jaulas - de plástico donde se introducen las hojas de las plantas y pulgones para medir su daño.

Además de los métodos genéticos clásicos de cruza-- miento y selección, se ha usado el injerto desde hace mu-- chos años para obtener plantas resistentes a plagas; éste se ha aplicado en manzanos, injertando patrones resisten-- tes a la forma radicular de pulgón de vid resistentes a - la filoxera.

El método más usado en México para seleccionar variedades de maíz y frijol resistentes a las plagas, consiste en tratar con insecticidas la mitad de la parcela de cada variedad en todas las repeticiones. En esta forma es posible medir el desarrollo y el rendimiento de las variedades en prueba, con y sin ataque de las plagas bajo estudio, apreciándose muy claramente los niveles de tolerancia en el caso de los insectos que atacan el follaje. Los estudios de las bases de resistencia pueden ser tanto directos como indirectos. Un estudio directo compara los análisis químicos de plantas resistentes y susceptibles contrastantes. Un estudio indirecto consiste en una investigación de las características que causan la atracción del insecto al descubrir las sustancias alimenticias presentes en los huéspedes susceptibles. Una confrontación con aislamientos semejantes a partir de un gran número de huéspedes resistentes puede conducir a la localización de sustancias bioquímicas relacionadas con la resistencia. El enfoque indirecto puede mostrar cuales compuestos se deben buscar en las plantas resistentes. (García 1984)

- VENTAJAS:

\* El efecto de la resistencia es acumulativo y persistente. Es posible que la ventaja más importante del --

uso de plantas resistentes a insectos, en el control de la plaga ha sido que el efecto de la variedad resistente sobre la población de insectos es específico, acumulativo y persistente. No hace falta una semi-inmunidad. Una variedad vegetal que reduce la población de la plaga en un 50% cada generación es suficiente para eliminar en unas cuantas generaciones al insecto de importancia económica. Este efecto rápidamente acumulativo y persistente de una variedad resistente contrasta con el efecto súbito y declinante de la mayoría de los insecticidas y es posible que sea un caso único entre las medidas de control de insectos.

\* No hay peligro para el hombre y el medio ambiente; otra ventaja importante del uso de variedades resistentes es, que no se presentan problemas de residuos tóxicos de daño al personal, ganado y vida silvestre, de toxicidad para las abejas melíferas y otros insectos benéficos; o de la contaminación del medio ambiente. Estos peligros si se pueden presentar con el uso de insecticidas.

\* Bajo costo, uso provechoso y potencialidades. --  
Otras ventajas incluyen el bajo costo para los agricultores, utilidad en los programas de control o manipulación de la plaga, y el hecho de que un conocimiento de las sustancias atrayentes o repelentes presentes en las plantas --

alimenticias naturales puede conducir al descubrimiento -- de sustancias químicas sintéticas que tengan estas propiedades.

En el pasado, las potencialidades en el uso de variedades resistentes estuvieron limitadas, sobre todo, por los fondos disponibles para el personal encargado de investigar este aspecto.

\* El uso de variedades resistentes es muy conveniente en cultivos de bajo valor por kilogramo, sobre todo en donde los rendimientos oscilan mucho debido al estado del tiempo y otras circunstancias esporádicas, o bajo situaciones en las que el control a base de insecticidas se desconoce, no resulta asequible o es demasiado costoso.

\* El uso de una variedad resistente a los insectos de un cultivo puede reducir la población del mismo insecto también en otro cultivo. En las regiones en que se cultivan variedades de maíz resistentes al gusano del elote, en el sur de los Estados Unidos, los daños producidos en el algodón por el mismo insecto, conocido cuando ataca este cultivo como gusano algodonero. También se ha reducido puesto que hay una menor población total.

- DESVENTAJAS:

\* El tiempo requerido para la formación de una planta resistente. El tiempo que en general se necesita para la producción o desarrollo de una variedad a un cierto insecto puede ser considerable; para una variedad de trigo puede ser de quince a veinte años. Sin embargo este inconveniente es más aparente que real. Con fondos y personal suficientes hay medios para reducir el tiempo necesario para dicho propósito.

\* Los biotipos como limitaciones. La presencia o selección de biotipos de insectos que pueden infestar variedades resistentes pueden restringir la efectividad de tales variedades.

\* Incompatibilidad de los caracteres de resistencia con los caracteres favorables.

\* Sustitución de variedades. Otra posible limitación esta relacionada con la sustitución de antiguas variedades resistentes o el reemplazo de las viejas variedades resistentes, mientras que el insecto y su daño aún, no han sido descubiertos, por nuevas variedades susceptibles, que implica el pronto regreso de la plaga. Si la nueva varie-

dad resistente también resulta muy superior en calidad -- agronómica, a menudo no existe problema en que sustituya a anteriores variedades susceptibles, aunque en general los agricultores pueden ser conservadores respecto a cambios - de este tipo.

## 5.5 CONTROL LEGAL O REGULATORIO

**DEFINICION:** Control legal o regulatorio; es una serie de medidas reglamentadas que tiene la finalidad de cuidar la entrada y establecimiento de plagas vitales y animales en un país o región, y erradicar, contener o suprimir las plagas que se han establecido en áreas limitadas.

**ORIGEN:** La causa más importante que ha contribuido en la diseminación de las plagas en el mundo, es el comercio internacional que se dá desde hace muchos años y que carecía de leyes que restringieran la introducción de plagas animales y vegetales dando como resultado que muchas de las plagas de insectos perniciosos se encuentran hoy en América siendo que estas son de origen extranjero.

En 1873 Alemania aprobó la primera medida de con---

trol que prohibía la entrada de productos que pudieran propagar la uva filoxera, Phylloxera vitifoliae, de América.

La primera legislación importante reguladora, en Estados Unidos fué aprobada en 1877, cuando cuatro Estados -- promulgaron leyes para lograr protección contra ciertas -- plagas.

En 1905, se aprobó el Decreto Federal sobre plagas de insectos, regulándose así la importancia y el movimiento interestatal de posibles artículos que pudieran propagar plagas de insectos.

En 1912 en Estados Unidos se empezaron a tomar medidas para el establecimiento de cuarentenas para evitar la propagación de las plagas. Como ejemplo de la efectividad que estas medidas pueden llegar a tomar tenemos que:

38,461 plagas de plantas extranjeras fueron interceptadas en puertos de los Estados Unidos. Una plaga cada dieciseis minutos.

Inglaterra ha evitado la introducción artificial de la mosca del manzano Rhagoletis pomonella, restringiendo la importación de manzana de los Estados Unidos. (Nas 1980)

**CUARENTENA:** Es una medida auxiliar del control regulatorio que tiene el propósito de eliminar plagas potenciales evitar la propagación de las ya presentes, y complementar los programas de control.

**BASES BIOLÓGICAS DEL CONTROL LEGAL:** Para aplicar -- una cuarentena deben realizarse ciertos estudios como:

- Contar con los conocimientos para la identifica--ción y la ecología de los insectos.
- Hábitos de la plaga.
- Posible tasa de propagación natural.
- Determinar si la plaga es nociva desde el punto -- de vista económico.
- Determinar si la acción se justifica.

Quando se pone en vigor una cuarentena debemos to--mar en cuenta algunos aspectos como:

- Estudiar más a fondo las costumbres de los insectos.
- Determinar los artículos que pueden propagar al -- organismo de manera artificial, y en base a esto elaborar los tratamientos para eliminar las pla--gas tomando en cuenta el tiempo neces. io para --



destruirlas.

- Desarrollar procedimientos que permitan el libre tráfico de artículos de las áreas controladas.

**MOVIMIENTO DE MATERIAL CIENTIFICO Y GERMOPLASMA:** Para realizar el movimiento de especímenes para estudios científicos de un país a otro debe conseguirse un permiso de importación o tráfico de plagas vivas. Para su consecución, las agencias estatales o federales, deben realizar un estudio muy cuidadoso, para esto deben considerarse los siguientes puntos:

- Tipo de estudios que se van a llevar a cabo.
- Alcance biótico del insecto.
- Su importancia relativa.
- Posibilidades de que represente una nueva raza o especie que no se encuentre en la zona donde se realizarán las investigaciones.

**PROGRAMA DE CONTROL REGULADOR:** Existen tres tipos de programas organizados de control de plagas apoyados por el público:

- Erradicación
- Aislamiento
- Supresión

Dentro de estos programas se emplean varios métodos que comprenden medidas químicas, biológicas y de cultivo. (García 1984)

**ERRADICACION:** Se llevan a cabo con el propósito de eliminar al organismo perjudicial de una zona geográfica determinada.

En general estos programas se aplican contra las plagas de penetración reciente que aún no se han establecido sobre gran parte de su campo ecológico potencial favorable, ejemplo la mosca mediterránea de la fruta se descubrió por primera vez en Estados Unidos en 1939 Ceratitis capitata, a partir de entonces se ha logrado su erradicación pero ha vuelto a aparecer en 1956, 1962, 1963, en 1966 apareció también en Matamoros México, y no se ha vuelto a encontrar. Al parecer en el año de 1984, se encontró de nuevo en el estado de California en Estados Unidos para su combate se empleó cebo venenoso de malathión. (Gutiérrez 1984)

**AISLAMIENTO O CONTENCIÓN:** Estos programas se realizan contra plagas que no han alcanzado sus límites ecológicos totales, cuando no se puede lograr la erradicación.

Por lo general, en estos programas no se realiza -- ningún intento de reducir o eliminar las poblaciones en to-- das las áreas infestadas, el control se limita a partes se-- leccionadas de las áreas infestadas desde las cuales las - plagas se pudieran extender por medios artificiales.

También puede aplicarse medidas para eliminar las - poblaciones a lo largo de la periferia del área invadida - para retrasar la propagación, natural, ejemplo: En Esta-- dos Unidos para eliminar la plaga de la palomilla gitana, donde se aplicaron aspersiones de plaguicidas al sur y oes-- te de la zona infestada para retrasar la propagación natu-- ral.

En otros casos se dirigen las medidas de control a reducir las poblaciones en toda el área infestada, esperan-- do que se logre su posterior erradicación, ejemplo: Con-- tra el nemátodo dorado Heterodera rostochiensis en Long Is-- land y Stevben Country en Nueva York. (NAS 1980)

SUPRESION: Estos programas de control se aplican - sobre todo contra plagas de animales o plantas muy disemi-- nadas (nivel mundial) ejemplo: El torsalo, Dermatobia ho-- minis y mosca mediterránea de la fruta Ceratitis capitata.

Contra estas dos plagas, los países Centroamericana-- nos y México están colaborando en programas de supresión - a través del O.L.R.S.A (Org. Internacional Regional de Sa nidad Agropecuaria), financiado por Nicaragua, Guatemala, El Salvador, Costa Rica, Honduras, Panamá y México.

**INFRAESTRUCTURA:** Humana física y tecnológica. El personal encargado de llevar a cabo el cumplimiento de las cuarentenas, se compone principalmente de inspectores, con la ayuda que les proporcionan los empleados fiscales y -- agentes de inmigración.

Los inspectores, son empleados debidamente autoriza dos por la Dirección General de Sanidad Vegetal, o cual--- quier persona autorizada por la Secretaría de Agricultura.

Para hacer cumplir y vigilar lo dispuesto por la -- presente cuarentena. La forma en que autorizan la entrada de material vegetal es mediante un certificado.

Los certificados son los documentos que extienden - los inspectores en los que se precisa el estado sanitario del producto amparado, y son los siguientes:

- CERTIFICADO DE SANIDAD: Constancia que extiende

un inspector, para amparar los productos de cuarentena parcial y que esten sanos en tránsito hacia la zona cuarentenada.

- PASE SANITARIO: Sello que coloca el inspector en los documentos que amparan productos de cuarentena parcial o a los envases que lo contengan.

- CERTIFICADO DE ORIGEN: Constancia que expide un inspector en su defecto un Presidente Municipal expresando que el producto fué cosechado en el municipio de su jurisdicción.

- CERTIFICADO DE FUMIGACION SIMPLE: Constancia expedida por un inspector de que el producto vegetal ha sido sometido a la acción de gases venenosos a presión atmosférica, según especificaciones reglamentarias.

- CERTIFICADO DE FUMIGACION AL VACIO: Constancia expedida por un producto vegetal ha sido sometido a la acción de gases venenosos al vacío en planta especial aprobado por la Secretaría de Agricultura según especificaciones reglamentarias.

- CERTIFICADO DE ESTERILIZACION: Constancia expedi

da por un inspector de que un vehículo o envase cualquiera ha sido sometida a la acción de aguas hirvientes gasoil o cualquier otro procedimiento de desinfección aprobado por la D.G.S.V.

Cuando se importan productos vegetales del extranjero es necesario que el importador solicite un permiso. Los primeros son las autorizaciones que la Secretaría de Agricultura extiende por conducto de la D.G.S.V.

Para amparar los productos de cuarentena absoluta o parcial destinados a estudios científicos fuera de las zonas de control según las características que se especifican en el permiso.

LAS SIGUIENTES SON LAS BASES LEGALES EXISTENTES EN NUESTRO PAIS PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE PLAGAS AGRICOLAS:

Ley de Sanidad Fitopecuaria de los Estados Unidos Mexicanos.

Reglamento de la Ley de Sanidad Fitopecuaria de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de sanidad vegetal.

**Reglamento General para la Campaña en contra del --  
gusano rosado del algodónero.**

**Cuarentena Interior No. 1.-** Para el control del gusano -  
rosado.

**Cuarentena Interior No. 2.-** A favor de la zona de defen-  
sa del noroeste.

**Cuarentena Interior No. 3.-** En contra de las plagas de -  
la papa conocidas con los --  
nombres de "Picudo" y "Palo-  
milla".

**Cuarentena Interior No. 4.-** Contra la mosca de la fruta  
en la zona de defensa del --  
noroeste y su reglamento.

**Cuarentena Interior No. 6.-** Establecida para evitar la -  
propagación de la enfermedad  
de la planta del plátano co-  
nocida con el nombre de "Mal  
de Panama", causada por el -  
hongo "Fusarium Cubense".

**Cuarentena Interior Absoluta No. 7.-** Contra la hierba co-  
nocida por zacate "Jhonson".

**Cuarentena Interior No. 9.-** Contra la mosca prieta de --  
los citricos.

Cuarentena Interior No. 11.- Contra la mosca del mediterráneo y los productos agrícolas que infesta.

Cuarentena Interior No. 12.- Contra la broca del café.

Cuarentena Interior No. 13.- Contra la roya del café.

Cuarentena Interior No. 14.- Contra la bacteriosis de los cítricos.

Cuarentena Exterior No. 1.- Establecida para evitar la propagación de las plagas -- que atacan los árboles del género citrus o sus partes.

Cuarentena Exterior No. 2.- Contra las plantas del café, sus partes, sus órganos y sus productos naturales.

Cuarentena Exterior No. 3.- Establecida para evitar la propagación de la plaga del gusano rosado, del algodón -- Pectinophora gossypiella.

Cuarentena Exterior No. 4.- Establecida para evitar la propagación de la enfermedad conocida con el nombre de -- "Verruga de la papa".



- Cuarentena Exterior No. 5.- Establecida para evitar la -  
introducción de la plaga co-  
nocida con el nombre de "Mos-  
ca de la fruta del medite-  
rráneo" (Ceratitis capitata).
- Cuarentena Exterior No. 6.- Establecida para evitar la -  
introducción de plagas que -  
atacan el arroz.
- Cuarentena Exterior No. 7.- Contra las plantas de pláta-  
no, sus partes, órganos y --  
productos naturales.
- Cuarentena Exterior No. 9.- Prohibiendo la importación -  
de vástagos de caña de azú-  
car.
- Cuarentena Exterior No. 10.- Que restringe la importación  
de plantas de durazno, necta-  
rinas, almendros y chabaca-  
nos, procedentes de los Esta-  
dos Unidos.
- Cuarentena Exterior No. 11.- Que se establece para evitar  
la introducción y propagación  
del "picudo de la alfalfa".
- Cuarentena Exterior No. 12.- Acuerdo que modifica la cua-  
rentena y deroga la adición  
al mismo ordenamiento.

Cuarentena Exterior No. 13.- Contra el minador de la vid  
(Harrisina brillians).

Cuarentena Exterior No. 14.- Contra el gorgojo khapra ---  
(Trogoderma granarium (Everts))

Acuerdo que establece la cuarentena exterior absoluta No.  
15 prohibiendo la importa---  
ción de las plantas de cacao,  
sus órganos y sus productos  
naturales.

Acuerdo que establece la cuarentena exterior absoluta No.  
16 prohibiendo la importa---  
ción de las plantas del coco  
tero, sus nueces y productos  
naturales y comerciales.

## 5.6 CONTROL BIOLÓGICO

DEFINICION: Es la utilización y manejo que hace el  
hombre de poblaciones de organismos benéficos y de su me---  
dio para controlar o contrarrestar el ataque de poblaciones  
considerables como organismos plaga y mantener a estas en  
un nivel más bajo al que existirían en ausencia de ellos.  
(García 1984)

ORIGEN: El control biológico ha existido desde --- tiempo inmemorial como un medio natural de evitar la super población entomológica de alguna especie, ya sea nociva o benéfica al hombre; pero el desarrollo de las comunicaciones, la introducción de nuevos cultivos a otras regiones, el uso irracional de los procedimientos químicos para controlar a los nocivos, ha traído como consecuencia la ruptura del equilibrio entre los insectos y sus enemigos naturales.

Para conocer la historia de control biológico en México hay que remontarse al año de 1900, cuando se estableció la Comisión de Parasitología, la cual tuvo como inquitud el combate biológico de plagas, ya que dentro de sus -- programas de trabajo se consideraba la posibilidad de estudiar y aprovechar algunos enemigos naturales de las plagas agrícolas. Siendo la avispa Crastópilos rudibunda, un enemigo natural de la mosca de la fruta el primer insecto estudiado. (Anónimo 1983)

Con motivo de la desaparición de esta Comisión, la actividad sobre aspectos biológicos de la lucha contra las plagas agrícolas aparentemente pasó a un segundo término, en 1925 se integró la Junta Nacional Directora de la Campa

ña contra la langosta, donde se desarrollaron investigaciones sobre hongos, bacterias e insectos que atacan a la langosta.

El 31 de diciembre de 1926 por decreto, se funda la Oficina Federal de la Defensa Agrícola, dentro de su programa de investigación científica considero a todos los organismos de origen vegetal y animal que pudiera servir en la lucha biológica y su multiplicación para distribuirlos sobre una base comercial.

Posteriormente esta oficina desapareció, abosrbió sus funciones la Dirección de Fomento Agrícola de la Secretaría de Agricultura y Comercio, dentro de los planes de acción de esta Dependencia se contaba con los estudios de Control Biológico. En 1938 y 1943 se importaron parásitos de la Mosca Prieta de los Cítricos, plaga introducida a México desde 1935, pero, los primeros resultados, al descuidarse algunos aspectos ecológicos no fueron los esperados, siendo relegados. Otros proyectos que tampoco fueron coronados con el éxito, fué la introducción del Predador Ve-dalia Cardinalis para el control de la Escama Algodonosa así como la creación de un Laboratorio para la reproducción de Enemigos Naturlaes del Gusano Rosado del Algodone-

ro en Torreón, Coahuila, que por considerarse que tenía pocas posibilidades de éxito, funcionó un corto tiempo.

En 1942 por primera vez se introdujo una colonia de insectos benéficos procedentes de los Estados Unidos y se trató de Aphelinus mali para el Control del Pulgón Lanigero del Manzano Eriosoma Lanigerum, este material se liberó en plantaciones de manzana en el Estado de Coahuila, no se obtuvieron datos sobre el comportamiento del material biológico, probablemente por no seguir las observaciones de campo requeridas.

Posteriormente y en virtud del avance de la mosca prieta de los cítricos a las zonas citrícolas del país se trajo de la zona del Canal de Panama colonias de Eretmocerus Serius. En algunas regiones citrícolas de la República se obtuvieron algunas generaciones cuando hubo suficiente humedad relativa, y cuando se presentaban variaciones climáticas no propicias para esta especie, este se abatió y se erradicó, por lo que la plaga continuo avanzando.

Al poco tiempo 1948 a 1950 México, se anotaba uno de los éxitos más grandes a nivel mundial. En la lucha Biológica contra las plagas agrícolas, uno de los proyectos mayores en los tiempos modernos: El Control Biológico

de la Mosca Prieta de los Cítricos, en este período la Secretaría de Agricultura trazó un programa en forma conjunta con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, para iniciar la introducción de enemigos naturales -- procedentes del Lejano Oriente, de donde es originaria o -- nativa la Mosca Prieta de los Cítricos, así como el asesoramiento prestado a la campaña en México por el Dr. Hebert D. Smith fué decisiva para la consecución del éxito alcanzado. En 1950, la Mosca Prieta era la plaga más importante en los cítricos, el control químico había demostrado su ineficacia y ser económicamente prohibitivo, los agricultores consideraban sus pérdidas en las áreas más infestadas entre el 80 y 100%.

En este período de tiempo se realizaron veinticinco envíos aéreos de material parasitado a México que corresponden a géneros de la familia Eulophidae y Platygasteridae, estableciéndose Amitus Hesperidum, Prospaltella ely--  
pealis y Prospaltella opulenta después de treinta y tres -- años de establecidas, se han adaptado a todos los climas -- de las áreas cultivadas con cítricos en el país, este material biológico ha sido llevado a varios países del conti--  
nente, entre ellos los Estados Unidos, Venezuela y El Salvador, y del Cercano Oriente hacia Arabia Saudita. El con--

trol de la mosca prieta en México por medio de sus enemigos naturales, está considerado a nivel internacional, como un gran ejemplo de lo que se puede lograr en el combate de las plagas agrícolas, si se usan sus enemigos naturales en forma técnica y científica.

Lo logrado con la Mosca Prieta, originó que la Secretaría de Agricultura diera importancia a la lucha biológica de los insectos perjudiciales y se creó dentro de la Dirección de Defensa Agrícola, la Oficina de Control Biológico, autorizándola para que se introdujeran enemigos naturales de otras plagas agrícolas. (Anónimo 1983)

En 1954 se introdujeron al país enemigos naturales de la mosca Mexicana de la Fruta Anastrepha Ludens, entre ellos especies del género Opius, Syntomosphyrum, Dirhinus y Trybliographa, procedentes de Hawai; y de otras islas -- del pacífico, que originalmente son parásitos de la Mosca del Mediterráneo Ceratitidis Capitata y Mosca Oriental de la Fruta, Dacus dorsalis, los cuales fué necesario adaptar los a Anastrepha, que es el género existente en nuestro país y de mayor importancia económica. Resuelta esta situación, se procedió a distribuir el material biológico a la mayor parte de las áreas frutícolas donde existe la pla

ga, también se trajeron a México colonias de insectos benéficos del género Aphytis para el control de Escamas armadas, como la roja de Florida Chrysomphalus aonidum, roja de california Aonidiella aurantii y escama purpurea Lepidosaphes beckii.

En 1962 en la Comarca Lagunera, los agricultores de algodónero de esta zona se enfrentaron al problema de la resistencia a los insecticidas del gusano bellotero Heliothis sp., motivo por el cual se iniciaron la búsqueda de utilizar enemigos naturales de huevecillos de Lepidópteros, encontrándose en la familia Trichogrammatidae. El enemigo ideal Trichogramma spp.

En 1962 se iniciaron en la Comarca Lagunera las primeras liberaciones de Trichogramma spp. En escala extensiva, dentro de un sistema integrado de control de plagas -- del algodónero, con el interés especial de conocer la eficacia del parásito como medio de control del Gusano Bellotero, Gusano Rosado y otros Lepidópteros. El éxito obtenido despertó el interés por llevar los beneficios de este método de control a otras zonas algodonerías del país. (Gutiérrez 1984)

El combate microbiológico de los insectos es una --



disciplina científica que se está desarrollando a partir de unos veinte años a la fecha, en forma acelerada, así podemos mencionar la localización de una bacteriosis en larvas del defoliador del pino Zadiprión sp. causada por un Bacillus sp. en la Meseta Tarasca en Michoacan. (Anónimo - 1983)

Actualmente, se está trabajando en el control de la Mosquita Blanca de los Cítricos en Colima, por medio de la utilización de fuente natural de especies del hongo Ascher sonia y ya se ha iniciado su reproducción masiva en el laboratorio, con el objeto de ampliar su utilización a otras áreas. De igual manera se reproduce masivamente Entomophthora spp. para el control de la Mosca pinta de los pastos. La Patología de Insectos constituye en sí el advenimiento de un grupo de insecticidas de tipo biológico, que probablemente en el futuro sea un factor muy importante en el control de Plagas Agrícolas y Forestales.

#### CONTROL MICROBIOLOGICO:

DEFINICION: Es la acción inducida de patógenos sobre un huésped o una población plaga, y produce un equilibrio más bajo que el que prevalecería en ausencia de dichos agentes.

ORIGEN: En 1726 se tiene el primer reporte del uso de un patógeno sobre una plaga (un insecto del G. Noctuido) fué un hongo del género CORDYCEPS reportado por Reaumur.

En 1826 Kirby incluyó un capítulo sobre enfermedades de los insectos en el tratado "an Introduction to Entomology".

En 1835 Agostino Bassi "Padre" de la patología en insectos publica un trabajo sobre La Muscardina, enfermedad fungosa del gusano de seda.

En 1870 L. Pasteur estudia la Pebrina (protozooario) y la Flecheria (Bacteria). Enfermedades del gusano de seda y obtiene métodos adecuados para su control salvando a muchos industriales de la seda de la quiebra.

#### TIPOS DE MICROORGANISMOS:

- Bacterias
- Virus
- Protozoarios
- Hongos
- Nemátodos

El primer enfoque científico del estudio de una enfermedad concreta de un insecto fué la investigación de la "uva blanca" en el gusano de seda (conocida en Italia como "calcino") causada por el hongo *Beauveria bassiana*. Además de este están los trabajos de Pasteur (en Francia) -- acerca de la "Pebrina" enfermedad del gusano de seda causada por el hongo *microspora*. La idea de utilizar agentes microbianos para el control de insectos se concibió originalmente en el siglo XVIII; la producción masiva de *Metarrhizium anisopiliae* en un intento por controlar el gorgojo de la remolacha azucarera.

A pesar de todas las investigaciones (intentos en Europa y Estados Unidos a fines del siglo XIX) la mayoría de estos esfuerzos iniciales concluyeron en un total o parcial fracaso debido a la poca habilidad del investigador para controlar el medio ambiente y a su carencia de conocimientos sobre las familias de hongos que estaba utilizando como agentes controladores.

En Canadá, Francia y Hungría se hicieron nuevos intentos en 1925-30 con objeto de controlar el barrenador europeo del maíz. Estudios recientes demostraron que para el control microbiano se requiere de estudios básicos, laboratorios bien equipados, personal autorizado para poder

estudiar todas las fases del control microbiano. (NAS 1980)

#### PATOLOGIA DE INSECTOS:

**FACTORES:** Uno de los más importantes que impulsa a la utilización de microorganismos patógenos como agentes - controladores, es que la mayor parte de éstos capaces de - provocar enfermedades en los insectos no dañan a otros ani males o a las plantas, en general los patógenos del hombre no causan enfermedades en los insectos.

En la actualidad han sido encontrados 1165 microorganismos relacionados con los insectos (casi todos patógenos), de esas noventa especies y variedades de bacterias; doscientas sesenta especies de virus y rickettsias, cuatrocientas sesenta especies de hongos, doscientas cincuenta y cinco especies de protozoarios y cien de nemátodos.

Un agente microbiano para ser tal debe satisfacer - las siguientes condiciones de los postulados de Koch (para poderseles considerar como patógenos de insectos): identificación del microbio y aislarlo de todos los insectos que presenten los mismos síntomas; el organismo aislado se debe desarrollar en un medio artificial por cultivo puro; -- con ese cultivo se tratará a otros especímenes iguales pe-

ro sanos y deberá provocar síntomas similares a los presentados en los especímenes inicialmente tratados. El organismo sospechoso se deberá aislar en cada caso en que se presente la enfermedad y se manifiesten los síntomas específicos, todo esto aplicable a microorganismos tales como bacterias y hongos ya que se desarrollan fácilmente en medio artificial. Cuando se trabaja con un organismo que no se puede cultivar en medio artificial (virus, rickettsias) se deberá considerar: técnicas altamente sofisticadas para su identificación y aislamiento como microscopio electrónico, examen histopatológicos de todos los tejidos; se infectan organismos sanos y aislamiento posterior en el cual se utilizan métodos más modernos como ultracentrifugación, difusión, columnas de gel y agar, etc.

**PROBLEMAS DE DIAGNOSIS:** Se complican por coinfección a un mismo huésped, por arrojamiento del patógeno, actuación de varios microorganismos por separado, el insecto puede morir por causas fisiológicas e infecciones de bajo nivel.

**VIAS DE INFECCION:** La infección puede ser oral como en virus, rickettsias, bacterias, nemátodos y protozoarios; por el integumento íntegro o tráquea (vía común en -

hongos y nemátodos). Por lesión del integumento; muy común el paso a través del huevo por encima o dentro como virus, rickettsias, protozoarios. Dentro del proceso de infección lo que se busca en los microorganismos es su aptitud para invadir al huésped y la posibilidad de multiplicarse y matarlo. Las poblaciones de microorganismos que causan la muerte de los insectos son diferentes en varias partes y se han descubierto grandes diferencias en virulencia entre clases aisladas geográficamente. (García 1984)

**INMUNIDAD CELULAR:** Destrucción de invasores fungosos y bacterianos en el hemocele del insecto por fagocitosis (digestión intracelular; por formación de cápsulas, células gigantes y absesos. Esto sucede dado que la (mayoría) células sanguíneas de los insectos son atraídos en la hemolinfa hacia objetos vivos o inanimados que no tienen la cubierta específica que cubre todos los tejidos en el insecto específico. A pesar de que la fagocitosis se establece en muchas ocasiones, rara vez logra proteger al insecto. Otros organismos invasores producen materias tóxicas que pueden destruir a los fagocitos.

**INMUNIDAD HUMORAL:** Hay muchos informes acerca del descubrimiento de anticuerpos en insectos comparables a --

los que se han encontrado en los vertebrados, sin embargo se han encontrado agentes antibacterianos no específicos, sobre todo de naturaleza bactericida, incluyendo las bacteriolincinas, más se concluye que los insectos no tienen anticuerpos comparables a los de los vertebrados.

**INMUNIDAD ADQUIRIDA ACTIVAMENTE:** Se han intentado inmunizar insectos con la mayoría de los antígenos efectivos en mamíferos, incluyendo toxoides, vacunas preparadas con organismos vivos atenuados, organismos muertos con calor o sustancias químicas y varios extractos de microbios patógenos. Los resultados positivos son en vacunas pero la inmunidad dura poco rara vez de tres o cuatro días; lo mismo en la inmunidad adquirida pasivamente (inmunidad adquirida por corta duración por transferencia). Los insectos no producen anticuerpos reconocibles.

La resistencia a la enfermedad está en relación directa con la fisiología del insecto. La resistencia a la infección o a los subproductos tóxicos de los organismos productores de enfermedad varía con la etapa de desarrollo en la que se encuentra el insecto cuando sufre el ataque. Las larvas en etapa temprana suelen ser más susceptibles a las infecciones por virus que en etapa tardía.

La resistencia de muchas larvas a la infección por bacterias se puede explicar por las condiciones y el alto pH que prevalecen en el intestino de algunos lepidópteros en realidad menguan el desarrollo de las bacterias. Muchos fitófagos se alimentan plantas que contienen sustancias bacteriostáticas y fungistáticas, con lo que se protegen de invasores peligrosos en potencia ha habido varios informes sobre el aumento de resistencias a la enfermedad virosa en los lepidópteros. En realidad parecen representar una selección de individuos resistentes entre una población bajo presión constante de un agente infeccioso.

En muchas poblaciones de insectos, el rompimiento de la cadena de eventos que lleva a la infección tiene la apariencia de resistencia a la enfermedad.

CONDICIONES AMBIENTALES: Por lo común el clima templado aumenta la incidencia de las enfermedades originales por hongos, bacterias, protozoarios y virus. A veces, la falta de humedad junto con temperaturas entre 15.6 y 21°C son necesarias para la invasión decisiva y la muerte por causas de algunos hongos parásitos. Sin embargo muchos virus no se desarrollan con rapidez --



muerte por causa de algunos hongos parásitos. Sin embargo muchos virus no se desarrollan con rapidez a menos que experimenten temperaturas de 21 a 29.4°C relativas de 50 a 60%.

La luz del sol (ultravioleta) ha matado a la mayoría de los patógenos de insectos contra los cuales se ha probado en forma adecuada, a las esporas de bacillus popilliae y a las células vegetativas y esporas de B. Thuringiensis las destruye la exposición a la luz solar, así como las bacterias no esporíferas perecen pronto con el secamiento y con la exposición a la radiación ultravioleta.

La condición y la reacción del suelo pueden afectar con fuerza a los patógenos. Los hongos capaces de afectar a los insectos sobreviven por más tiempo en los suelos con alto contenido orgánico.

**METODOS DE TRANSMISION:** Cuando las larvas de insectos fitófagos mueren de una enfermedad infecciosa, sus cuerpos se desintegran sobre la planta o sobre el suelo, y a los organismos presentes en los cadáveres los dispersa el viento, la lluvia o el rocío hacia otras plantas o localidades huéspedes. Los microorganismos en el intestino de los insectos infectados se distribuyen en las heces, y las

aves, avispas y otros depredadores pueden comer larvas infestadas y luego diseminar los organismos patógenos por medio de sus excrementos.

SINTOMATOLOGIA:

INSECTOS-PLAGA:

ENFERMEDADES BACTERIANAS. (Lechosas y cristalíferas) reducción y pérdida de apetito, descargas orales y rectales y finalmente sobreviene la muerte.

FORMAS DE INFECCION. Por canibalismo. Por ejemplo: cogollero ataca a otro estando éste infectado. Por ingestión de alimentos contaminados, no se descarta la transmisión por contacto.

ENFERMEDADES FUNGOSAS: Los síntomas se presentan de tres a cuatro días después de que el patógeno invadió al huésped apareciendo manchas en el cuerpo, excepto cuando el patógeno es ingerido, se manifiesta cierta pasividad, trastornos nerviosos y sobreviene la muerte.

FORMAS DE INFECCION. Por ingestión de alimentos contaminados, transmisión por contacto o canibalismo.

ENFERMEDADES VIROSAS: Virosis poliédrica. Produce

inclusiones poliédricas en los tejidos de los huéspedes infestados, y pueden presentarse en el núcleo o en el cito--plasma.

**VIROSIS GLANULARIA:** Producen inclusiones glanula--rias en los tejidos.

**FORMAS DE INFECCION.** Puede ser por ingestión alimentos contaminados o por herencia.

Ejemplos de virus que pueden ser utilizados para --controlar insectos-plaga.

- \* Borrelina
- \* Smithia
- \* Bergoldia
- \* Morator

**ENFERMEDADES PROTOZOARICAS:** Los huéspedes que son atacados por estos microorganismos, tienen las paredes del cuerpo más transparentes, comúnmente asumen una apariencia lechosa opaca, resultado de la acumulación de esporas y, - algunas otras presentan una coloración amarillenta grisa--sea y en algunos casos no se desarrollo del todo, presen--tan pasividad.

FORMA DE INFECCION. Por ingestión de alimentos con taminados o por herencia, también se puede dar el caso de transmisión por heridas.

Ejemplo: Ordenes más importantes.

Leptomonas		Orthopteros
Malpighamoeba	v.s.	Colpeteros
Gregorina		Lipidópteros
Nosema		
Glucona		

ENFERMEDADES POR NEMATODOS: El nemátodo atraviesa el integumento de la ninfa (langosta) desarrollándose en el cuerpo rápidamente, de mes a mes y medio sale a través de la membrana matando al huésped. El huésped presenta el abdomen distendido, se vuelve torpe e incapaz de volar.

FORMA DE INFECCION. Por ingestión.

Neoplectana		Dípteros
Menmis		Orthópteros
Hexameris	v.s.	Coleópteros
Tetradonema		Orugas
Tylenchynema		Homópteros
Aphelenchus		

HONGOS-PLAGA. Múltiples problemas fitopatológicos son ocasionados por estos organismos en los cultivos tanto básicos como industriales. Y una de las alternativas de control es a través de microorganismos hiperparásitos que ocasionen la disminución del daño que ocasionan. Así tenemos.

MICOPARASITOS: Algunos hongos tienen antagonismo con otros hongos fitopatógenos cuyo habitat es el suelo, mediante antibióticos que sintetizan, o por acción de enzimas y de toxinas que causan, sus lisis y muerte, como el hongo del suelo.

SILEROTINA SELEROTIORUM: La gran mayoría de micoparásitos atacan las hifas de los hongos fitófagos. Entre los hongos hiperparásitos que se pueden utilizar con fines de control tenemos a:

<u>Thichoderma viride</u>	v.s.	<u>Alternaria solani</u> (manchas de la hoja de soya) Tex. Mex.
		<u>Rhizoctonia callae</u> (Pudrición de la raíz o tallo en trigo) Tex. Mex.
		<u>Rhizoctonia endophitica</u>

		(Podrición del Mocur rou xii.
<u>Altenaria tenuis</u>	v.s.	(Venturia inaequalis) Ro ña del manzano
<u>Thiricothecium roseum</u>		(Venturia inaequalis) Ro ña del manzano
<u>Aspereillus foetidus</u>		<u>Rhizoctonia</u> (podrición - del tallo)
Var. pallidus		(Colletotrichum) Atracno sis en frijol.

#### BACTERIOFAGOS:

Actuan principalmente deformando el micelio del hongo fitopatógeno. Los abonos verdes suelen controlar la sarna de la papa Streptomyces Scabies, ya que provoca el desarrollo de bacterias saprofiticas antagónicas de este agente. Agregando materia orgánica, hay más quitina, es abundante en el exoesqueleto de insectos, crustaceos y paredes de hongos, se tiene una proliferación de bacterias y actomicetos quintinosos, que controlan varias fusariosis de hortalizas entre los bacteriofagos estudiados en la región manzanera del Ejido de Sánchez, Santiago Nuevo León, se tienen.

Bacillus coagulans

Bacillus subtilis v.s. (Venturia Inaequalis) Roña del

Bacillus Sphaericus Manzano

Streptomyces

#### NEMATODOS PLAGA:

Los nemátodos difieren de la mayoría de los otros -- organismos que causan enfermedades a las plantas en que -- ellos pertenecen al reino animal y no al reino vegetal.

Se conocen varios miles de especies de nemátodos, -- entre estos se distinguen una de otras en que difieren en su forma, hábitos y habitat. Muchos son parásitos del hom -- bre y de los animales; otros viven en aguas saladas del -- mar. Un gran número vive en el suelo y pueden no causar -- daño a las plantas.

En cambio otras especies viven a expensas de las -- plantas, parasitándolas y además les pueden transmitir en -- fermedades.

Los nemátodos parásitos y los que viven libres se -- encuentran en todo tipo de suelos: una hectárea cultivable puede contener cientos de millones de nemátodos. El tama -- ño de un nemátodo adulto puede variar de 0.3 mm a 3 mm., --

la mayoría son muy delgados. Existen organismos en los suelos que atacan a los nemátodos como son los hongos nemátófagos, protozoarios, nemátodos predadores, virus y bacterias. Entre los hongos se encuentran especies del género catenaria que produce zoosporas enquistadas que atacan a los nemátodos. Haptoglossa heterospora que forma conidias adhesivos a la cutícula del nemátodo.

Las hifas de Slytopage grandis produce una sustancia pegajosa al contacto con los nemátodos. Arrobotrys oligospora y Dactylella cianospaga producen micelias con filamentos pegajosos a los que se adhieren los nemátodos. Dactylella bembicoides que en forma de un anillo contactil que atrapa al nemátodo.

Los esporozoarios de los protozoarios penetran a los nemátodos por el tubo excretos y los parasitan.

Los nemátodos predadores se divide en: los que ingeren y los que succionan; los primeros pertenecen a los géneros Trypila y Mononchus y los segundos pertenecen a algunos miembros de las superfamilias Aphelen choidea como Seinura y de la darylaemoidea y el Eudorylaimus.

Hay reportes de que los nemátodos son atacados por



virus y bacterias; la bacteria Dubosequia penetrans ataca a los nemátodos Pratylenchus Scribneri y Meloidogyne sp.

#### MALEZAS-PLAGA:

Al igual que los vegetales de interés económico, -- las malezas son atacadas por microorganismos que disminuyen su desarrollo y población. Este punto ha sido estudiado poco y la estimación es casi nula, aunque existen reportes de algunos organismos que atacan a este tipo de plaga siendo su forma de infección a través de heridas, por los estomas o por gutación.

#### Hongos parásitos de malezas.

##### Phyllosticta concava

Montacnella opuntasiun v.s. Malezas de la F. Cactacea, género opuntía.

##### Colletotrichium gloesporoides

Spuntaeschy nomene v.s. MZ Leguminosa de arroz.

(Aeschynomere Virginica)

##### Puccinia chondrilla

(Chondrilla juncea)

Chondrilla

MZ. anual de trigales en Australia

Ventajas y desventajas del Control Microbiológico.

**- VENTAJAS:**

Los patógenos usados son inocuos para otras formas vivas.

La relativa especificidad de los patógenos protege a los O benéficos.

Los patógenos son compatibles con pesticidas químicos y su uso combinado puede aumentar la susceptibilidad de los O infestados a los venenos.

Algunos patógenos son fáciles de cultivar y por lo tanto resultan baratos.

La resistencia a los patógenos se manifiesta generalmente en forma lenta.

En muchos casos, la dosis que se requiere es baja.

**- DESVENTAJAS:**

La incubación y reproducción del patógeno debe coincidir con el período más susceptible del huésped.

La especificidad del patógeno puede limitarlo a un

sólo huésped aún cuando haya varios.

No siempre es posible mantener los niveles deseados de virulencia del patógeno.

Algunos son difíciles de reproducir por lo tanto son caros. El clima y el tiempo pueden ser poco favorables al uso de patógenos.

La calidad de la cosecha puede ser afectada por la tendencia de algunos organismos muertos o permanecer adheridos a ella. Necesita de mano de obra especializada.

#### CONTROL MACROBIOLÓGICO:

DEFINICION: El control macrobiológico se define como la parte del control biológico en la que se emplean el uso deliberado de enemigos naturales tales como parásitos depredadores y competidores para el control de plagas.

Ventajas y clases de Control Macrobiológico: Existen tres ventajas específicas:

- Permanencia
- Seguridad
- Economía

**PERMANENCIA:** Una vez establecido el control biológico es permanente hasta cierto grado. Los enemigos naturales de los que depende se perpetúan por sí mismos, excepto en casos de catástrofes naturales o de la imprudente interferencia del hombre, y se ajustan constantemente a los cambios de volumen de población de las plagas que atacan. Existen algunos casos de insectos huésped que han desarrollado resistencia a sus parásitos lo cual obstaculiza la efectividad del control biológico. Puede ser que cualquier interacción huésped-parásito o depredador presa implique una constante competencia de adaptabilidad entre los antagonistas, con las especies parasitadas moviéndose siempre hacia una mayor protección contra el ataque, y el atacante adquiriendo mayor efectividad para compensar esto. En la mayoría de los casos que se conocen esta competencia parece no tener fin, y el control biológico (macrobiológico) efectivo presenta un alto grado de permanencia.

**SEGURIDAD:** Los medios de control biológico no tienen efectos secundarios tales como toxicidad o contaminación del ambiente y su uso no implica peligros.

Existen tres clases principales de control biológico tradicional, estas son:

- Introducción de especies exóticas de parásitos y depredadores. Esto implica la búsqueda de enemigos naturales en los países de origen de la plaga, su introducción a regiones donde la plaga provoca estragos, su cría y su -- puesta en libertad. La mayor parte de los aciertos logrados por medio del control biológico ha implicado la introducción de enemigos naturales. Estos enemigos se pueden encontrar en el lugar de origen de la plaga, o en el habitat de un insecto de la misma familia y ponerlos de nuevo en - contacto con la plaga.

- Conservación de parásitos y depredadores. Este método destaca la importancia de aprovechar al máximo a -- los enemigos naturales que atacan a una determinada plaga en una zona en particular, sin importar si son introduci-- dos o nativos. La mejor manera u oportunidad para aprovechar al máximo a los parásitos y depredadores es cambiar - su medio ambiente de manera que estos aumenten su efectividad y reduzcan así la supervivencia de la plaga.

- Incremento de los parásitos y depredadores. Este procedimiento a veces llamado inundación es la cría en masa y puesta periódica en libertad de grandes números de -- enemigos naturales de reconocida eficacia. Los enemigos - naturales se dejan en libertad en áreas reducidas, con pro

pósito de elevar hasta un alto nivel las poblaciones de --  
enemigos naturales cuando la plaga se encuentra más vulne--  
rable a ellos. (García 1984)

#### APLICABILIDAD DEL BIOCONTROL:

Cuando se descubre la existencia de verdaderos ca--  
sos de plaga se requiere determinar las tácticas más ade--  
cuadas para controlarlos. Los métodos de biocontrol no --  
son adecuados para todos los casos de plaga; pueden ser --  
apropiados solo como una parte de un sistema más amplio --  
que incluya a otros medios. Antes de iniciar los procedi--  
mientos de control biológico se debe analizar la necesidad  
de aplicarlos, mediante una cuidadosa información biológi--  
ca y ecológica.

Algunos de los aspectos de las comunidades de insec  
tos nocivos que puedan influir en la posibilidad de llevar  
a cabo los métodos de biocontrol son: brechas existentes --  
en el complejo del enemigo natural, que se podrían llenar  
introduciendo nuevos enemigos naturales, enemigos natura--  
les nativos con buenos atributos de agentes de control, pe  
ro que se encuentran inhibidos por alguna falla o discor--  
dancia de la comunidad; enemigos naturales nativos inefica  
ces que se pueden reemplazar por otros más efectivos de --

origen extranjero. El reconocimiento y resolución de estos asuntos exigen un análisis cuidadoso de la comunidad de plaga. Mientras no se disponga de una información detallada y completa sobre la comunidad, no se puede planear una estrategia racional.

#### ESTUDIOS DE LA COMUNIDAD:

La información necesaria para iniciar un programa de control biológico varía según la urgencia y complejidad del problema. Algunas situaciones requieren acción inmediata, y algunas veces los investigadores expertos pueden efectuar dicha acción con base en experiencias previas. Pero por lo común es necesaria una investigación bien planeada y ejecutada de la situación de la plaga para la planeación de un programa racional.

Las características de un buen programa de investigación para un proyecto de biocontrol, consisten en que se proporcione información amplia y rápida que se pueda convertir en un programa a largo plazo que permita descubrir aún más información y que defina claramente los datos esenciales que se deben acumular. El sistema de cuadro vital posee en alto grado todas estas características.

## PARASITOS:

El modo de vida que adoptan los parásitos limita en gran medida su libertad de acción ya que se han adaptado - demasiado a ciertos nichos, aislándose así mismos de todos los demás nichos. En particular los parásitos en etapa -- larval han llegado a conectarse íntimamente y a depender - de una variedad reducida de huéspedes tanto para habitat - como para alimento. Muy pocas especies de parásitos tie-- nen una amplia variedad de huéspedes. Pero la diversidad de parásitos es tal que pocos artropodos se encuentran li-- bres de ellos.

Los organismos huésped y parásito deben estar en un microhabitat idéntico cuando ambos están en las etapas --- apropiadas de desarrollo, respectivamente para depositar y recibir el nuevo parásito. Este proceso tiene dos aspec-- tos una estrecha coincidencia cronológica de los anteceden-- tes vitales de las dos especies y una conducta innata que guíe al parásito hacia el lugar en que habita el huésped. La sincronización del desarrollo de huésped y parásito se sustenta en gran medida por la dependencia casi total del parásito en estado larval con respecto a los procesos fi-- siológicos del huésped, lo que es importante para asegurar la coincidencia de las etapas restantes.



Antes de que se efectue el acto de parasitación el parásito adulto debe encontrar huéspedes apropiados. La mecánica de la búsqueda de huésped por el parásito incluye dos fases principales: un mecanismo de conducta que guía al parásito hacia el área general que se encuentra el huésped y un mecanismo sensitivo que permite la percepción y el reconocimiento de huéspedes apropiados. La capacidad de encontrar huéspedes varía mucho entre las distintas especies de parásitos. La gran capacidad de búsqueda y alta fecundidad son importantes en los programas de biocontrol.

#### DEPREDADORES:

En todas las situaciones depredador-presa, el número de presas muertas por los depredadores es la consecuencia de dos elementos universales: el número de depredadores presente y el número de presas que mata cada depredador. Cada una de estos elementos origina una clase diferente de respuesta de población: la relativa al número de depredadores se denomina respuesta numérica; la concerniente al número de presas ingeridas por cada depredador se conoce como respuesta funcional. Cada tipo de respuesta está condicionada por el número de presas presentes, es decir, los depredadores pueden responder a los cambios en la densidad de población de las presas, a base de alterar sus

propios números (respuesta numérica) o modificando el número de presas atrapadas por cada depredador (respuesta funcional, o de ambas maneras). Las respuestas numéricas dependen de la cantidad de alimento de que disponen los depredadores, y funcionan gracias a los procesos de reproducción, inmigración, emigración y mortalidad. Las respuestas funcionales se originan por procesos fisiológicos y de conducta del depredador y por la mecánica esencial del acto mismo de rapiña. (NAS 1980)

#### ENVIO DE PARASITOS Y DEPRDADORES:

Con frecuencia, los envios representan el producto final de un extenso programa de investigación, recolección y cría. Si los insectos mueren, en el traslado, es difícil o imposible reemplazarlos, al menos hasta la siguiente estación. Siempre es conveniente realizar los envios de la manera más práctica posible y mantenerlos dentro de una fluctuación de temperatura razonable mientras están en tránsito. Se pueden utilizar medios de transporte de carga aérea para envios a ultramar; escotoso pero no hay limitaciones prácticas respecto al tamaño y peso; el material vivo recibe un espacio especial en compartimientos con calefacción y presión artificiales y el envío se puede pagar para que llegue en un vuelo específico.

El paquete de envío debe ser bastante duro para resistir los rigores del viaje y ser sólido para evitar el escape de los insectos que estén activos y puedan entrar en actividad mientras estén en viaje.

#### CUARENTENA DE PARASITOS Y DEPREDADORES IMPORTADOS:

Los insectos importados se deben someter a una cuarentena adecuada hasta que se apruebe su puesta en circulación. Esto implica que el investigador a cargo de la estación de cuarentena tenga un profundo conocimiento acerca de la intensidad taxonómica así como de los hábitos rapaces o parásitos de los insectos. Lo primero es fundamental para cualquier práctica de investigación, lo último es necesario para evitar la introducción de especies que puedan resultar nocivas en vez de benéficas.

#### LIBERACION Y ESTABLECIMIENTO DE PARASITOS Y DEPREDADORES IMPORTADOS:

Después de obtener la confirmación de que un organismo importado es benéfico (es decir, que no posee hábitos primarios inconvenientes y que se encuentra libre de hiperparásitos y pestíferos potenciales), se inicia la producción en el insectario para obtener suficientes cantida-

des de formas adultas para el establecimiento en el campo. Rara vez es posible prescindir del proceso de cría en el insectario. Sin embargo, a veces pueden prepararse envíos directos de parásitos o depredadores adultos desde el país de origen con la absoluta seguridad de que poseen las características de inocuidad indispensables para la circulación directa, y en algunos casos dentro de los insectarios la cría se puede interrumpir en una etapa muy preliminar ya que los insectos establecidos en el campo pueden proporcionar una fuente sustitutiva del organismos para la redistribución.

La incapacidad de una especie importada para adaptarse a las circunstancias climatológicas extremas de su nuevo medio ambiente es la causa principal del fracaso de la operación de establecimiento. (Anónimo 1983)

#### EVALUACION DE LA EFECTIVIDAD DE LOS ENEMIGOS NATURALES:

La evaluación de los procesos comunales empieza con la investigación preliminar, determinando en este momento la situación inicial, continúa a través del período operacional, cuando se observan los efectos de las medidas aplicadas. Sin embargo no se detiene en este punto aunque pa-

rezca que se ha logrado un control económico completo. Debe seguir un largo período de cuidadosa observación durante el cual se establecen los efectos persistentes de las medidas aplicadas y se demuestra con claridad su función en el sistema recién establecido. Esta tarea se facilita mucho si al principio del proyecto se establece una forma conveniente de presentación de datos. Es posible que el sistema de cuadro vital sea la forma mejor planeada hasta hoy para lograr dicho propósito. Los cuadros vitales bien ideados resultan adecuados para todas las etapas de los proyectos de biocontrol y presentan datos pertinentes de tal manera que se pueden observar con facilidad los cambios ocurridos en el sistema y someterse a un análisis profundo.

Una prueba aceptable de que un enemigo natural ha reducido de manera permanente la población general de una especie de insecto nocivo requiere las siguientes consideraciones básicas:

Todas las adaptaciones compensatorias de la plaga y sus enemigos naturales deben haber terminado antes de la evaluación, de manera, que el avalúo permite especificar solo ese aumento de la limitación de la plaga que el enemigo natural agrega en vez de reemplazar.

La evaluación debe mostrar una relación causa efecto el enemigo natural con una reducción cuantitativa medida en el nivel promedio de abundancia de la plaga, no solo un cambio en el número de parásitos o en las proporciones parásito-plaga.

En la evaluación se debe tomar en cuenta que algunos enemigos naturales tienen capacidad para restringir los niveles incipientes de infestación intensa de ciertas plagas, aunque en apariencia no puedan aniquilar la plaga a niveles más de densidad, es decir muestran sus eficiencias solo a bajas densidades del huésped.

Procedimientos de evaluación de exclusión de parásitos: Estas técnicas son para reproducir de la forma más exacta posible el cuadro de evaluación de antes y después de la introducción del enemigo natural. Y consisten en eliminar a uno o a todos los enemigos naturales del medio ambiente y observar que efectos produjo esto en la población del huésped, para después compararlos con un lote o terreno en los cuales se tiene a los enemigos naturales.

Técnicas de exclusión mecánica. Comprende el empleo de jaulas, vallas de sustancias pegajosas, golpes de aire y aún recolección a mano para excluir todos o algunos ti-

pos de enemigos naturales.

Técnicas de exclusión química. Las aplicaciones frecuentes de una dosis baja de ciertos insecticidas representa un medio práctico de deshacerse de enemigos naturales - sin afectar en forma grave a los huéspedes e indirectamente, de calcular las contribuciones normales de los enemigos naturales a la reducción del huésped.

Correlación depredador-presa. La determinación de las curvas de densidad población-tiempo para los depredadores y sus presas proporciona la base principal para los procedimientos correlativos para fijar la efectividad del enemigo natural. (Anónimo 1983)

#### ENEMIGOS NATURALES:

La mayor parte de los miles de insectos y arácnidos que atacan a cultivos, bosques, ganado y al ser humano se presentan en proporciones tan reducidas que nunca se convierten en plagas nocivas.

Puesto que todos los insectos nocivos son atacados por numerosos parásitos, depredadores y organismos patógenos, entonces una plaga se puede considerar como una especie cuyos enemigos naturales no pueden controlar.

En los medios agrícolas ciertos organismos tienden a volverse plagas ya que están ausentes otros organismos - que en una comunidad natural colaborarían a regular a los insectos destructivos. Estos organismos constituyen la -- primera oportunidad para el control biológico ya que po--- seen las siguientes ventajas están presentes en el sitio de infestación, es probable que se encuentren bien adaptados al clima general, aspectos físicos y a otros organis-- mos endémicos de la comunidad bajo las condiciones adecuadas. O sea que se deben buscar formas de proporcionar a - dichos organismos medios que les permitan efectuar una fun-- ción reguladora dentro de la comunidad tal como ha sido -- modificada por las labores agrícolas. Circunstancias que modifican la efectividad de los agentes reguladores o ene-- migos naturales nativos o establecidos:

Características intrínsecas del mismo organismo: ta sa de reproducción, aptitud para la búsqueda de huéspedes o presas, tolerancia fisiológica, adaptabilidad genética, modo de reproducción ovogenesis y otros procesos fisioló-- gicos inherentes.

Características intrínsecas del medio ambiente: cli ma, estado del tiempo día a día, estructura geológica, ba-- rreras geográficas, hiperparásitos, depredadores y organis



mos patógenos.

Características extrínsecas del medio ambiente: provisión de refugios (contra los elementos y contra los enemigos), provisión de alimentos alternativos o complementarios, huésped alternativo, prácticas de cultivo ejecutadas por el agricultor, elementos tóxicos en forma de insecticidas, herbicidas, etc., y falta de sincronización de las poblaciones de organismos insectívoros y fitófagos.

En síntesis un enemigo natural puede fracazar debido a que es inherentemente ineficaz o a que el número de enemigos naturales esta limitado debido a algún factor ambiental.

Medidas básicas para incrementar la efectividad de los insectos benéficos:

- Encontrar e introducir una especie más apta procedente de otro lugar, cambiar la constitución genética de la especie para superar limitaciones.

- Modificar el medio ambiente para hacerlo más favorable.

- Recolectar o criar grandes cantidades de indivi--

duos de la especie y dispersarios en donde sean necesarios.  
(García 1984)

#### MODIFICACION DEL MEDIO AMBIENTE:

Para modificar un medio ambiente, en beneficio de un enemigo natural es necesario conocer el factor o factores que limitan al insecto. Si la restricción es inherente es muy poco lo que se puede hacer al respecto. Los factores ambientales que coartan la acción de un enemigo natural son casi siempre: una escasa provisión de alimentos o recursos, clima desfavorable, mortalidad causada por enemigos secundarios o por el hombre.

Todos los parásitos y depredadores requieren varios recursos además del insecto huésped de que se alimentan. Sin embargo a menudo los alimentos complementarios y un hábitat conveniente faltan o escasean para que el parásito o depredador pueda atacar de una manera eficaz.

Por ejemplo: algunas veces el alimento suplementario lo puede suministrar el hombre ya que de esta manera algunas investigaciones señalan que el parásito *Aparentes Glomeratus L.* que ataca a dos especies de gusano de la col *Pieris spp.*, obtiene nectar de las flores de mostaza y

puede vivir más tiempo y depositar más huevos si están presentes. Por consiguiente parasitan a más huéspedes.

Algunas veces un lugar para vivir constituye un factor de crucial importancia. Por ejemplo: en Carolina del Norte varias especies de avispas polistess spp devoran a los gusanos manduca spp que atacan al tabaco. Estas avispas requieren de matorrales o malezas para construir sus nidos y no existe un lugar así en el cultivo del tabaco.

Se descubrió que las avispas podían anidar en pequeñas cajas de madera colocada sobre postes situados alrededor del cultivo, el número de gusanos de tabaco disminuyó en un 50%, reduciéndose así la necesidad de aplicar insecticidas.

Cuando el estado del tiempo es el factor que restringe el número de individuos de una especie de enemigos natural, es muy poco lo que puede hacerse para solucionar el problema. Sin embargo, en muchos casos el estado del tiempo es factor perjudicial, debido a que no existen refugios adecuados para que el enemigo natural pueda escapar de la acción de la lluvia, calor o frío. Ciertas prácticas de cultivo pueden reducir en gran medida la efectividad de los enemigos naturales. Por ejemplo: muchos parásitos y depredadores pasan el invierno en los desechos so-

bre la superficie del suelo, si se ara la tierra antes de que los parásitos emerjan en la primavera, solo unos cuantos sobreviven. Uno de los factores que reducen en mayor grado las poblaciones de parásitos y depredadores es la -- aplicación de insecticidas, en casos tal vez en casi todos, la supervivencia de los insectos benéficos se pueden incrementar por medio de un programa integrado de control en el que se utilicen insecticidas seleccionados un registro cuidadoso del tiempo. (NAS 1980)

#### PRODUCCION EN MASA Y DISTRIBUCION:

Las poblaciones de enemigos naturales que atacan a las plagas se pueden incrementar en forma directa, ya sea recolectando y volviendo a distribuir poblaciones naturales o realizando una cría y distribución en masa de los insectos.

La mayoría de las plagas tienen por lo menos cinco o seis enemigos naturales diferentes que las atacan y debido a que la producción de insectos benéficos necesarios para las pruebas de campo pueden tener un costo muy alto para la investigación las especies disponibles se deben seleccionar para escoger las más eficaces antes de intentar la cría a grande escala.

Los requisitos principales para la dispersión en masa son los siguientes: el enemigo natural debe ser capaz - de encontrar al huésped en la planta que le sirve de ali-  
-mento y en su habitat , y permanecer ahí; debe ser capaz -  
-de vivir y quizá reproducirse bajo las condiciones climato-  
-lógicas reinatnes; debe ser capaz de atacar al huésped a -  
-la densidad prevalenciente en el momento de la liberación  
y reducirla por debajo de la base económica o impedir su -  
-incremento más alla de dicho nivel; debe haber métodos eco-  
-nómicos de cría y distribución de las especies en cantida-  
-des suficientes. (García 1984)

#### DESPLAZAMIENTO COMPETITIVO:

El principio de desplazamiento competitivo esta ba-  
-sado en el resultado de la competencia entre especies por  
-elementos esenciales idénticos o casi idénticos en los mis-  
-mos habitats. Se ha señalado que abarca diferentes espe---  
-cies que tienen nichos ecológicos idénticos (es decir que  
-son homólogos ecológicos) que no pueden coexistir por mu-  
-cho tiempo en el mismo habitat. En otras palabras, tarde  
-o temprano una eliminará a la otra, nicho ecológico se re-  
-fiere a la función que desempeña un animal (insecto) que -  
-se distingue por sus necesidades precisas de alimento, es-  
-pacio o costumbres en un habitat en particular. Un nicho

ecológico es lo que un animal hace y lo que necesita para su supervivencia y reproducción en un determinado habitat. El termino nicho, tal como se emplea aquí, no es equivalente a habitat o microhabitat. Si las diferentes especies tienen necesidades realmente idénticas de alimento, refugio, y otros requisitos en el mismo habitat, se puede decir que tienen nichos idénticos; son homólogos ecológicos y uno ha de desplazar al otro. Desde el punto de vista práctico para que ocurra el desplazamiento competitivo de una especie por otra, se necesita que solo un requisito, el alimento sea idéntico para dos especies en un mismo habitat. Una o más de sus necesidades comunes deben ser exactamente iguales. (García 1984)

Por ejemplo: las especies de insectos que se alimentan de distintas partes de una planta, no son homólogos ecológicos y pueden coexistir. El funcionamiento del principio es sencillo en última instancia radica en la idea de que no importa cuán estrecha sea la relación y que tan exactas sean las necesidades y hábitos de una especie con respecto a otra, sus constituciones genéticas serán diferentes y una de las especies tendrá una ventaja es decir será la más apta en un habitat determinado. La competencia entre las dos dará como resultado la supervivencia de la más apta, como sucede en la selección natural y la evo-

lución. La especie ganadora será la que produzca la mayor proporción de progenie femenina por progenitora hembra y - por unidad de tiempo que sobrevive para reproducirse. (García 1984)

- VENTAJAS:

Rápido y efectivo.

Económico para el productor.

No contamina el medio ambiente.

- DESVENTAJAS:

No para todas las plagas.

Poco accesible para el total de agricultores.

Específico en su control.

Control por tiempo limitado.

Dependiente de las condiciones ambientales.

## 5.7 TECNICA DEL INSECTO ESTERIL

**CONCEPTO:** Es la utilización de poblaciones física o químicamente esterilizadas para disminuir y/o erradicar poblaciones de la misma especie que se encuentren afectando la salud humana, animal o de las plantas.

ORIGEN: El uso de moscas del gusano barrenador como autocontrol fué considerado en los 30's (Knipling, 1958 a), pero las investigaciones para determinar la posibilidad de usar esta técnica no fueron hechas hasta 1949. Bushland y Hopkins (1951) publicaron su primer reporte sobre los resultados de estas investigaciones. Vanderplank (1947), investigó las posibilidades de liberar especies relacionadas con la "Mosca Tsetse", que darían como resultado híbridos estériles y un control activo. Un científico ruso, Serbrovsky (1940), propuso la liberación de insectos que llevarán traslocaciones genéticas deletereas, que podrían ser transmitidas y eventualmente, matar individuos de la población que llevarán los genes letales. Esta importante contribución para el control de insectos por manejo genético no fué considerada por los científicos encargados de investigar sobre la técnica de esterilización, hasta algunos años después empezaron las investigaciones sobre el método de esterilización.

La esterilización y otros métodos autocidas de control de insectos, son relativamente nuevos y no completamente desarrollados. Por esta razón, apreciamos el papel futuro de dichas técnicas en el difícil manejo de plagas. Los métodos no podrán ser aplicados para controlar varias especies plagas, debido al elevado número de individuos, -



que normalmente existe en una población natural, aún cuando los niveles de abundancia sean bajos, y considerando -- los altos costos que implican la cría y liberación del número de insectos requeridos para controlar adecuadamente -- la reproducción en la población. Una importante característica de la técnica de esterilización, es su acción selectiva sobre la plaga a controlar, y la anulación de efectos -- adversos sobre benéficos en el medio ambiente. (Knipling, 1979)

**METODOS DE ESTERILIZACION:** Se han investigado dos formas principalmente de esterilización la radioesterilización y la quimicoesterilización.

**RADIOESTERILIZACION:** Esta se efectúa mediante la radiación de rayos X o bien la radiación de rayos gama. -- Los primeros en estudiarse fueron los rayos X para la esterilización del gusano barrenador del ganado, también se hicieron estudios irradiando escarabajos cigarrillo (Lesiuderma serricorne Fabricius) y Droplila melanogster donde se obtuvieron resultados positivos.

Después de la segunda guerra mundial con los adelantos de la bomba atómica se utilizaron los rayos gama en la esterilización de insectos básicamente utilizando cobalto

60 y cesis-137; se considera que la utilización de rayos X y rayos gama producen un mismo resultado en la esterilización final del organismo, si se ha trabajado más con rayos gama se debe a que tanto en su manejo como en su costo resulta más eficiente trabajar con éstos, se pueden irradiar masas más grandes de organismos en un mismo tiempo utilizando rayos gama.

Es importante mencionar que la esterilización con irradiaciones ya sea tanto rayos X como rayos gama se lleva a cabo en poblaciones de insectos reproducidos en laboratorio para después ser liberados en campo para que compitan con poblaciones silvestres. De igual manera importante se debe destacar la fase en la cual se irradia el insecto para causar la esterilización; por su comportamiento y por los trastornos que una sobre radiación podrían ocasionar a los estados de huevo y larvarios se considera que deben de irradiarse cuando se encuentren en estado de pupa - en el estadio final antes de la eclosión, esto se debe a que es este estadio cuando los órganos reproductores se encuentran bien diferenciales y puede afectarse de una manera más segura su funcionamiento ocasionando la esterilización al hacer la irradiaciones no se pueden dividir cuales serán de un sexo o del otro por lo que se esterilizan tan-

to a machos como a hembras esperando contar con una población del 50% de machos y de hembras, lo que se busca es que en campo los autores del control sean los machos, pues aunque se han estudiado y controlado poblaciones cuyo hábito de las hembras es copular más de una vez, los trabajos y -- éxitos determinantes se han obtenido con poblaciones de -- moscas cuyo comportamiento sexual es el apareamiento de -- una sola vez por parte de las hembras, esto es si un macho esteril cópula con una hembra fértil esta no tendra otra - copula y no procreará más si un macho fértil se aparea con una hembra estéril, el macho fértil puede ir en busca de - otra hembra pudiendo ser ésta fértil y originando nuevas - generaciones de organismos fértiles. Es por eso que tam-- bién se le denomina la técnica del macho estéril.

QUIMIOESTERILIZANTES: Es la utilización de substancias químicas que alteran la fisiología de los organismos provocando cambios en sus órganos reproductores ocasionando; que no puedan formarse células reproductoras, que los genes que llevan la información hereditaria correspondiente a la formación de los aparatos reproductores en la siguiente generación sean alterados, o bien alterando la fisiología de la formación del cigoto provocando abortos o na censias de organismos muertos.

La forma más explotada es la alteración letal de la información genética, pues de esta manera los organismos - esterilizados pueden competir con las mismas posibilidades de apareamiento que los organismos fértiles.

Los productos químicos utilizados para la esterilización quedan comprendidos dentro de los siguientes grupos: Antimetabólitos, Antibióticos, Alcaloides y compuestos de organótina.

La quimioesterilización se ha practicado esterilizando a poblaciones nativas más que a poblaciones creadas en laboratorio y en los organismos que mayores resultados se han obtenido con este tipo de esterilización es en las ratas.

En nuestro país contamos con dos plantas de esterilización de insectos; una de ellas es la planta del programa para la esterilización del gusano barrenador del ganado Cochliomyia hominivorax (coquerel) que se encuentra en Tuxtla Gutiérrez, Chis., y la otra es la del programa Mosca - del Mediterráneo Ceratitis capitata (Wiedemann) que se encuentra en Metiapa, Chis.

Para lograr un buen control de estas plagas deben -

de seguirse estrictas técnicas y procedimientos desde su estudio hasta su liberación en campo por lo que detallaremos los aspectos básicos del programa Moscamed.

#### PROGRAMA MOSCAMED

**INTRODUCCION:** La mosca del mediterráneo, *Ceratitis capitata* (Wiedemann), esta considerada como una de las plagas más devastadoras del mundo, ya que ataca a cerca de doscientos diferentes frutos y vegetales, por lo que si la mosca llegara a establecerse en México, las pérdidas en forma estimativa alcanzarían anualmente varios miles de millones de pesos por daños directos a la producción y otros tantos por restricciones a la exportación de los productos afectados.

**ANTECEDENTES:** La mosca del mediterráneo ha recibido este nombre, porque fué en la cuenca del mar mediterráneo donde se le reportó inicialmente como una plaga de importancia económica de los frutos. (Gutiérrez, 1976). Se reconoce al Africa Occidental como su lugar de origen.

Invadió al continente americano en 1904, al introducirse en Brasil, y en 1905 se detectó en Argentina.

Ha sido erradicada en tres ocasiones, 1929, 1956 y

1962 de la Península de Florida: en una ocasión en Brownsville, Texas en 1966 y por última vez en los Angeles, California en 1975, todos estos esfuerzos se lograron a un costo sumamente elevado.

La presencia de la mosca del mediterráneo en Centroamérica, se conoció a principios de 1955, al detectarse en un lugar cercano a San José, capital de la República de Costa Rica; invadió a Nicaragua en 1960, a Panamá en 1963, a El Salvador en 1975 y Guatemala en 1976. Desde que fue detectada en el Salvador, México intensificó las medidas de trampeo y cuarentena exterior de su programa preventivo existente desde 1966, para moscas de la fruta como la del melón y la del mediterráneo.

La mosca del mediterráneo fue detectada por primera vez en México en enero de 1977, en la zona del Soconusco del Estado de Chiapas, colindante con Guatemala. A partir de esa primera detección del insecto, se activo el programa preventivo establecido en México desde 1927, año en que se promulgó la cuarentena exterior No. 5 y se aplicaron los primeros sistemas de muestreo. Asimismo se reforzaron las acciones con la experiencia adquirida en Guatemala a través de la Comisión Mixta México-Guatemala formada en 1975. Posteriormente, en 1977, se contó con el apoyo inmediato del OIEA, de la FAO, del Organismo Internacional

Regional de Sanidad Agropecuaria y con un convenio suscrito con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. (Patton, 1982)

#### GENERALIDADES SOBRE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO:

La mosca del mediterráneo puede ser introducida con mayor facilidad a las áreas urbanas o suburbanas de los principales centros de población a lo largo de las carreteras, y los primeros focos de infestación con mayor frecuencia lo constituyen los llamados huertos familiares en los traspatios de las casas; los portadores generalmente son personas que traen consigo fruta procedente de zonas infestadas. Puede ser introducida en cualquiera de sus cuatro estados biológicos: como huevecillo y larva dentro de frutas comerciales o llevadas inconscientemente por algunos viajeros; en estado de pupa en la tierra que cubre las raíces de plantas de vivero o en envases o bolsas portadores de frutas; en estado adulto en los vehículos de transporte o ayudada por el viento, pues en esta forma puede recorrer distancias hasta de catorce kilómetros.

La mosca del mediterráneo, *Ceratitis capitata* (Wiedemann), pertenece a la clase insecta, orden díptera, familia Tephritidae. Los adultos de acuerdo con las condicio-

nes ecológicas pueden vivir varios meses. Normalmente su longevidad es de unos a dos meses, pero puede ser hasta de diez meses en áreas templadas y frías o menos de sesenta - días en climas cálidos. Las hembras alcanzan su madurez sexual entre los cuatro y los cinco días, iniciando la ovipostura entre los siete y nueve días después de la emergencia, a temperaturas que oscilan entre los 24º y los 27ºc.

Las hembras sexualmente maduras expiden un fuerte olor, muy peculiar, que atrae al macho a la cópula, hábito que ha sido aprovechado para la elaboración y uso de atraeyentes sexuales. Los machos, bajo las mismas condiciones, maduran sexualmente a los tres o cuatro días y como característica de este estado, se destacan el movimiento de las alas y el arqueado del último segmento abdominal, prolongando el aparato sexual hacia arriba y secretando generalmente una gota cristalina, ligeramente amarilla. La cópula se efectúa a los dos días siguientes, prefiriendo para el acto posarse en el envés de las hojas. En los días nublados o lluviosos las cópulas decrecen.

La hembra requiere de una sola cópula en su vida para la fertilidad de sus huevecillos, pero si lo hace una segunda vez, las espermatecas son insuficientes para recibir una cantidad mayor de esperma. Generalmente pone de -



cuatro a diez huevecillos por ovipostura y si en las frutas se llegan a encontrar más, se debe generalmente a que otra hembra ovipositó en el mismo orificio. Por lo general cada hembra pone hasta veinte huevecillos al día: durante toda su vida, el promedio es de trescientos, pero bajo condiciones óptimas puede poner hasta ochocientos aunque no todas logran el estado adulto. Cuando las hospederas faltan y las condiciones climáticas le son adversas, suele pasar mucho tiempo sin ovipositar, haciéndolo cuando las condiciones le son favorables. Este hecho es importante, porque puede esperar a que el fruto madure, sin que se altere su ciclo evolutivo. Observaciones hechas en plantaciones de cafeto indican que la hembra oviposita indistintamente a cualquier altura, prefiriendo el lado soleado de la planta y las primeras horas del día. Parece que prefiere la parte baja de la planta para descansar y también se le ha visto en el suelo en actitud de reposo, posiblemente porque busca para ello la temperatura más favorable.

El período de incubación del huevecillo es de dos a siete días bajo condiciones de temperatura de verano aunque puede prolongarse hasta veinte a treinta en climas de invierno. La mortalidad embrionaria varía en relación a los frutos utilizados para ovipositar siendo mayor en aquellos con pericarpio duro y grueso y en cítricos con exceso

de aceite esencial, como el limón, o con resinas como el plátano verde o latex en la papaya verde.

Al efectuarse la eclosión del huevecillo, la larvita excava hacia el interior de la fruta, haciendo galerías en todas direcciones; su desarrollo se completa en seis a once días (14 a 26°C). La hospedera influye en la velocidad de crecimiento de la larva acelerándolo o retardándolo, también se ha observado que las larvas maduran en menor tiempo, cuando el fruto cae al suelo, ya que la pulpa se reblandece y el jugo puede ser absorbido a través del integumento del cuerpo. Pasa por tres estadios larvarios con lapsos de veintiseis a cuarenta y ocho horas, de dos a cuatro días y de cinco días o más si la temperatura es baja (14 a 16.7°C). Al terminar el período de alimentación, la larva abandona el fruto saltando, detalle muy característico, aunque no exclusivo de esta especie y busca un lugar adecuado para enterrarse; a veces a base de saltos recorre una distancia considerable. Al enterrarse lo hace superficialmente, más o menos de 1 a 2.5 cm de profundidad y si no queda protegida por tierra, hojarasca o algún otro material, pupan y mueren generalmente al quedar expuestas sin ninguna protección. La pupación puede ocurrir también en cajones fruteros. El período pupal requiere de nueve a once días (24.4°C) o hasta varios meses bajo temperatura in-

vernal; a 26°C se acorta a seis días. La mosca emerge por sus propios medios, abriéndose con ayuda de un órgano frontal llamado ptilinum. La humedad del suelo, su textura y calidad, tienen poco efecto sobre la duración pupal, pero lo tienen muy marcado sobre la supervivencia.

La mosca del mediterráneo puede tener diez generaciones o más al año, las que se suceden sin interrupción - en lugares donde abunda el alimento, ya se trate de plantas silvestres o cultivadas, especialmente en condiciones de clima tropical. (Gutiérrez, 1976)

## 5.8 HORMONAS, FEROMONAS, ATRAYENTES Y HORMONAS REPELENTES

- HORMONAS: El proceso de muda, incluyendo los fenómenos afines que son muestras características de crecimiento, maduración y metamorfosis en los insectos, está regulado por hormonas. Existen tres importantes clases de hormonas que intervienen en el proceso; la hormona cerebral, las ecdisonas (hormonas de muda) y la hormona juvenil. Tres ecdisonas de insecto han sido aisladas e identificadas químicamente y varios esteroides similares o afines a la actividad de la hormona de muda se encuentran en dosis elevadas en ciertas plantas. Se ha sintetizado sólo -

una de las ecdisonas de insectos, la ecdisona. En fecha reciente se informó acerca de la estructura de la hormona juvenil Cecropia y parece que su antitesis se podrá realizar en un futuro muy cercano. Además durante, varios años se ha podido disponer de compuestos químicos que muestran muchas actividades biológicas de la hormona juvenil natural. Estos compuestos, que han sido designados como remedos de la hormona juvenil, incluyen los sesquiterpenos, farnosos, ácido farnésico y algunos de sus derivados. Varios de estos compuestos son muy activos a niveles nanogramos ( $10^{-9}$  g), y penetran la cutícula del insecto al igual que la hormona juvenil. Debido a estas características, a su asequibilidad, y a los conocimientos que de ella se han acumulado mediante experimentos de laboratorio, la hormona juvenil y sus remedos ofrecen el mayor potencial inmediato como agentes para combatir insectos.

El proceso de muda en los insectos lo producen las hormonas de muda, ya sea que dicha muda sea de larva a larva, de larva a pupa, o de pupa a adulto. Sin embargo, en una muda de larva a larva en la que el insecto conserva ciertas características inmaduras, la hormona juvenil también está presente. De este modo, la hormona juvenil permite el crecimiento pero no la maduración. Una posible aplicación en el control de plaga podría consistir en po-

ner en contacto con insectos sustancias que actúan como la hormona juvenil ya sea en el estadio final de ninfa o en el estado de pupa, en la época en que la hormona juvenil, se encuentra no normalmente. Esto podría provocar la conservación de las características de inmadurez y producir una forma intermedia, inhibiendo así el desarrollo normal. Por ejemplo, cuando algunas cantidades del orden de los nanogramos de algunos de los compuestos más potentes de remedos de la hormona juvenil, se ponen en contacto con la cutícula de una pupa del gusano amarillo de la harina, tenebrio molitor Linnaeus, el insecto suele sufrir una muda -- que da lugar a una segunda pupa que no sigue desarrollándose, o a un adulto que conserva ciertas características de la pupa. El adulto mal-formado, o bien fracasará en su intento por salir de la cubierta, o conservará los genitales de la pupa y no podrá reproducirse.

Ciertos compuestos con actividad de hormona juvenil tienen actividad de hormona gonadotrópica (maduración ovárica) y quizá se podrían usar para combatir plagas, estimulando el desarrollo ovárico en insectos que se encuentran en diapausia o estivación adulta. En estos insectos la -- suspensión del desarrollo ovárico y la hipertrofia del -- cuerpo graso son los cambios fisiológicos sobresalientes -- que se presentan también en ciertos insectos adultos que --

no tienen diapausia y que han sido privadas de la hormona gonadotrófica por medio de la extirpación del corpus allatum. La reiniciación del ciclo ovárico a destiempo y simultánea interrupción de la inactividad bioquímica y fisiológica puede ocasionar la destrucción de aquellos insectos - que se encuentran en condiciones desfavorables del medio ambiente.

Una ventaja de la hormona juvenil y sus remedos es que los compuestos que tienen actividad hormonal en los insectos no han sido relacionados en su estructura con las hormonas conocidas de los vertebrados. Sin embargo, será necesario practicar pruebas farcológicas y de toxicidad para determinar que tipo de riesgos si los hay, implican estos compuestos para el hombre, para otros vertebrados y para los vegetales. Otros de las posibles ventajas es que ciertos remedos de la hormona juvenil han resultado muy específicos respecto a los insectos que afectan; esto podría ser un importante factor en el control selectivo.

Una desventaja de los remedos es que muchos de los que se han probado afectan poco el desarrollo de la larva. Por lo tanto, sería necesario repetir las aplicaciones o bien emplear sustancias con una persistencia considerable para asegurar su contacto con la etapa final de larva o --

ninfa, o con el estado de pupa del insecto. Muchos de los compuestos con los que se cuenta hoy no brindarían protección contra el daño que causan los insectos en el estado de larva o ninfa, que en gran número de especies son las fases más destructivas. Sin embargo, esta desventaja se puede eliminar en el futuro mediante el logro de un mayor conocimiento acerca del efecto de la hormona juvenil y sus remedos. Dicha posibilidad se afirma debido a un informe reciente respecto al hecho de que se ha encontrado en la naturaleza un remedo de hormona juvenil que también tiene efectos ovicidas.

Las necesidades más importantes en el terreno de la investigación respecto al empleo de hormonas de insectos como agentes de control químico son: 1) Estudiar más a fondo los compuestos activos conocidos en un mayor número de insectos, en relación con los efectos morfológicos y observados, así como descubrir efectos fisiológicos y bioquímicos más útiles; 2) Llevar a cabo un programa intensivo de síntesis y análisis y tratar de relacionar la estructura con la actividad hormonal; 3) desarrollar nuevas pruebas y mejores para valorar los compuestos que tienen actividad hormonal y sustancias análogas, así como compuestos afines que puedan tener actividad antihormonal o antagonica; y 4) realizar un plan de estudios para descubrir y lue

go aislar e identificar compuestos con la actividad hormonal juvenil o muda presente en vegetales, y determinar la función que dichas sustancias desempeñan para proteger a las plantas del ataque de los insectos. Finalmente, si se dispusiera de adisonas de insectos y esteroides afines con actividad hormonal de muda, tanto sintéticos como de origen vegetal, se estimularía la investigación de estas hormonas y ciertas sustancias estructurales análogamente, tanto en sus efectos positivos como negativos para determinar la forma en que se pueden emplear estas importantes hormonas en el control de insectos. (IAP 1984)

- ATRAYENTES QUIMICOS: Los atrayentes constituyen un campo muy fructífero para la investigación porque tienen una función importante en los aspectos más vitales del comportamiento de los insectos. Determinan la actividad de éstos en la búsqueda de alimento, pareja, lugares para depositar sus huevos y, algunas veces, los sitios protegidos donde pasan las etapas inactivas de su desarrollo. Las plagas de las plantas así como la de los animales, y las especies saprófitas, responden a los atrayentes en su búsqueda de alimento. Algunos atrayentes químicos, sobretodo los que están vinculados al comportamiento sexual, son biológicamente activos en cantidades muy pequeñas, por ejemplo,  $10^{-7}$  ug. de feromona producida por la polilla gitana,



Porthetria dispar (Linnaeus), atrae a los machos de este insecto en el campo.

En sentido más estricto, los atrayentes son sustancias químicas u otros estímulos que hacen que los insectos orienten sus movimientos hacia el lugar donde aquellos se encuentran. Casi tan importante como los atrayentes, y a menudo confundidos con ellos son los paralizantes y los estimulantes de la locomoción de la alimentación, apareamiento y oviposición. El patrón completo del comportamiento sobre la alimentación, el apareamiento o la oviposición -- puede comprender cierto número de estímulos. Ese patrón -- empieza cuando un insecto que se encontraba en estado inactivo entra en condición fisiológica en la cual está listo para buscar alimento, una pareja, o un lugar para depositar huevos. Un estimulante locomotor, bien sea exterior o interior con respecto al insecto, puede obligarlo a iniciar movimientos de búsqueda desorientados; un atrayente puede hacer que éstos movimientos se orienten; un paralizante -- puede hacerlo cesar cuando ha encontrado el alimento, la pareja, o el sitio para la oviposición; y un estimulante -- de alimentación, apareamiento u oviposición puede inducir al insecto a iniciar la acción consumatoria. Un solo estímulo puede funcionar en todas estas direcciones, o todo el patrón de comportamiento puede ser efecto de una secuencia

de diferentes estímulos; éstos pueden ser químicos, sonidos, otras vibraciones o movimientos, o radiaciones electromagnéticas. (IAP 1984)

El fenómeno del ritmo biológico desatado por la luz u otro estímulo puede estar comprendido en las distintas secuencias.

- ATRAYENTES VERDADEROS: Una vez que empiezan los movimientos de búsqueda de un insecto, se puede inducir la orientación por anemotaxis, sustancias químicas, radiaciones, o sus combinaciones. Estas pueden gobernar la búsqueda desde el principio. Sin embargo, la búsqueda inicial se puede deber por completo al azar, o sólo dirigida en forma muy general con respecto a las corrientes de aire; a veces, el insecto entra en la zona de actividad de un atrayente verdadero, y en este momento empieza a orientar sus movimientos hacia la fuente, entonces proseguirá hacia ella mediante locomoción dirigida. Un agente se puede llamar con propiedad un "atrayente" sólo si opera para proyectar (o guiar) a los insectos hacia la fuente desde cierta distancia, sin embargo tal distancia es corta. Algunas veces, los atrayentes químicos se les reconoce "que atraen" insectos desde una distancia de varias millas, pero en general basándose en pruebas insuficientes.

- INHIBIDORES DE QUITINA: El descubrimiento más o menos reciente de un nuevo grupo de sustancias químicas, - los inhibidores de la síntesis de la quitina, puede considerarse como un paso más en la lucha contra los insectos - que nos causan problemas, tanto en agricultura como a nivel sanitario. La quitina, un polisacárido, es uno de los principales componentes de la cutícula de los insectos.

En el proceso de desarrollo de los insectos de larvas inmaduras o adultos éstos pasan por una serie de mudas durante las cuales forman nuevas cutículas y desechan las viejas. Aparentemente, estas sustancias químicas, al inhibir la enzima quitinsintetasa, impiden el ligamiento de -- las N-acetil glucosaminas, constituyentes de la quitina. -- También se piensa que aceleran la degradación de la quitina. Actualmente está en discusión si estos compuestos pueden influir sobre el sistema hormonal que regula la muda - del insecto. De toda forma se puede concluir que la perturbación del proceso de formación de la quitina interrumpe un proceso vital característico de insectos y crustá-- ceos. Por esta acción bioquímica específica, estos compuestos son inocuos para los animales vertebrados.

La perturbación de la formación de la quitina es un proceso relativamente lento y es sinónimo de una falta de

efecto tóxico agudo sobre el organismo objetivo. El efecto letal sólo puede manifestarse al no poder completar el insecto su proceso de muda después de una exposición a este tipo de compuestos. En general, la absorción es por vía oral, con el alimento. Esto explica el porqué los insectos de aparato bucal masticaron son los más sensibles a estos productos. Efecto sobre insectos adultos no se obtiene ya que éstos ya no mudan.

El efecto ovicida aparentemente consiste en una inhibición de la eclosión ya que los embriones por inhibición de la quitina no pueden desarrollar su aparato bucal para romper la cascarilla del huevo. (IAP 1984)

Químicamente, la mayoría de estos compuestos son derivados de la fenilurea benzilada, sintetizada ya en 1903 por Billeter, sin propiedades insecticidas. Recién alrededor de 1970, por sustitución en los anillos benzénicos se encontraron compuestos con acción insecticida.

Así podemos mencionar al Diflubenzuron, Penfluron, Triflumuron y, entre los más recientes, al EL 1215 y UC 62644:

Diflubenzuron (PH6040)

1-4 clorofenil-3-2-6-difluorobenzoil-urea.

Penfluron (PH 6044)

2-6-difluoro-N-4-trifluorometaxi  
fenilamino carbonil benzamida.

Triflumuron (SIR 8514)

2-cloro-N-4-trifluorometoxifenil  
amino carbonil benzamida.

El 1215

2,6-dimetoxi-N-5-4-pentafluoroe  
toxifenil,3,4 tiadiazol-2-yl-  
benzamida.

UC 62644

2,6-difluoro-N-4-3-cloro-5-tri  
fluorometil-2 piridiniloxi-3,5  
diclorofenilaminocarbonil benza  
mida.

PROPIEDADES:

- No tiene acción sistemática ni en profundidad.
- Acción por ingestión.
- Efecto de contacto, débil, depende del tipo de in  
tegumento del insecto y de la concentración de uso.
- Todos los estadios larvales son sensibles. En al  
gunas especies los estadios larvales más jóvenes son más -  
sensibles.
- Larvas que ingirieron el activo a comienzos del -  
estadio larval son más sensibles que aquellas que se en---  
cuentran próximas a mudar.
- De acuerdo a la mayor actividad larval con aumento

de temperatura, también aumenta el efecto.

- Si las larvas ingirieron demasiado poco ingrediente activo, pueden sobrevivir la próxima muda y morir eventualmente entre mudas.

- El efecto en aplicación directa sobre huevecillos depende del poder de penetración, que puede ser aumentado por el solvente.

- El efecto es mayor sobre oviposturas frescas.

- La eclosión puede ser afectada si el insecto adulto ingirió suficiente cantidad de IA.

- FEROMONAS: El conocimiento de las feromonas, se remonta desde hace más de setenta años. Sin embargo la integración del uso de feromonas dentro del manejo integral de plagas en la protección fitosanitaria, se inició hace apenas unos años, en 1976 a nivel comercial. Pero, ¿Qué son las feromonas?, Son sustancias naturales emitidas por los insectos, con el objetivo de enviar mensajes entre insectos de la misma especie.

Estos mensajes químicos, conocidos también como semioquímica tienen varios propósitos:

- Agregación

- Oviposición

- Dispersión
- Comportamiento social
- Comportamiento sexual

Para uso agrícola, se han desarrollado básicamente las feromonas de comportamiento sexual.

Las investigaciones se hicieron sobre el gusano de seda y el gusano sano falso medidor. Así a la fecha se -- han identificado y sintetizado más de cuarenta feromonas. Algunos de las feromonas de actual síntesis son:

- \* Laspeyresia pomonella
- \* Ceratitidis capitata
- \* Heliothis zea y virescens
- \* Keiferia lycopersicella
- \* Pectinophora gossypiella

Por nombrar las de mayor importancia.

La estrategia básica para el uso de feromonas en la agricultura es la siguiente:

1. Monitoreo en campo
2. Colección masiva con trampas
3. Interruptor de apareamiento

Estos son los tres usos claves de las feromonas de comportamientos sexual dentro del manejo integral de plagas.

El primer punto sobre monitoreo en campo, se refiere a utilizar un sistema de trapeo representativo por lote, con el fin de determinar la dinámica de población de un insecto, observándose: cuando son las máximas emergencias, cuantas generaciones se presentan por ciclo, correlacionar población con daño en el cultivo, efectos de migración, control, etc.

Este sistema tiene el objetivo de ser una base de información práctica, que ofrece elementos para enriquecer el criterio de técnicos entomólogos, para implementar mejores medidas de control. Este sistema consiste en establecer una trampa Delta cada veinte hectáreas y no menos de dos trampas por lote, colocándose en un lugar representativo del campo a monitorear, buscando su orientación hacia los vientos dominantes, la altura adecuada, de acuerdo al hábito de apareamiento del insecto y la colocación correcta de el cebo para así emitir el rastro adecuado de feromona.

**COLECCION MASIVA CON TRAMPAS:** Este sistema consiste en establecer una trampa como mínimo por hectárea, con



el objetivo de lograr una fuerte captura de adultos, buscando un control del insecto, al abatir de esta forma las poblaciones.

El trameo masivo aún no ha tenido una respuesta positiva para su implementación. Las causas principales son altos costos y una regular eficacia.

Interruptor de la comunicación normal de apareamiento. El concepto de interrupción, consiste en que en un medio ambiente natural, la palomilla hembra emite un rastro de feromona sexual atrayente, cuando ya esta lista para copular. Después de liberada la feromona se evapora rápidamente, creando un rastro o sendero en el aire, conforme el vapor es acarreado por el viento, la palomilla macho después de detectar el rastro lo sigue contra el viento, algo parecido a un perro siguiendo una huella en el suelo. La palomilla macho alcanza a la hembra y ocurre un apareamiento exitoso, la hembra entonces es capaz de ovipositar huevecillos fértiles.

En un campo tratado con feromona, se lleva a cabo el mismo proceso de comunicación de apareamiento; la palomilla hembra libera la feromona sexual atrayente, la palomilla macho busca el apareamiento, sin embargo las fibras

de plástico o bien microcapsulas están liberando el duplicado químico exacto en el campo o sea, que las fibras que contienen la feromona sintética se transforma en miles de palomillas hembras "falsas" cada una emitiendo un rastro de feromonas. La palomilla macho, al buscar a la hembra se desorienta, aún más, se frustra al tratar de seguir el rastro falso de la feromona.

El resultado comprobado es la interrupción del 96% del apareamiento, controlando así las poblaciones de insectos plaga. Este sistema de supresor del apareamiento se introdujo ya a nivel comercial en México el año pasado -- (1982) utilizándose la tecnología desarrollada por Albany International conocida como el sistema "NOMATE". (CIBA-GEYGI 1984)

- SUBSTANCIAS QUE INTERVIENEN EN LOS DIFERENTES TIPOS DE ACTIVIDADES: En todas las actividades de los insectos provocados por agentes químicos hay dos elementos: la recepción de un estímulo y la respuesta a él. Una respuesta a un estímulo significa que se ha recibido, pero tal -- recepción no va seguida por fuerza de una respuesta. Las respuestas pueden ser glandulares, comprendiendo la liberación de una secreción tal como la de los áfidos; postura que provoca movimientos de apéndices o cambios en la --

actividad del cuerpo en algún plano; locomotriz, que induce un movimiento de traslación del insecto, que lo obliga a arrastrarse, nadar, saltar o volar.

Las respuestas desarrolladas en el comportamiento de un insecto y heredadas de generaciones anteriores, se dice que son instintivas y que se presentan independientemente de las experiencias anteriores a estos estímulos. A menudo, en función de esas respuestas, el estímulo es interno y se realiza conforme a la condición fisiológica del insecto. Tales respuestas parecen ser instantáneas. Las respuestas también se pueden modificar a través de la experiencia o del aprendizaje, pero esas modificaciones rara vez se emplean, en el control de plagas; el conocimiento de ellas es limitado.

El sentido del olfato de los insectos tiene gran importancia en el trabajo con los atrayentes de insectos y agentes relacionados debido a que éstos están vinculados con las sustancias químicas que transporta el aire en la fase de vapor. La actividad en la respuesta a los estimulantes locomotores y atrayentes por lo general se motiva a partir del olfato, pero también es importante la sensibilidad extraordinaria de los insectos al movimiento del aire. Los paralizantes químicos, y los estimulantes de la alimen

tación, el apareamiento y la oviposición, por lo común operan a través de los otros sentidos químicos. Otros tipos de paralizantes y estimulantes pueden actuar a través de estímulos visuales, térmicos o mecánicos. Los límites --- precisos cuantitativos y cualitativos, de la sensibilidad de los receptores sólo se conocen para algunos sentidos y para muy pocas especies de insectos. (García 1984)

- ALIMENTACION: Antes que un insecto se pueda alimentar debe encontrar e identificar su alimento. En el caso de la larva, esto lo realiza casi siempre la hembra madre, la cual oviposita sobre el material alimenticio adecuado para la cría, aún cuando su propio alimento puede ser por completo diferente.

La búsqueda de alimento se puede iniciar debido a un estimulante locomotor, ya sea externo o interno. Como en general los insectos se dejan llevar por el viento y continúan volando en esa dirección, se puede esperar que, a través de los procesos de evolución y con los olores de los alimentos funcionando también como estimulantes locomotores, llegarían a funcionar como estímulos de orientación, o sea, como atrayentes. A menudo, eso es lo que sucede. - En otras circunstancias un insecto volador tiene la mejor oportunidad de recibir un estímulo de olor llevado por el

aire si vuela a través del viento y hay cierta evidencia - de que esto sucede. La mayor parte de los receptores olfa- torios de los insectos está situada en las antenas, de ma- nera que el equivalente del insecto del olfato de los ver- tebrados es la ondulación de sus antenas para aumentar el volumen de aire muestreado. El vuelo tiene el mismo efec- to. Los estímulos de olor rara vez son los componentes nu- tritivos reales del alimento, sino que son muestras repre- sentativas de aquél: aromas florales para los insectos que buscan néctar; aceites esenciales para las especies fitó- gas; productos de descomposición para los que se alimentan de carroña; y bióxido de carbono, agua y otras emanaciones de la piel no identificadas para los insectos hematófagos. A menudo, con el alimento produce el llamado estímulo quí- mico de contacto o sabor, que concluye la búsqueda del in- secto e inicia la alimentación, aunque este comportamiento también lo puede causar un estímulo olfatorio. Los recep- tores del sabor están situados en los tarsos y en las par- tes de la boca.

Los de los tarsos están vinculados con los recepto- res del tacto, los cuales inhiben la locomoción; también - puede inducir movimientos de las partes de la boca; por -- ejemplo, la mosca negra (*Phormia regina* Meigen), baja la -

probóscide cuando los receptores del tarso entran en contacto con la solución del azúcar. Los receptores de la parte de la boca provocan la respuesta de alimentación. En los insectos que muerden, el estímulo proviene de los movimientos de las partes de la boca, las cuales remueven y manipulan los fragmentos de alimento sólido. En los insectos que chupan, la mayor actividad está en los músculos del cibario, la faringe y la parte de la pared anterior del intestino. Estos músculos reducen la presión dentro del lumen del intestino, causando reflejos en un pasaje tubular de conexión que llega hasta la boca y el alimento fluido. Sin embargo, la distinción no es absoluta en todos los casos. Al mismo tiempo que estas respuestas se producen la respuesta glandular que lleva a la liberación de la secreción en la saliva y, en los insectos chupadores el bombeo de esta secreción en el alimento por la hipofaringe. Tal parece que en ambos tipos de alimentación la continuación de ésta depende de la estimulación apropiada de los grupos de receptores dentro del cibario y la faringe que aún se han estudiado muy poco. (NAS 1980)

APAREAMIENTO: Los problemas de comportamiento vinculados con la búsqueda e identificación de una pareja no son muy diferentes de los localizados de alimento, sobre todo si se va a evitar la mezcla entre individuos de la

misma raza (para evitar esta circunstancia, los insectos no deben aparearse en el mismo lugar de cría, sino que se deben diseminar en un área grande antes de empezar a buscar pareja). Muchos estímulos y respuestas diferentes pueden estar comprendidos, algunas veces reunidos en una forma algo rígida, como una cadena de respuestas de reflejos en el comportamiento del galanteo. También muy a menudo, hay un estímulo orientador olfatorio algo específico de una naturaleza de muestra, el atrayente del sexo, casi siempre producido por la hembra. Las diferencias específicas en los olores de los atrayentes pueden tener una función importante en el mantenimiento de un aislamiento reproductivo, como sucede entre varias especies de *Drosophila*. Ese olor es un material diferente producido por cualquier sexo, puede proporcionar un estímulo esencial de una naturaleza afrodisíaca antes de que se realice la copulación. En general, la producción de los estímulos químicos termina en forma abrupta después del apareamiento.

Cuando un macho fértil ha hecho contacto con una hembra virgen de la misma especie, se requiere la colocación adecuada de los dos sexos antes de que tenga lugar la copulación. (NAS 1980)

OVIPOSICION: A menudo, una hembra de insecto que -

busca un sitio para depositar sus huevos, de hecho está --  
buscando una fuente de alimento para su cría por venir. -  
Tal parece que hasta este punto, su comportamiento está --  
relacionado con la alimentación. Las hembras de insectos  
que usan el mismo alimento que sus larvas pueden depositar  
sus huevos en su propio material de alimentación. En los  
himenópteros parasíticos, la mayoría de los lepidópteros -  
y muchos escarabajos, chinches y moscas que se alimentan -  
con plantas, por lo general depositan los huevos en el --  
huésped o sobre él, o en las plantas que le sirven de ali-  
mento; además, el comportamiento puede ser una réplica muy  
cercana de un patrón de alimentación. La diferencia prin-  
cipal surge después de que se ha hecho el contacto, cuando  
la identificación es casi siempre la función de los recep-  
tores en los tarsos y en los órganos genitales, más bien -  
que en los tarsos, las antenas y las partes bucales. Los -  
estímulos solo son químicos en parte y comprenden los para-  
lizantes, que mantienen a la hembra en el sitio, y los es-  
tímulantes de la oviposición, los cuales inician la prepa-  
ración del sitio y el depósito de los huevos. Sin embargo  
a menudo los huevos se deben depositar donde el alimento -  
se encuentre disponible en la época apropiada, la cual pue-  
de ser en unos cuantos días hasta muchos meses más adelan-  
te. (NAS 1980)



- ATRAYENTES POTENTES. Casi todos los cebos potentes que se usan hoy no son productos naturales, sino que se encuentran mediante métodos sintéticos. Sustancias químicas puras que se exponen a cierta especie de insecto para determinar cuál de ellas influye en su comportamiento. Entonces, los compuestos relacionados a los mejores candidatos se prueban para lograr una actividad más grande.

Los atrayentes y agentes asociados se pueden usar de diversas formas para el control de insectos, así como para obtener información fundamental acerca de las plagas que pueda conducir a su control. Los insectos se pueden conducir a las trampas por medio de sustancias químicas, y después destruirlos. Un material tóxico o un cultivo de patógenos se puede mezclar con un atrayente o estimulante de la alimentación para destruir a los machos. También es posible emplear una sustancia química para atraer grandes cantidades de insectos que se puedan esterilizar y liberar entre la población nativa para reducir los números de la plaga. (NAS 1980)

- REPELENTE: Las sustancias que solo tienen leves efectos venenosos, o que pueden no ser venenosos activos pero que sirven para evitar el daño a las plantas o animales haciendo el alimento o las condiciones de vida de los

insectos poco atractivos u ofensivos para ellos, son llamados repelentes. Estas sustancias son rara vez, si acaso, repelentes para todas las especies de insectos. Dichas sustancias químicas pueden algunas veces ser empleadas con -- ventaja donde es imposible usar un insecticida y pueden -- proporcionar un grado mayor o menor de protección para los productos manufacturados, plantas en crecimiento, o los -- cuerpos de animales. Como ejemplo tenemos los siguientes:

REPELENTES CONTRA INSECTOS QUE CAMINAN: Tenemos las líneas de creosota usadas como barreras contra la emigración de las chinches pequeñas; el triclorobenceno y otras -- sustancias químicas usadas para proteger a los edificios -- de las termitas; las cintas contra hormigas, usualmente contienen bicloruro de mercurio, las cuales son colocadas -- por las patas de las mesas y otros lugares similares para evitar que las hormigas pasen; los aceites pesados en la base de la perchas de las aves de corral, como una barrera para los ácaros; y ciertas bandas impregnadas de sustancias químicas que se ponen rodeando los troncos de los árboles.

REPELENTES CONTRA LA ALIMENTACION DE LOS INSECTOS --  
- MASTICADORES: La espolvoración de las cucurbitáceas para protegerlas de los mayores del pepino; los repelentes del mosquito y moscas y mosquitos chupadores de sangre; la ---

aplicación de azufre al cuerpo para evitar que los araf--  
res ataquen; el uso de humus y ungüentos para repeler a --  
las moscas picadoras; el tratamiento químico de los tron--  
cos para evitar que los barrenadores coleópteros destruyan  
las cabañas de troncos y cedro y los tratamientos con póli  
lla para proteger los materiales del ataque de las palomi  
llas de la ropa y los mayates de los tapetes.

REPELENTES CONTRA LA OVIPOSICION DE LOS INSECTOS: -  
Ejemplo son el uso del gusano de tornillo combatido con --  
aceite creosotado de pino y de la difenilamina, para evi--  
tar que las moscas del gusano anteriormente mencionada pon  
ga huevecillos alrededor de las heridas de los animales.

REPELENTES PARA LOS INSECTOS CHUPADORES DE SANGRE:  
El uso de repelentes para evitar el ataque de los insectos  
que se alimentan de sangre y transmiten enfermedades al --  
hombre y a los animales, representa una de las aplicacio--  
nes más espectculares y prácticas de repelencia y fué obje  
to de investigaciones intensivas durante la Segunda Guerra  
Mundial. Los criterios limitantes para un buen repelente  
son: en orden de importancia: Protección efectiva del --  
área tratada por varias horas, en todos tipos de sujetos y  
bajo todas las condiciones climáticas. Completa libertad  
de toxicidad e irritación, cuando se aplica regularmente a

la piel humana o de los animales. Aceptabilidad cosmética, incluyendo libertad de olor, sabor y tacto desagradable y siendo inocuos para la ropa. Protección contra una gran variedad de insectos chupadores.

**ECONOMIA Y DISPONIBILIDAD:** Las pruebas de muchos miles de compuestos químicos buscan acción repelente para moscas, mosquitos, aradores, pulgas y garrapatas, han demostrado que muchos posee un grado significativo de repelencia para varias plagas. (NAS 1980)

## 5.9 CONTROL QUIMICO

**DEFINICION:** Es la utilización de sustancias químico-sintéticas o biológicas que provocan alteraciones y cambios en el metabolismo de organismos pudiendo ocasionarles la muerte, tales como insecticidas, acaricidas, fungicidas y fumigantes, herbicidas, raticida, etc.

**ORIGEN:** La utilización de este tipo de control data de aproximadamente tres mil años, en las escrituras griegas, romanas y chinas consta el uso del arsénico y azufre, más es hasta el siglo pasado en que se le empieza a utilizar de una manera comercial. Como ejemplo tenemos en

1867 el uso del verde de París para controlar brotes del -  
escarabajo de la patata de Colorado (Leptinotarsa decemli-  
neata), emulsión de aceites de kerosén contra especies de  
insectos chupadores y masticadores.

A inicio de siglo se concibieron los compuestos del  
flúor y los insecticidas botánicos, su uso llegó a ser tan  
común en la década de los 20's que su residualidad en los  
productos agrícolas obligó a que se reglamentará su uso pe-  
ro no es sino hasta la Segunda Guerra Mundial con la apari-  
ción del DDT que la industria de los plaguicidas empezó a  
introducir una diversidad tan grande de formulaciones, que  
actualmente se cuenta con una gran variedad de insectici-  
das, en cuanto a su formación, acción y en algunos casos -  
su especificidad.

#### CLASIFICACION DE LOS PLAGUICIDAS:

Son tan variados y tan diferentes y a la vez algu-  
nos de ellos tan coincidentes, que los plaguicidas se pue-  
den clasificar de diferentes maneras; por su origen, por -  
su acción, por el grupo químico, por la época de aplica-  
ción, toxicidad, etc.

Se considera que la manera general de clasificar a  
los plaguicidas es de acuerdo al tipo de organismos que --

controlan así se tiene que se clasifican en: insecticidas, acaricidas, herbicidas, fungicidas, bactericidas, rodenticidas, molusquicidas, nematocidas, etc.

El segundo nivel de clasificación puede ser por el grupo químico al que pertenecen o bien ya dentro de las diferentes clasificaciones anteriores. (AMIFAC 1986)

Considerando como ejemplo al grupo de los insecticidas por ser uno de los más importantes, la forma más usual de clasificarlos es la siguiente:

**POR SU FORMA DE ACCION:**

- a) De contacto
- b) De ingestión
- c) De inhalación

**POR SU FORMULACION:**

- a) Líquidos

Soluciones

Concentrados emulcificables

- b) Sólidos

Polvos

Polvos solubles

Polvos humectables

Granulados

Pellets

Pastillas

POR EL GRUPO QUIMICO:

a) Orgánicos

Naturales (nicotina, rotinona, piretros)

Sintéticos (clorados, carbonatos, organofosforados y piretroides)

b) Inorgánicos (azufre, arsénico, etc.)

Aquí es necesario hablar sobre las generalidades de los grupos químicos más importantes.

ORGANOCOLORADOS: es uno de los grupos más antiguos, a este grupo corresponden moléculas como el DDT y el BHC., la mayoría de estos productos están siendo prohibidos en diferentes países principalmente por su lenta acción degradadora lo que hace que estos productos tengan una gran residualidad, quedando en el medio ambiente expuestos a la interacción con animales benéficos o deseables a los distintos ecosistemas del planeta. (AMIFAC 1986)

ORGANOFOSFORADOS: A este grupo corresponden la mayor parte de insecticidas que se comercializan actualmente,

las características de estos productos, es que son biodegradables o bien físico y químicamente degradables, algunos productos pueden ser altamente tóxicos pero los hay de una toxicidad moderada; son inhibidores de la encima acé--  
til-colinesterasa, lo que facilita la obtención del antído  
-to que es el sulfato de atropina, resaltan en este grupo --  
productos como el Parathion, el malathion, clorpirifos, di  
meotato, y otros. (AMIFAC 1986)

ORGANOCARBONATOS: Es un grupo reciente, como el --  
anterior los productos son biodegradables y por lo tanto -  
no se acumulan en los tejidos, atacan la formación de la -  
acetilcolinesterasa y la mayor parte son productos altamen  
te tóxicos, dentro de este grupo hay moléculas como el Aldrin, metomil, carbofuran, e tc. (AMIFAC 1986)

PIRETROIDES: Es el grupo más reciente de insectici  
das, son productos que se utilizan a muy bajas dosis por -  
su alta toxicidad y rápido efecto sobre los organismos, ata  
can al sistema nervioso central ocasionando un desajuste -  
en la coordinación de movimientos, el principal problema -  
que presentaron las moléculas iniciales era la poca esta--  
bilidad a la luz, situación superada por las moléculas co-  
merciales como; cipermetrina, permetina, deltametrina. (La  
gunes 1984)



Categoría No. 1 (Altamente tóxicos) 50 mgs/kg de I.A.  
Categoría No. 2 (tóxicos) de 50 a 500 mgs/kg de I.A.  
Categoría No. 3 (moderadamente tóxicos) 500 mgs/kg de I.A.  
Categoría No. 4 (poco tóxicos) 2000 mgs/kg de I.A.

**CRITERIOS A SEGUIR EN LA ELECCION DE UN PLAGUICIDA:**

a) Que la plaga a controlar haya rebasado el umbral económico y no se disponga de otro método de control que sea más rápido, efectivo, ni económico.

b) Definir qué tipo de organismos, su estado fisiológico de desarrollo y su susceptibilidad a los plaguicidas o al plaguicida en específico.

c) Tipo de equipo de aplicación de que se disponga.

d) Superficie a tratar

e) Disponibilidad del producto en los comercios de la zona.

f) Costo del producto contra costo otros productos similares.

g) Condiciones climáticas.

h) Tipo de cultivo.

i) Toxicidad del producto.

j) Estado fenológico del cultivo.

Se ha considerado que el uso de los plaguicidas han

ayudado a aumentar la producción agrícola, pero se a caído en un abuso y mal manejo de su uso, por lo que muchos plaguicidas han fracasado en el momento de controlar efectivamente a las plagas o bien han sido prohibidos por las autoridades debido a su alta toxicidad (Gutiérrez 1984)

Esto es un problema propiciado principalmente por el desconocimiento en su uso de las personas responsables de aplicar dichos productos, de quienes los recomiendan y de quien los producen.

Por eso es necesario que todas las personas involucradas con la producción, formulación, comercialización, distribución, recomendación y uso de los plaguicidas tomen conciencia de esta situación y en la medida y capacidad de cada uno de los escalones se haga, todo lo necesario para evitar que se siga abusando y haciendo un mal uso de los plaguicidas.

- VENTAJAS EN EL USO DE PLAGUICIDAS:

Son muy efectivos.

Su efecto es inmediato.

Controlan rápidamente grandes poblaciones en grandes extensiones.

Disponibilidad en el momento necesario.

**- DESVENTAJAS EN EL USO DE PLAGUICIDAS:**

Causan resistencia, provocando mayor número de aplicaciones en dosis mayores.

Causan perturbaciones en el ecosistema (contaminación).

Atentan contra la salud humana por los residuos en los productos aplicados.

Provocan elevados costos de producción.

Factor social, causan desempleo.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) Anónimo. Biological Control and Insect Pest Management Division of Agricultural Sciences University of California, 1979.
- 2) Anónimo. Control Integral de Plagas; apuntes UNAM, México, 1981.
- 3) Anónimo. Fitófilo No. 74. Campaña Nacional contra Roedores, Rata de campo, Manual de Operación. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Dir. Gral. de Sanidad Vegetal. México, - 1977.
- 4) Anónimo. Fitófilo No. 80: Relación de Acaros Fitoparásitos de México. Lista de Insectos Entomofagos de Interés Agrícola en México. 2a. ed. - SARH, D.G.S.V. México, 1979.
- 5) Anónimo. Fitófilo No. 85, SARH - D.G.S.V. México, 1981.
- 6) Anónimo. Manual sobre la detección y control de la mosca del mediterráneo. SARH-D.G.S.V. México, -- 1982.
- 7) Anónimo. Métodos de muestreo, U.S.A. 1982
- 8) Anónimo. Plan estratégico de acción para el control de las moscas de la fruta. SARH - D.G.S.V. México, 1983.

- 9) AMIPFAC Curso de orientación para el buen uso y manejo de plaguicidas. México, 1985.
- 10) Buttrell Dale, G. Integrated Pest Management; Council on Environmental Wuality, A.A. USA. 1979
- 11) Coronado Ricardo y Márquez A. Introducción a la Entomología; morfología y taxonomía de los insectos. 9a. reimp. Ed. Limusa, México, 1985.
- 12) Emmel thomas, C. Ecología y Biología de Poblaciones. Tr. Carlos Gerhard O. Ed. Interamericana. -- México, 1975.
- 13) FAO, Control Integrado en Algodón, Roma 1973.
- 14) Finch, H.C. y Finch A.N. Los hongos comunes que atacan cultivos en América Latina. Ed. Trillas, México, 1974.
- 15) García Álvarez. Patología vegetal práctica. 5a. reimp Ed. Limusa, México, 1979.
- 16) García Escobar, A. Manejo integral de plagas; Apuntes México, 1984.
- 17) Gómez Roberto. Muestreo estadístico; apuntes, SARH - D.G.S.V. México, 1984.
- 18) Gutiérrez, S. Jorge. La mosca del mediterráneo *ceratitis capitata* (Wied) y los factores ecológicos que favorecerían su establecimiento y propagación en México. D.G.S.V. México, 1976.

- 19) Knipling, F.E. and W. Klassen, Relative efficiency of various genetic mechanisms for suppression of insect populations. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Washington, D.C. 1976.
- 20) Knipling, F.E. Basic principles of insect populations suppression and management. U.S. Department of Agriculture. Agriculture Handbook No. 12, Washington, D.C. 1979.
- 21) Labrecque, G. Helping eradicate the medfly from México IFAA. Bulletin Supplement, Viena, Programa contra la mosca del mediterráneo, D.G.S.V. SARH México, 1979.
- 22) Lippold, P.C. Manual de control integrado de las plagas de insectos del arroz. FAO, Roma, 1978.
- 23) Mac Gregor, Raúl, Gutiérrez, O. Guía de insectos nocivos para la agricultura en México. Ed. Alhambra Mexicana, S.A. México, 1983.
- 24) Maxwell, Fowdon, G. Jennings, P.R. Mejoramiento de -- plantas resistentes a insectos. Ed. Limusa, - México, 1984.
- 25) National Academy of Sciences, Vol. 1. Desarrollo y control de las enfermedades de las plantas. Control de plagas de plantas y animales. Ed. Limusa, México, 1980.

- 26) National Academy of Sciences, Vol. 2. Plantas nocivas y como combatirlas, control de plagas de plantas y animales. ("a. reimp.) Ed. Limusa, México, 1982.
- 27) National Academy of Sciences, Vol. 3. Manejo y control de plagas de insectos. Control de plagas de plantas y animales, Ed. Limusa, México, 1980.
- 28) National Academy of Sciences, Vol. 6. Efectos de plaguicidas en la fisiología de frutas y hortalizas. (2a. reimp.) Ed. Limusa, México, 1984.
- 29) Odum, Eugene P. Ecología: El vinculo entre las ciencias naturales y las sociales. 3a. impresión Ed. Continental, S.A. México, 1980.
- 30) Patton, P. Programa contra la mosca del mediterráneo. International atomic energy. Agency-SM-255/2. Viena, SARH México, 1982.
- 31) Peña Esquivel Angel. Análisis de la información sobre muestreo y umbrales económicos de las principales plagas de cultivos básicos (maíz, frijole, trigo, soya, sorgo). Tesis profesional - UNAM, México, 1985.
- 32) Rojas Garcidueñas, M. Manual teórico-práctico de herbicidas y fitorreguladores. 2a. ed. Ed. Limusa, México, 1984.
- 33) Romero, Felipe. Manejo integral de plagas. Comentarios al curso de control integrado, UNAM. México, 1983.

- 34) SEP. Manuales para educación agropecuaria. Protección de cultivos. Area producción vegetal. Ed. -- Trillas, México, 1982.
- 35) Simental, Carlos S. Agroquímicos, Insecticidas acarecidas, ovicidas y nematocidas. Libro 1. Universidad de Guadalajara, México, 1985.
- 36) Universidad Nacional Agraria la Molina. Control integrado de plagas y enfermedades agrícolas; segundo curso intensivo, Tomo 1. La Molina, Lima Peru, 1981.
- 37) Van de Bosch, Robert. La conspiración de los plaguicidas. Universidad de California, Beckerly, -- USA. 1978.