

N° 162  
ZEL



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

Facultad de Química

CONTROL DE INSECTOS EN LA INDUSTRIA  
ALIMENTARIA.



EXAMEN DE PROFESIONALES  
FAC. DE QUIMICA

TRABAJO MONOGRAFICO DE  
ACTUALIZACION  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO  
P R E S E N T A I  
LILLIAN TOVAR ANGELARES

1992

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

### I) INTRODUCCION

### II) OBJETIVO Y JUSTIFICACION

### III) GENERALIDADES

Morfología de los insectos  
Insectos problemáticos en los alimentos

### IV) METODOS DE CONTROL

#### QUIMICOS

Mecanismos de penetración del principio activo  
Modo de acción de los insecticidas  
Carbamatos  
Organoclorados  
Organofosforados  
Piretroides/Piretrinas  
Varios  
Mezclas de insecticidas

#### FISICOS

Temperatura  
Electrocutores  
Cortinas de aire

#### BIOQUIMICOS

Atrayentes/Repelentes  
Feromonas

### V) GRANDES ALMACENADOS

#### CONTROL QUIMICO

Factores que influyen en la Fumigación

#### ALTERNATIVAS Y METODOS COMPLEMENTARIOS AL CONTROL QUIMICO

Métodos que alteran el factor Biótico  
Control Biológico  
Control Físico

Métodos que alteran el factor Abiótico  
Aireación  
Modificación de Composición Atmosférica

**VI) RESISTENCIA DE INSECTOS**

**MECANISMOS DE RESISTENCIA**  
Biotransformación

**RECOMENDACIONES GENERALES PARA RETRASAR LA RESISTENCIA**

**VII) PRECAUCIONES DURANTE EL MANEJO DE INSECTICIDAS**

Medidas de Protección  
Equipo de Protección  
Primeros Auxilios

**VIII) BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA**

**IX) DISCUSION Y CONCLUSIONES**

**X) BIBLIOGRAFIA**

## C A I T U L O

### I

## I N T R O D U C C I O N

## I N T R O D U C C I O N

El problema de plagas ha sido tratado a través de muchos años, no solo por lo molesto que resulta su desagradable presencia, sino por las grandes pérdidas que producen tanto a nivel de cosecha, poscosecha, así como en productos procesados y almacenados.

Desde tiempos pasados se han empleado Productos Naturales de donde se obtuvieron los primeros productos empleados como insecticidas, que posteriormente fueron sintetizados, modificados y formulados a tal grado que su incremento en efectividad resultó benéfico para aquel tiempo, sin conocer que posteriormente se presentarían problemas a nivel ecológico y de salud, lo cual hizo necesario su retiro del mercado. De tal manera que a partir de esa fecha se intensificó el trabajo en la búsqueda de productos para su aplicación.

La presencia de estos diminutos individuos en la Industria Alimentaria acarrea múltiples problemas que repercuten finalmente en el producto terminado y lógicamente en el consumidor. El producto elaborado con materia prima y equipo que ha sido contaminado por insectos será de menor calidad, lo que trae consigo pérdidas irrecuperables y lo más importante, la mala imagen de la Empresa que elabora esos productos.

Es por ello que se llevó a cabo el siguiente trabajo que pretende ofrecer una guía de los posibles métodos y productos que puedan ser aplicados en diversos lugares donde prevalezcan los insectos.

Se presenta la información de una forma sencilla a base de cuadros que engloban la mayor cantidad de información posible para consultar datos relacionados con insecticidas disponibles en el mercado, así como métodos alternativos de aplicación, dependiendo de la magnitud, características y necesidades del problema.

Se hace notar que el control efectivo no se logra aplicando un excelente método, ni un producto de brillantes características, se logra mediante la P R E V E N C I O N y el C O N T R O L, en caso de llevar a cabo un control (que es lo que se realiza en la mayoría de los casos) no se debe olvidar que será un C O N T R O L y no una E R R A D I C A C I O N.

**CAPITULO**

**II**

**OBJETIVO Y JUSTIFICACION**

## OBJETIVOS Y JUSTIFICACION

Entre los problemas que enfrenta México está la Nutrición, Disponibilidad de alimentos y Protección de producto terminado entre otros. Es por ello, que debe fomentarse la inquietud por la conservación y elaboración adecuada de alimentos, para lo cual es indispensable que el personal encargado de la elaboración y cuidado de los mismos, se concientice del cuidado que para ello debe mantener. Un punto importante para ello es el control adecuado de los insectos, de lo contrario puede coadyuvar no solo a la contaminación y deterioro de los productos sino a la transmisión de enfermedades peligrosas.

Desde el punto de vista de producción, la presencia de plagas contribuye al incremento de mermas en los productos. La F.A.O. estima que aproximadamente el 10 % de granos post-cosecha se pierde debido al problema de infestación y malos manejos.

En virtud de la problemática antes mencionada se elaboró este trabajo que pretende:

- \* Resaltar la importancia que tiene el conocimiento e identificación de la plaga(s).
- \* Conocer la variedad de insecticidas disponibles en el mercado, así como su forma de actuar.
- \* Determinar los diferentes métodos de Control Químico que pueden ser empleados.

**C A P I T U L O**

**III**

**G E N E R A L I D A D E S**

## MORFOLOGIA DE LOS INSECTOS

La competencia para efectuar cada una de las funciones vitales es tan intensa que la gran mayoría de los organismos que nacen en el mundo, mueren antes de alcanzar su estado adulto, "lucha por la existencia". Entre los individuos de una especie, inclusive aquellos provenientes de los mismos progenitores, se presentan, por lo general variaciones perceptibles, en ocasiones ligeras, "variaciones continuas" y algunas veces notables "mutaciones", aquellos que poseen variaciones ventajosas, al final sobrevivirán para perpetuar su especie "los menos aptos por los mejor dotados". Cualquier grupo que alcance la superioridad numérica de los insectos, tanto en especie como en individuos, debe estar extraordinariamente bien adaptado para la vida.

**TAMAÑO DE LOS INSECTOS.** Su talla pequeña es el factor más importante que ha contribuido al éxito de los insectos. En promedio miden de 6 a 10 mm. y con un peso que fluctúa entre 25 y 50 mg. Esta característica los habilita para vivir en grietas y hendiduras, dónde la competencia es mínima. Su pequeño tamaño les permite realizar grandes saltos horizontales y verticales, arrastrar pesos equivalentes hasta 120 veces el suyo, lo cual no puede ser igualado por el hombre. Estas hazañas de fuerza de los insectos son, en parte, debidas al hecho que el incremento en peso de un organismo es una función del cubo de su longitud, mientras que el incremento en fuerza muscular es una función del cuadrado de su longitud, por lo que a medida que el tamaño del cuerpo es menor, la proporción de la fuerza muscular en relación al peso viene a ser progresivamente mayor.

**ABUNDANCIA DE LOS INSECTOS Y SU RAPIDA REPRODUCCION.** En general, la gran capacidad reproductiva de los insectos es indudablemente otro factor que ha contribuido a su éxito.

**ADAPTABILIDAD DE LOS INSECTOS.** Se considera otro atributo de superioridad ya que continuamente desarrollan nuevas estructuras y nuevos hábitos. Las formas nuevas y antiguas cambian adaptándose a las modificaciones continuas del medio ambiente. No se han concretado a vivir en un solo medio, pueden vivir dentro y sobre el agua, en el aire y en el suelo, sobre animales y plantas y en el interior de ambos; en casas, barcos, molinos y en casi toda clase de substancias orgánicas e inorgánicas.

## MORFOLOGIA EXTERNA

### HUEVO

La mayoría de las especies son ovíparas. Los huevos por lo general presentan características típicas de la especie, varían mucho en forma, color y tamaño de una especie a otra.

Existe gran diversidad en cuanto al número de huevos puestos por la hembra; en ciertas especies este número es reducido, en otros como en el caso de los termitidos, la hembra puede poner uno por segundo.

Al efectuar un corte en un huevo se encuentra a su estructura constituida por una cubierta externa protectora, frecuentemente reticulada o esculpida, denominada corion o cascarón, desprendible total o parcialmente. En uno de los extremos del corion lleva uno o varios poros denominados micropilo, que permite la penetración de los espermatozoos para efectuar la fecundación. Por la parte interna del cascarón está una segunda cubierta membranosa, la membrana vitelina, es elástica y generalmente translúcida. En el interior de éstas dos cubiertas se encuentra una segunda capa cortical protoplásmica o periplásmica y la yema o retícula protoplásmica que constituye una reserva de alimento; la vesícula germinativa, corresponde al núcleo fertilizado.

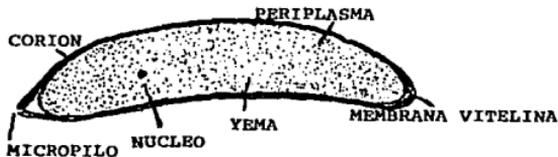


FIG 1. Estructura del huevo de un insecto. (75)

Cuando se ha efectuado la fecundación del huevo, se inicia la incubación en un período de tiempo variable para cada especie.

### NINFA

En los insectos de metamorfosis incompleta. Los jóvenes son semejantes a los adultos en sus caracteres morfológicos externos, pero se diferencian de ellos por el poco desarrollo de las alas y la inmadurez de los órganos sexuales. A esta característica se debe el nombre de ninfas. (53)

## LARVA

Se denomina así al segundo estado biológico de los insectos de metamorfosis completa.

Las larvas presentan grandes modificaciones en su forma; pero en general se puede decir que su cuerpo está dividido en tres regiones: cabeza, tórax y abdomen.

**CABEZA.** En ella se encuentra el aparato bucal del que hay numerosas variantes, se localizan también las antenas. (53)

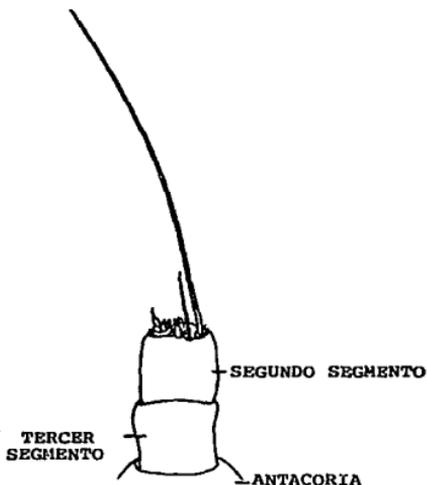


FIG 2. Antena de una larva. (75)

A los lados de la cabeza y cerca del aparato bucal están situados los ojos de las larvas que se denominan ocelos y que generalmente son en número seis. En las larvas degeneradas faltan estos órganos.

La cabeza tiene áreas definidas y en cada una de ellas una serie de cerdas que tienen nominaciones especiales y se utilizan como auxiliares en la identificación.

**TORAX.** Esta formado por tres segmentos, se encuentran con frecuencia tres pares de patas más o menos carnosas, correspondiendo un par a cada segmento. Cada pata está formada por varias piezas que reciben los nombres de: coxa, fémur, tibia, tarso y uña. (53)

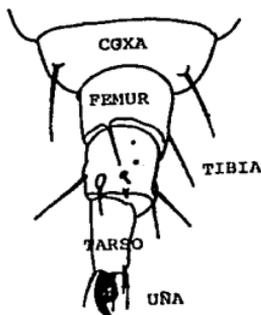


FIG 3. Pata torácica. (75)

**ABDOMEN.** Consta de un número variable de segmentos, por lo regular de 10 a 12. En esta parte del cuerpo son más intensas las funciones respiratorias, razón por la que se localizan de 7 a 8 pares de espiráculos.

Con cierta frecuencia, se localizan en esta región órganos de locomoción denominados pseudopatas o falsas patas, que son variables en número. En algunos insectos como picudos, abejas y moscas, las patas están ausentes tanto en el tórax como en el abdomen.

En función de su forma pueden clasificarse como: Carabiforme, Elateriforme, Escarabiforme, Campodeiforme, Eruciforme, Platiforme, Vermiforme, Naupliiforme, Moluscoidea y Oniciforme. (53, 75)

#### P U P A

Es el estado biológico que en los insectos se considera como un período intermedio entre la larva y el adulto. En él no se observa vida activa aparente, pero ocurren cambios interesantes desde el punto de vista morfológico y fisiológico.

Es un estado transitorio, el animal sufre transformaciones tales, que al convertirse en adulto difiere totalmente de los estados anteriores.

Se ha generalizado a la fecha el nombre de crisálida, al estado pupario para todos los insectos de metamorfosis completa u holometábolos.

Una vez que la larva ha finalizado su desarrollo, se inicia el paso al siguiente estado, cesando en parte sus movimientos y dejando de alimentarse, se prepara a construir la celda o capullo donde va a tener lugar la transformación; en ese momento todavía conserva el aspecto larvario y se le denomina prepupa posteriormente y una vez realizada la mutación, pero aún envuelta en la cubierta característica y sin estar dotada de movimiento aparente, constituye el estado denominado pupa.

Por su mayor o menor grado de libertad que tengan los apéndices, las pupas se clasifican en:

**Cubiertas:** Cuando sus ápices se encuentran adheridos al cuerpo y protegidos por la envoltura.

**Libres:** Sus apéndices se encuentran bastante expuestos y se pueden separar del cuerpo por medio de cualquier objeto. En algunos casos los apéndices están cubiertos por la piel del último estado larvario, entonces se le denomina pupa contraída y pupario. (FIG 4.)

Cuando la larva no produce capullos para pupar, busca un lugar adecuado para protegerse, como objetos de madera, bajo la corteza de los árboles o fabrica celdas en el suelo. (53, 75)

## A D U L T O

Tiene como función primordial la conservación de la especie y por esta razón, un buen número de ellos sólo vive el tiempo necesario para aparearse y las hembras el preciso para efectuar la oviposición, en estos casos pueden o no alimentarse. En muchas especies el macho requiere tiempo para la madurez embrional en el interior de dichos órganos. Cuando esto acontece, por lo regular se alimentan y si se trata de insectos nocivos, causan daños, tanto o más importantes que los inferidos por las larvas.

Frecuentemente, cuando las larvas y adultos tienen el mismo tipo de aparato bucal, ambos se alimentan de la misma forma. En otras ocasiones, el aparato bucal de larvas y adulto no es semejante, las primeras pueden causar mayor daño o viceversa.

En general, en los adultos se distinguen tres regiones bien definidas: cabeza, tórax y abdomen. (53)

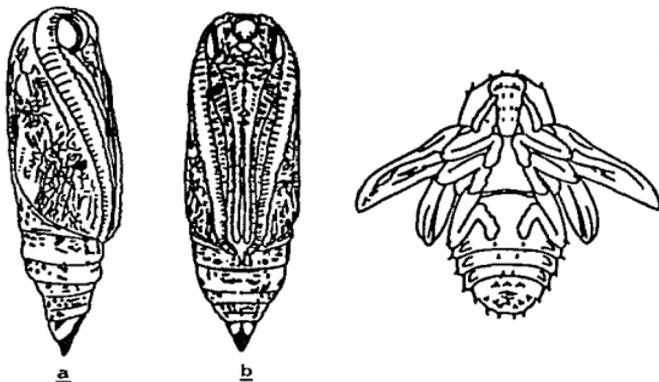


FIG 4.

Pupa cubierta (crisálida)  
a) vista lateral  
b) vista ventral. (75)

Pupa libre

**CABEZA.** Es la primera parte del cuerpo y en ella se encuentra el aparato bucal, los ojos y antenas. Están formadas por siete segmentos: vértex, frente, clypeo, gena, postgena, occipucio y tentorio.

El vértex es una región que se encuentra limitada anteriormente por la sutura frontal y se prolonga hacia atrás hasta el occipucio. La frente se encuentra sobre la sutura clipeal y la sutura frontal, en ella se asientan los ocelos y las antenas. El clypeo abarca la región comprendida entre la sutura clipeal y el labro, corresponde a la parte superior del aparato bucal. Las genas colocadas a los lados de la cabeza, van desde el occipucio, bajo el nivel de los ojos compuestos, hasta la sutura occipital por el lado posterior. El occipucio es una placa angosta limitada por el vértex y la nuca. En la parte interior de la cabeza se aloja una pieza constituida por una especie de armadura que recibe el nombre de tentorio y está formado por dos pares de brazos, uno anterior o otro posterior, hay ocasiones que se localiza un tercero en

posición dorsal; sirve de apoyo a los músculos y protege al cerebro, músculo, faringe y esófago.

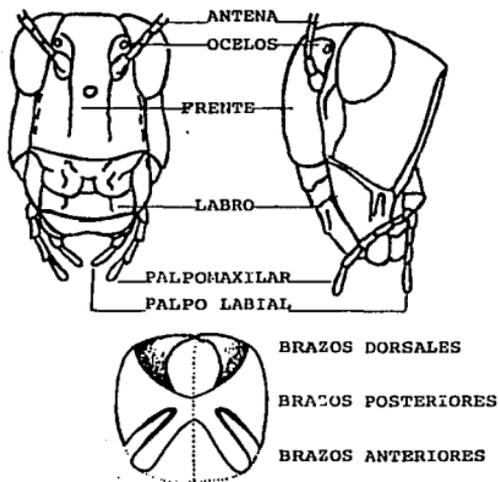


FIG 5. (75)

a,b) Cápsula cefálica

c) Armazón interno de la cabeza

**Antenas.** Son órganos de gran importancia en la vida de los insectos, porque en ellas se encuentran alojadas sensorias de diversas formas que reciben estímulos mecánicos, químicos, del gusto, olfatorias, de la humedad y la temperatura. Se encuentran integradas por un segmento basal al que se denomina escapo, un pedicelo y un filamento largo llamado flagelo o clavola. Entre las formas más comunes se encuentran: clavadas, capitadas, lameladas, flabeladas, aserradas, setáceas, pectinadas, filiformes, moniliformes, plumosas y aristadas. Algunas tienen dimorfismo sexual, Fig. 6.

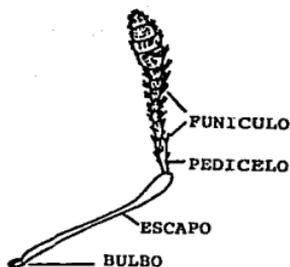


FIG 6. Antena de un adulto. (75)

**Ojos Compuestos.** También el tamaño de los ojos guarda relación con el dimorfismo sexual. El macho de la mosca común tiene ojos holópticos, es decir, de tamaño grande, mientras que en la hembra son pequeños o dicópticos. Están formados por un grupo de omátidos con facetas de forma hexagonal, quizá debido a la compresión entre ellos, Fig. 7.

**Ocelos.** Parece ser que estos órganos visuales sólo son aptos para percibir los cambios de intensidad de luz; típicamente existen tres ocelos dispuestos en forma triangular en la región frontal; el número puede variar, Fig. 8.

**Aparato Bucal.** En los insectos existen fundamentalmente dos tipos de aparato bucal, el tipo masticador y el tipo chupador.

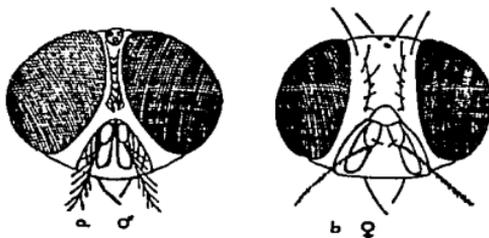


FIG 7.

a) Ojos holópticos      b) Ojos dicópticos de la mosca. (75)



FIG 8. Ocelos dispuestos en triángulo. (75)

El aparato bucal masticador típico está formado por el labro o labio superior y el labio colocado en la parte inferior. En la parte superior se encuentran las mandíbulas, un par de piezas fuertemente esclerosadas y provistas de dientes; las maxilas están formadas por varias partes que reciben los nombres de cardo, estipe, palpifer, lacinia, galea y palpo maxilar.

En el piso de la cavidad bucal nace la hipofaringe, que es un órgano en forma de lengua.

En la mosca común los conductos alimenticios corresponden al labro-epifaringe y el de la saliva a la hipofaringe. El labio encierra en su canaladura estos conductos y lleva en el extremo una labela de tipo esponjoso que chupa y recoge el alimento para llevarlo al conducto respectivo. Fig. 9.

TORAX. Es la segunda región del cuerpo se encuentra formada por tres segmentos: protórax, mesotórax y metatórax. Cada segmento se encuentra dividido en tres secciones una superior, una media y una inferior, las que se denominan tergo, pleura y esterno, respectivamente. Las piezas que contribuyen a formar cada una de las partes anotadas son los tergitos, pleuritos, y esternitos, según la región de la que formen parte.

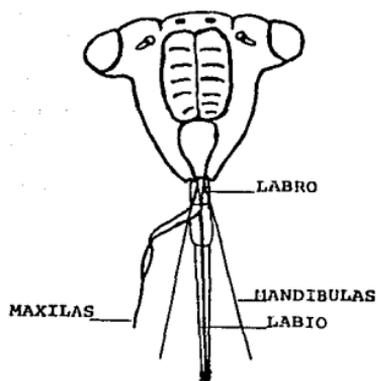


FIG 9. Aparato bucal. (75)

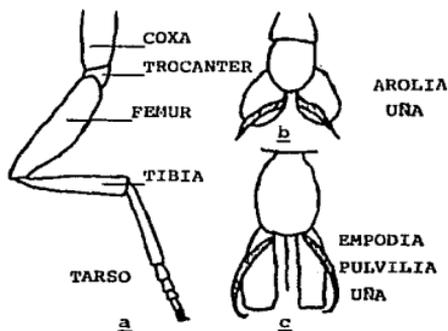


FIG 10.

a) Pata de un insecto, b) Extremo de una pata terminada en dos lobulos membranosos, la arolia y un par de uñas, c) Otro tipo de terminación lleva al centro un órgano filiforme, la empodia. (75)

**Patas.** La mayoría de los adultos cuentan con tres pares de patas articuladas que se constituyen por las siguientes secciones: coxa, trocánter, fémur, tibia y tarso, éste último formado por artejos cuyo número varía de 1 a 5 según el orden y especie, el último va acompañado de una o dos uñas, además de estas se encuentran en el último artejo órganos especiales denominados arofia, pulvilia y empodia, Fig 10.

La función principal de las patas es la locomoción, pero existen varias modificaciones de acuerdo con las funciones auxiliares.

**Alas.** Las variaciones que existen en las alas para las diferentes especies de insectos, han contribuido a la clasificación. Generalmente son en número de cuatro, pero puede haber menos o estar ausentes. En algunos órdenes las alas están ausentes desde el estado embrionario.

En el tamaño, las alas pueden ser más o menos iguales. Las alas tipo, tienen forma triangular y constan de los ángulos umeral, apical y anal, así como sus respectivos márgenes. La superficie de las alas está dividida en una región anterior más o menos rígida que abarca la vena más importante y la cual se designa como remigium, un doblez la separa del vannus una región delgada y flexible, la cual puede llevar un lóbulo posterior, el jugum o neala, que a su vez contiene la escuama.

La venación en las alas de los insectos comprende las siguientes venas principales: costa, subcosta, radio, media, cúbito, anales y jugales.

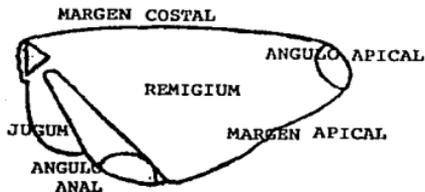


FIG 11. Regiones de un ala triangular típica. (75)

**ABDOMEN.** Es la tercera sección del cuerpo y en ella se encuentra un número variable de segmentos o uritos. No hay patas en esta sección, se pueden presentar algunos apéndices que utiliza el

insecto para brincar y que pueden considerarse como vestigios de patas abdominales que evolucionan para llenar la función señalada. En otros grupos hay órganos denominados estilos, que a veces se reconocen como residuos de patas en el abdomen.

Por la colocación de la abertura genital, el abdómen está dividido en tres regiones. La primera llamada región pregenital, comprende los siete primeros segmentos, también se le conoce como región visceral en virtud de contener en su interior, las vísceras del cuerpo del insecto. La segunda es la región genital abarca los segmentos octavo y noveno donde se sitúa el orificio genital. Ciertas partes de estos segmentos se modifican dando lugar a apéndices estructurales llamados gonópodos que integran el aparato genital. Después del noveno segmento esta la región postgenital o protigter, caracterizada porque los segmentos se encuentran reducidos y contienen el ano, situado típicamente en el doceavo segmento.

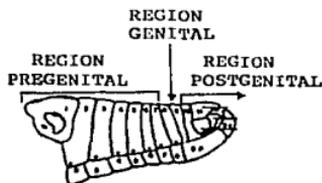


FIG 12. Regiones del abdomen de un macho. (75)

Si se examina el abdomen de un insecto común, hembra, se observa en la parte superior el tergo, en la inferior el esterno y en la mitad, la membrana pleural. Inmediatamente arriba de esta hay en los segmentos del 1 al 8, un par de aberturas espiraculares que no existen en los segmentos posteriores. En ciertos casos el primer segmento abdominal contiene un órgano simpático que percibe los sonidos.

El octavo esterno forma la placa subgenital y lleva en el borde posterior una prolongación en forma de espina, la guía de huevos.

El valvifer 1 y el valvifer 2 dan nacimiento a las gonapófisis o valvas que forman el ovipositor, una estructura especializada presente en insectos que introducen sus huevos en

los tejidos de las plantas, en el suelo o en algún otro lugar. En la cucaracha el ovipositor está formado por un par de valvas ventrales, un par de valvas internas y un par de dorsales.

La estructura del aparato genital de los machos en numerosos grupos cuenta con apéndices que nacen en el noveno segmento. (53, 75)

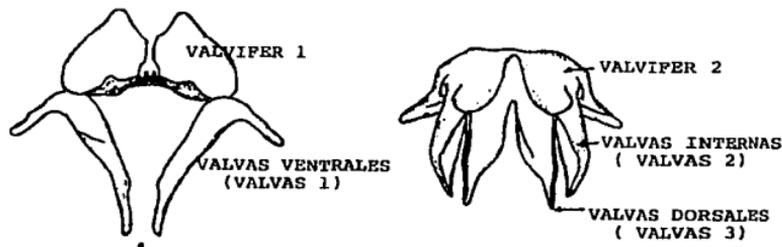


FIG 13. Estructura del aparato ovipositor de la cucaracha Periplaneta americana. (75)

## MORFOLOGIA INTERNA

El cuerpo de los insectos contiene internamente diversos sistemas de órganos que desempeñan funciones definidas.

### SISTEMA DIGESTIVO

El más simple de los sistemas digestivos es un tubo constituido por tres secciones que reciben los nombres: estomodeo, mesenteron y proctodeo. La primera sección o intestino anterior comienza en la faringe; el primer tramo en forma de tubo es el esófago, éste en ciertos casos presenta una dilatación, el buche, que incluso puede unirse al esófago por medio de un cuello corto. Al buche o crop le sigue el proventriculo, siendo éste una dilatación provista en ocasiones de dientes esclerosados y bandas gruesas de músculos constrictores, su función es la trituración

del alimento ingerido. Al final está la válvula cardias que conduce el alimento hacia el interior de la membrana peritrofica y evita su regreso al intestino anterior. Esta membrana tiene como función principal la protección del epitelio del intestino medio contra daños mecánicos. El mesenterón o ventrículo es el estómago en los insectos. En él se efectúa la absorción de los alimentos, para lo cual lleva en su parte anterior las glándulas gástricas. Su conexión con el proctodeo o intestino posterior se hace a través de la válvula pilórica que impide el retroceso del alimento. La última sección tiene tres partes bien definidas que son: ileón, colon y recto. En el ileón nacen los tubos de Malpigio que desempeñan funciones de excreción. (53)

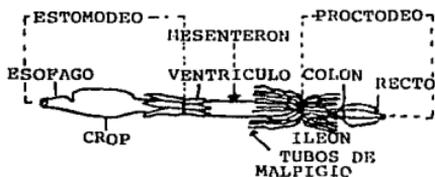


FIG 14. Sistema digestivo (75)

## SISTEMA CIRCULATORIO

La sangre en los insectos está compuesta de corpúsculos o células sanguíneas llamadas hemocitos que flotan libremente en el plasma sanguíneo o hemolinfa. En ella se encuentran principalmente albúmina, fibrina y materias grasas. Las células sanguíneas son más numerosas durante las mudas, la metamorfosis. Para poder llegar las funciones de nutrición que tiene encomendada la sangre debe circular por el cuerpo, esto se realiza mediante el trabajo que desempeña el sistema circulatorio formado por el corazón o vaso dorsal sanguíneo, el cual consiste de un cilindro hueco con pared muscular de células gruesas constituido por una serie de cámaras que llevan una válvula lateral denominada, ostia. La cámara posterior es cerrada, en cambio las demás están provistas de una válvula a través de la cual pasa la sangre hacia arriba hasta llegar a la aorta, una vena que se bifurca para irrigar la sangre en la cabeza. El espacio que ocupa la sangre está dividido por medio de diafragmas en espacios parciales o cámaras que rodean algunos de los principales sistemas. La cámara ventral rodea a la cadena ventral de ganglios por lo cual se le da el nombre de sinus perineral; el espacio medio rodea el tubo digestivo y a ello se debe que se le llame sinus visceral. Finalmente la cámara dorsal rodea al vaso dorsal sanguíneo y recibe la denominación de sinus pericardial. Los movimientos de expansión y contracción de los músculos permiten el movimiento de la sangre. (53, 75)



MUSCULOS DEL DIAFRAGMA

FIG 15. Sistema circulatorio. (75)

## SISTEMA RESPIRATORIO

La respiración se realiza mediante un sistema de tráqueas que se abren al exterior en los espiráculos. A través de éstos se introduce el aire que después conducen las tráqueas a los traqueólos y tejidos donde se absorbe el oxígeno y se recoge el bioxido de carbono que posteriormente expelle por los mismos conductos.

Dos tráqueas principales corren a lo largo del cuerpo dividiéndose en una rama dorsal, una visceral y una tercera ventral. La primera proporciona oxígeno al vaso dorsal sanguíneo y a los músculos dorsales; la segunda a los sistemas digestivo y respiratorio, y la última a la cadena de ganglios que forma el sistema nervioso y a los músculos ventrales. Las tráqueas se dilatan en algunas secciones de su longitud formando sacos o bolsas de aire.

Para la circulación del aire dentro del sistema traqueal se cree que durante la inspiración los espiráculos se cierran y al contraerse el abdomen, el aire comprimido en las tráqueas principales es empujado hasta los traqueólos. Realizada ésta fase, los espiráculos se abren antes de que termine la contracción del abdomen y de éste modo el aire es expulsado hacia afuera. En algunos insectos existe un aparato ocluser para cerrar el espiráculo, pero generalmente es un músculo el que obtura el conducto, Fig. 16. (53)

## SISTEMA NERVIOSO

El sistema nervioso central se encuentra formado por el ganglio supraesofágico o cerebro, el ganglio subesofágico y una cadena de ganglios colocados a lo largo de la región ventral del cuerpo, unidos por comisuras. El cerebro está integrado por tres ganglios fusionados: protocerebro, deutocerebro y tritocerebro que inervan los órganos y piezas de la cabeza. El ganglio

subesofágico se une al cerebro por medio de las comisuras esofágicas y lo forman de tres a cuatro ganglios: el labial, mandibular, maxilar y superlingual.

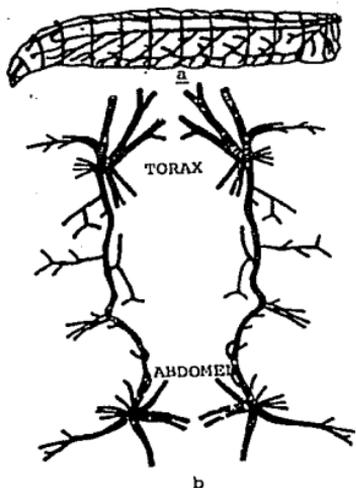


FIG 16.

a) Sistema respiratorio de una larva de mosca; b) Sistema respiratorio mostrando las traqueas primarias y secundarias que al ramificarse forman los traqueolos. (75)

Otro sistema nervioso, el visceral, estomatogástrico o simpático constituido por el ganglio frontal que se une al tritocerebro, de él nace el nervio recurrente que termina en un ganglio ventricular, tiene además dos pares de ganglios unidos uno con otro. A cargo de éste sistema está el control de los movimientos del sistema digestivo, sistema circulatorio y músculos oclusores de los espiráculos.

En los insectos se encuentra un tercer sistema nervioso periférico que desempeña funciones sensoriales. Está situado debajo de la capa de células hipodérmicas y lo integran células nerviosas multiploides y una red de fibras finas.

Un órgano de nombre corpora allata que se le denomina cuerpo colateral, a pesar de no ser de origen nervioso está unido al ganglio esofágico, puede localizarse sobre la superficie dorsal externa del estomodeo; su función es secretar hormonas que interfieren o retardan el desarrollo metamórfico de los insectos.

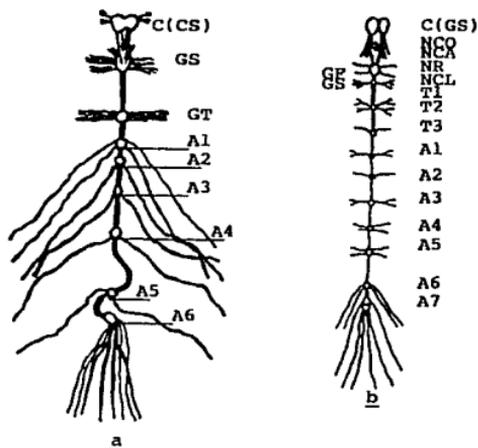


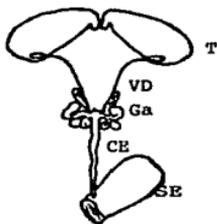
FIG 17.

a) Sistema nervioso: C(CS) cerebro o ganglio supraesofágico, GT ganglio Torácico, A1, A2, A3, A4, A5 Y A6, ganglios abdominales; b) Sistema nervioso de una larva: C(GS)cerebro o ganglio supraesofágico, NCR nervio ocular, NCA nervio entenal, NCL nervio del labro, NR nervio recurrente, GF ganglio frontal, GS gangliosubesofágico, T1, T2, T3, ganglios torácicos, A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, ganglios abdominales. (75)

## SISTEMA GENITAL

En el macho este sistema está formado por dos testículos y un número variables de folículos que se desembocan lateralmente en los vasos deferentes, conductos que se ensanchan para formar la vesícula seminal. En algunos casos se forma una sola vesícula después del punto de unión de los vasos deferentes, sobre ellos o

bien en la vesícula desembocan glándulas accesorias cuya secreción se mezcla con los espermatozoides, prosigue luego el conducto eyaculador que termina en el aedeago (pene).



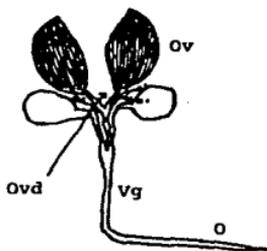
Sistema genital de un macho de una mosca; T-Testículo, VD-vasos deferentes, Ga-glándulas accesorias, CE-Conducto eyaculador, SE-Saco espermático. (75)

FIG 18.

Las hembras tienen un par de ovarios constituidos de ovariolos de forma tubular que se conectan lateralmente con los oviductos. Al unirse los oviductos forman la vagina y ésta lleva por el dorso una dilatación llamada espercateca, donde acumula los espermatozoides, desembocan también glándulas accesorias cuyas secreciones utiliza la hembra para pegar sus huevos a los objetos donde los coloca.

Se llegan a presentar casos de hermafroditismo; individuos que presentan caracteres masculino y femenino, e individuos intersexos en los que inician con un sexo y posteriormente cambian a otro. (53, 75)

Existen casos como entre el Sitophilus zeamais y Sitophilus oryzae en que la forma de su aedeago ayuda a la identificación de las especies. (80)



Sistema genital femenino de una mosca; Ov-Ovarios, Ovd-Oviductos, e-Espermateca, Ga-Glándulas accesorias, Vg-Vagina, O-Ovipositor. (75)

FIG 19.

## SISTEMA MUSCULAR

Algunos insectos cuentan con varios cientos de músculos y en otros se elevan a varios miles. Forman un sistema complejo discontinuo de tres grupos principales: músculos de los apéndices, músculos viscerales y bandas segmentales.

Los insectos masticadores cuentan con músculos poderosos que ocupan gran parte del espacio interno de la cabeza. Las patas nacen del interior del cuerpo o bien se extienden de un segmento a otro.

Los principales músculos del tórax tienen forma de cordón y están desarrollados. La trayectoria del movimiento de las alas está determinada por el mecanismo del tórax.

Los músculos viscerales pueden ser longitudinales, circulares o bandas oblicuas que cubren el sistema digestivo y órganos del sistema reproductor. Otros abren y cierran los espiráculos y el sistema circulatorio es accionado por bandas musculares, cuyo movimiento origina las pulsaciones.

Los músculos son los responsables del movimiento del cuerpo y mantienen la forma de éste porque sus segmentos están unidos por una serie de bandas musculares. (53, 75)



FIG 20.

Sistema muscular, a) Músculos en forma de banda, b) Cordones musculares, c) Músculos de una pata. (75)

#### EPIDERMIS Y CUTÍCULA DE LOS INSECTOS

La pared del cuerpo de los insectos reviste una gran importancia en relación a su defensa y protección, lo protege contra la desecación y contra enfermedades, puede alejar a sus enemigos mediante la segregación de sustancias venenosas o repelentes. En la pared del cuerpo se insertan músculos que intervienen en su locomoción. Existen dos capas principales que forman la pared del cuerpo, la epidermis y la cutícula. La primera es la capa basal de células simples unidas por una membrana y con un núcleo de tamaño más o menos grande, aquí existen diversas formas especializadas sensorialmente (pelos y cerdas, entre otros.). La capa externa es la cutícula, que se divide en tres secciones: la endocutícula, la exocutícula y la epicutícula. La endocutícula presenta alto contenido de quitina, es permeable al agua y a sustancias en solución, flexible y blanda. La exocutícula es una capa más delgada, contiene cuticulina y quitina que le proporcionan su rigidez, carotina y melanina dan dureza, color e impermeabilidad a esta capa. La epicutícula es la capa más delgada y superficial, esta formada por dos lechos visibles, uno interno de cuticulina y el exterior más resistente a solventes. Las ceras y grasas de éste lecho lo hacen esencialmente impermeable.

En la cutícula tiene lugar uno de los fenómenos más notables en la vida de los insectos inmaduros, este es el cambio de piel o ecdysis, que permite el crecimiento del insecto. (53)

## ORGANOS SENSORIALES

Los cambios del medio son recibidos a través de varias estructuras. Las del tacto se localizan en los palpos, antenas y cerco. El sentido del gusto se percibe mediante conos o placas localizadas en los palpos maxilares y labiales, en la hipofaringe y epifaringe. El olfato se localiza en antenas, palpos, maxilares y los cercos. Las estructuras receptoras de sonidos se localizan en antenas, patas y abdomen.

Mediante la quimio-recepción, que se efectúa mediante células modificadas de origen epitelial, los insectos responden a los atraentes, repelentes e insecticidas. (53, 75).

## INSECTOS PROBLEMATICOS EN LOS ALIMENTOS

Las industrias alimentarias, ya sean procesadoras de alimento, panificadoras o embotelladoras, tienen un grupo de enemigos comunes que asechan sus utilidades... las plagas, como: cucarachas, moscas, hormigas, palomillas, arañas, tijerillas y otros depredadores que no les permiten cumplir higiénicamente con sus funciones.

Además de consumir o deteriorar las materias primas y los productos almacenados, los contaminan en proporciones increíbles, de tal forma que ponen en peligro la salud de humanos, animales domésticos y eventualmente provocan intoxicaciones masivas.

Este tipo de industrias tienen absoluta necesidad de labrar en un medio con un alto grado de higiene protegiendo así sus intereses y, sobre todo, la seguridad del público consumidor. (32, 51).

### M O S C A

Al paso del tiempo la mosca se ha convertido en un insecto cosmopolita, perfectamente adaptado al habitat humano. Se desarrollan en general en áreas secas y templadas. Son activas en horas diurnas. Los adultos se alimentan por lamido de una gran diversidad de substratos que van desde cadáveres y excrementos hasta los más finos y apreciados alimentos del hombre. Las hembras ponen cientos de huevecillos en materia orgánica en descomposición, en excremento humano o animal o en lugares con alto contenido de orgánicos como basureros, en la que vive la larva durante su desarrollo. Su ciclo vital dura entre dos y diez semanas.

En todo el mundo la mosca se considera como un vector mecánico y biológico portador de bacterias, virus, protozoarios y nematodos de diferentes enfermedades, las cuales transmiten al hombre y animales, entre los de mayor importancia se encuentran la disentería, tifoidea, cólera y salmonelosis. (109).

Especies importantes de la mosca incluyen:

<u>Mosca domestica</u>	Mosca casera
<u>Fannia canicularis</u>	Mosca doméstica inferior
<u>Drosophila spp.</u>	Mosca de la fruta o vinagre
<u>Sarcophaga carinaria</u>	Moscón gris de la carne

(27, 73, 85).

## CUCARACHA

Actualmente las cucarachas se encuentran distribuidas en todas las regiones del mundo, desarrollándose mejor en ambientes templados con aire húmedo. Tienden a evitar la luz, ocultándose durante el día. Son omnívoras y muestran preferencia por alimentos con alto contenido de almidón y azúcares, carne, productos lácteos y de origen vegetal. Su ciclo vital corresponde a una metamorfosis incompleta o hemimetábola por lo que una pequeña ninfa es muy parecida al insecto adulto, excepto porque carece de alas.

Son combatidas por el hombre por sus desagradables hábitos y por la gran variedad de daños que causan, el más importante estriba en la contaminación de alimentos, resultando por ello la transmisión de agentes patógenos causantes de enfermedades como: Salmonella, Tifoidea y Tuberculosis entre otras. (110).

Se clasifican en el orden Orthoptera, las especies más importantes son:

<u>Periplaneta americana</u>	Cucaracha Americana
<u>Blatta orientalis</u>	Cucaracha Oriental
<u>Blattella germanica</u>	Cucaracha Alemana

La Cucaracha Alemana es la de mayor abundancia en muchos países debido a su menor ciclo de desarrollo (dos a tres meses). (6, 7, 27, 73, 85, 107).

## HORMIGA

Se pueden encontrar con relativa frecuencia en almacenes, viviendas, hospitales, parques y jardines.

Sus colonias se forman por un gran número de obreras que son las formas más aparentes, además de una o varias reinas y por hormigas en fase larvaria o pupal.

Las hormigas son cosmopolitas y utilizan como alimento prácticamente cualquier substancia, algunas emplean para su subsistencia insectos, semillas y plantas, material comestible como lípidos y proteínas. En general el alimento varía de acuerdo a la especie incluyendo raíces, hojas y frutos.

A pesar de su relativa inocuidad, pueden llegar a causar mordeduras dolorosas y pueden ser portadoras de gérmenes patógenos.

Las hormigas pertenecen al orden Hymenoptera, Familia Formicidae, se caracterizan por ser insectos sociales, que sufren metamorfosis completa u holometábola.

Iridomyrmex humilis  
Monorium pharaonis  
Monomorium minimum  
Tapinoma sessile  
Solenopsis molesta  
Tetramorium caespitum  
Lasius interjectus  
Camponotus pennsylvanicus  
(27, 85, 107).

Hormiga Argentina  
Hormiga Faraona  
Pequeña Hormiga Negra  
Hormiga Olorosa de las Casas  
Hormiga Ladrona  
Hormiga del Pavimento  
Hormiga Amarilla Mayor  
Hormiga Carpintera Negra

## E S C O R P I O N

Se localizan en casi todo el mundo y ocasionalmente incursionan en el medio doméstico.

Son vivíparos, viven de preferencia en zonas secas y áridas, pero también se encuentran en regiones húmedas de los trópicos. Son animales de vida nocturna, pasan el día ocultos y al llegar la noche salen en busca de presas.

Se alimentan principalmente de insectos como: arañas y cucarachas por lo que podrían considerarse como benéficas, sin embargo el hombre los combate dado que diferentes especies son venenosas en mayor o menor grado. Si se provocan o molestan pican al hombre, ocasionando fuertes dolores, parálisis e incluso la muerte.

Son artrópodos incluidos en la clase Arachnida, orden Scorpiones. Viven de tres a cinco años, una de las especies de mayor abundancia es: Pandinus imperator. (27, 85).

## G R I L L O

Existen los grillos domésticos y silvestres. En general se desarrollan en escondrijos, especialmente en lugares cálidos, húmedos y oscuros (sótanos, almacenes y cocinas, entre otras.), se mantienen escondidos durante el día y salen en la noche en busca de alimento. Son omnívoros.

El daño causado por su consumo en alimentos no es considerable. Sin embargo esos alimentos son contaminados por los excrementos y fragmentos del cuerpo. Tienen el hábito de producir huecos en el exterior de las fábricas. El ruido causado por el chirido puede ocasionar molestias considerables.

Pertenece a la familia Gryllidae y el más abundante es el Aecheta domesticus. (27).

## TERMITA

La presencia de termitas en las habitaciones y en construcciones se hace notorio por la presencia de insectos alados, de color negro en forma de hormiga que aparecen repentinamente, emergiendo con frecuencia de agujeros en las paredes y pisos.

Se alimentan en general de madera, papel, hongos, productos vegetales secos, productos animales y material alimenticio parcialmente digerido.

Durante su desarrollo solamente se presentan tres estadios: huevecillo posteriormente la forma inmadura o ninfal y adulto.

Las obreras y las ninfas son las formas destructivas ya que son activas en la búsqueda de alimento. Son capaces de poner una docena o más de huevos al día, durante varios años.

Las más comunes son:

Reticulitermes tibialis

Termita Subterránea de Tierra Árida

Reticulitermes hesperus

Termita Subterránea del Oeste.

Kaloterмес minor

Termita Común de la Madera Seca

Zotermopsis angusticollis

Termita Común de la Madera Húmeda

(27, 73, 74, 107).

## INSECTOS DE PRODUCTOS ALMACENADOS

Cualquier almacén es un lugar ideal para la proliferación de plagas, estos lugares no ofrecen por sí mismos una garantía contra la infestación de insectos dañinos. En ellos existen alimentos en abundancia, temperaturas uniformes y favorables para su desarrollo, tranquilidad y por lo general faltan controles naturales. Por lo tanto, no es sorprendente que unos cuantos insectos que pasaron inadvertidos durante la recepción se conviertan en poco tiempo en millones de ellos, afectando gravemente la calidad y el valor comercial de los productos almacenados. Por lo tanto, las medidas preventivas para la protección de los productos en almacén contra el ataque de insectos son de gran importancia. (24, 26, 29).

## GORGOS

Su distribución se generaliza en productos almacenados. Las pérdidas que pueden llegar a causar son en gran proporción

elevados si no se cuenta con medidas de prevención y control. Pueden localizarse en granos y cereales, semillas, harinas, fruta seca, y productos empacados entre otros.

Prefieren los lugares oscuros y húmedos, algunos pueden sobrevivir a temperaturas de 0°C por varias horas, otros sin alimentarse incluso por años, permaneciendo ocultos.

El principal daño lo produce en granos almacenados, donde perforan el grano para su desarrollo.

Son capaces de sobrevivir durante dos años, donde las hembras pueden llegar a poner una cantidad de cientos de huevecillos según la especie.

Las distintas especies se pueden diferenciar por ciertas características morfológicas como las antenas, patas y picos, el tamaño y la forma del protórax y la disposición de pequeños huecos en el mismo. (27, 84).

#### PALOMILLAS

Han llegado a representar una plaga sumamente importante y problemática por el daño ocasionado en granos almacenados a través de telarañas y pequeños excrementos.

Atacan en su mayoría a granos, harinas, cereales preparados, fruta seca, y leche en polvo entre otros. Son activas durante la noche y en lugares oscuros.

En general son ejemplares pequeños en la etapa adulta que no miden más de 1.5 cm de largo. Al igual que los gorgojos, la distinción entre ellas se realiza mediante características morfológicas marcadas.

Entre las especies más importantes encontramos las siguientes:

<u>Sitotroga cerealella</u>	Palomilla del Maíz
<u>Ephestia kühniella</u> o <u>(Anagasta kühniella)</u>	Palomilla del Harina del Mediterráneo
<u>Plodia interpunctella</u>	Palomilla India de las Harinas

(27, 84, 107).

**C A P I T U L O**

**I V**

**M E T O D O S   D E   C O N T R O L**

## CONTROL QUIMICO DE LOS INSECTOS MECANISMOS DE PENETRACION DEL PRINCIPIO ACTIVO

El principio activo puede entrar al insecto por diversos métodos, como en el caso de la fumigación mediante los espiráculos en insecticidas sólidos o líquidos ya sea por ingestión del mismo o por penetración a través de la cutícula y su cuerpo en general.

Se da el caso, que un mismo principio activo se encuentra en el mercado bajo diferentes presentaciones. Esto no ha sido creado solo por la diversidad en sus presentaciones, se ha desarrollado por la necesidad de encontrar nuevas alternativas para que el principio activo llegue con mayor facilidad, efectividad y rapidez al insecto.

Para que éstas presentaciones se encontraran en el mercado y fueran sin duda efectivas en el combate de plagas, fue necesario que se tomaran en cuenta los hábitos del insecto y algunas características morfológicas como el tipo de aparato bucal.

Es por ello que deben considerarse las diversas formas por las cuales el insecticida llegará al insecto.

Existen principalmente dos clases de insecticidas los estomacales y los de contacto. (55).

### INSECTICIDAS ESTOMACALES

Los insecticidas de ésta clase, generalmente son aplicados entre los insectos masticadores, pero también pueden ser empleados para insectos con partes bucales de tipo sifón, lamelador, o chupador, bajo ciertas circunstancias. Existen cuatro formas principales de utilizar los venenos estomacales:

1. El alimento del insecto es cubierto con el insecticida en forma tal, que no se puede alimentar sin ingerir algo del veneno.
2. El insecticida es mezclado con una substancia como un atrayente, el cual resulta atractivo o sabroso para el insecto y si es posible, más atractivo que su alimento natural. Esta mezcla es colocada donde los insectos la puedan encontrar fácilmente.
3. Rociar sobre los caminos de los insectos, de tal manera que contaminen sus patas o antenas. Al limpiar sus apéndices o sus partes bucales, algo de insecticida será ingerido, especialmente si se trata de partes irritantes como las patas o antenas.

4. Los insecticidas sistémicos son fácilmente absorbidos y distribuidos a través de organismos vivos, pueden ser usados para que distribuyan en los tejidos de plantas o animales, de tal manera que los insectos al alimentarse sean envenenados.

## I N S E C T I C I D A S   D E   C O N T A C T O

Los insectos con partes bucales picadoras toman su alimento de bajo de la superficie y consecuentemente no ingieren el insecticida aplicado en la superficie, por lo cual se debe usar un insecticida de contacto.

Los insecticidas de esta clase matan a los insectos por contacto y entrando a sus cuerpos, ya sea directamente a través de la sangre o por penetración al sistema respiratorio por medio de los espiráculos hacia la tráquea. Estos materiales deben ser aplicados directamente al cuerpo del insecto en una aspersión o polvo o como un residuo en la superficie de las plantas, animales, habitaciones y otros lugares frecuentados por los insectos. Existen muchos tipos de insecticidas de contacto con propiedades variables y la forma de usarlos depende de su estabilidad durante la exposición a la luz, humedad y aire, su toxicidad a las plantas y animales y su aspecto, sabor y olor. Los insecticidas de contacto pueden ser clasificados como:

- a) Insecticidas vegetales, tales como nicotina y piretro.
- b) Compuestos orgánicos sintéticos, tales como DDT, hexacloruro de benceno, clordano, tiocianatos orgánicos, dinitrofenoles y fosfatos orgánicos.
- c) Aceites y jabones.
- d) Compuestos inorgánicos.

Se ha demostrado que la cutícula del insecto posee propiedades de absorción notablemente eficientes para la mayoría de los insecticidas de contacto, por lo que la dosis letal aplicada externamente, es casi equivalente a la que se inyecta dentro de la cavidad del cuerpo. Es principalmente, éste factor de absorción selectiva, más que cualquier toxicidad específica, lo que distingue la acción de la mayoría de los insecticidas de contacto sobre los insectos, de su efecto en los animales superiores. La penetración de los insecticidas de contacto a través de la cutícula del insecto es aparentemente regulada en gran parte por las propiedades de los lípidos que comprende la epicutícula, y éste puede ser un factor en la explicación de la resistencia de ciertos insectos a varios insecticidas. Las películas residuales de los insecticidas de contacto, pueden matar a los insectos solamente por acción sobre los órganos sensoriales presentes en los tarsos de los insectos. (55, 91).

**CUADRO No. 1**  
**FORMAS DE ACTUAR DE LOS INSECTICIDAS**

TIPO DE INSECTICIDA	FORMA DE ACTUAR	CICLO DE VIDA QUE ATACAN CON MAYOR FACILIDAD
PIRETROIDE	CONTACTO	CUALQUIER ETAPA
ORGANO-Cl	CONTACTO ESTOMACAL	LARVAS, NINFAS, ADULTOS A VECES PUPAS Y HUEVOS
ORGANO-F	CONTACTO ESTOMACAL FUMIGANTE	INSECTOS ARACNIDOS TODAS LAS ETAPAS
CARBAMATOS	CONTACTO	LARVAS, NINFAS Y ADULTOS
OTROS		
DINITROFENOLES	CONTACTO ESTOMACAL	INSECTOS Y ACAROS EN ETAPA DE HUEVO, LARVA O ADULTO
TIOCIANATOS	CONTACTO	HUEVOS, LARVAS Y ADULTOS

(55, 78, 91, 95)

## MODO DE ACCION DE LOS INSECTICIDAS

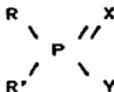
### ORGANOFOSFORADOS

Son derivados del ácido fosfórico y en general son tóxicos para vertebrados.

Inhiben aparentemente la acción de varias enzimas, pero la actividad más importante "in vivo" es contra la enzima acetilcolinesterasa (ACE), la cual hidroliza la acetilcolina que se genera en las uniones nerviosas, hasta colina. En ausencia de ACE, la acetilcolina liberada se acumula e impide la transmisión continua de impulsos nerviosos a través del espacio sináptico. Esto ocasiona la pérdida de coordinación muscular, convulsiones, y finalmente la muerte.

La ACE es una enzima importante en el sistema nervioso tanto de los insectos como de los mamíferos. El mecanismo básico de acción de los compuestos organofosforados se considera esencialmente el mismo en insectos que en mamíferos. El centro activo de la ACE contiene dos sitios reactivos principales, un "sitio aniónico" que está cargado negativamente y se une a la parte catiónica del sustrato y el "esterático" que contiene el grupo alcoholílico primario del aminoácido serina, que ataca al átomo de carbono del carbonilo electrofílico del sustrato.

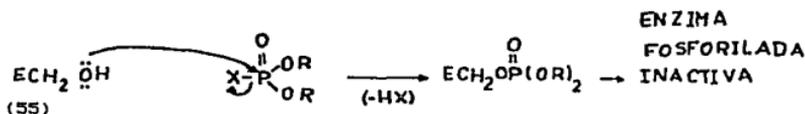
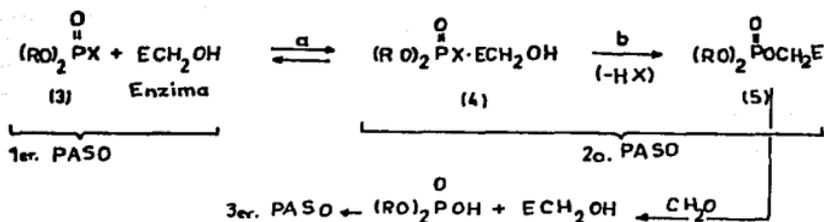
La mayoría de los compuestos organofosforados activos presentan la siguiente estructura general:



donde R,R' son generalmente grupos inferiores alquilo, alcoxi, alquilitio o grupos amino sustituidos; "X" es oxígeno o azufre; e "Y" es un grupo fácil de liberar o uno capaz de ser metabolizado dentro de tal grupo.

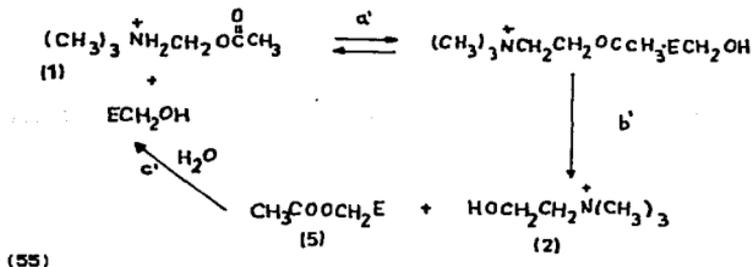
El compuesto organofosforado (Fórmula 3 del esquema A) inicialmente forma un complejo entre la enzima y el fosfato (primer paso) el cual da posteriormente lugar a la enzima fosforilada (Fórmula 4 del esquema A) (segundo paso), y ésta última es hidrolizada lentamente para formar la enzima libre (tercer paso). (55, 123).

ESQUEMA A



ESQUEMA B

REACCION NORMAL ENTRE LA ACETILCOLINA Y ACETILCOLINESTERASA

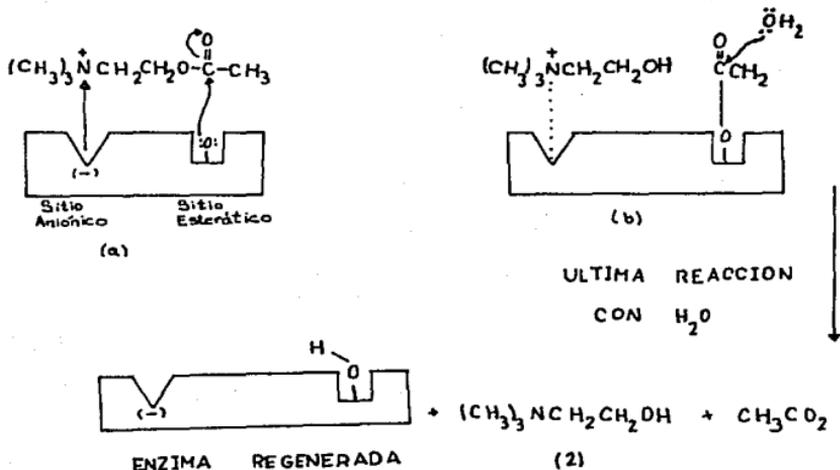


La enzima acetilada (Fórmula 4 del esquema B) es hidrolizada rápidamente por el agua (tercer paso) por lo cual la enzima activa se regenera permitiendo la hidrólisis de la acetilcolina a colina. Cuando un organofosfato está presente, la enzima fosforilada inactiva (Fórmula 4 del esquema B) es lentamente hidrolizada en la enzima activa, debido a que la unión fósforo-oxígeno es más fuerte

que la ligadura carbono-oxígeno de la enzima acetilada (Formula 5 del esquema B). De este modo, el organofosfato envenena efectivamente a la enzima por medio de la fosforilación y en consecuencia se bloquea la hidrólisis eficiente de acetilcolina a colina. (55, 123).

### ESQUEMA C

HIDROLISIS ENZIMATICA NORMAL DE LA ACETILCOLINA A COLINA



(55)

El proceso de activación metabólica más importante es la desulfuración oxidativa microsómica, efectuada por las oxidasas, por medio de la cual los fosforotriatos se convierten en fosfatos más activos, es decir  $P=S \rightarrow P=O$ .

Este proceso de desulfuración oxidativa no ocurre en algunos insectos como las cucarachas. (55, 123).

La electronegatividad del "S" es de 2.5  
 La electronegatividad del "P" es de 2.1

-----  
 0.4 \*



\* Electronegatividad total del fósforo "MENOS TOXICO"

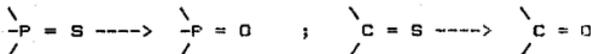
La electronegatividad del "O" es de 3.5  
 La electronegatividad del "P" es de 2.1

-----  
 1.4 \*



\* Electronegatividad total del fósforo "MAS TOXICO"

Esto ocurre en todos los Organofosforados que tienen enlaces P=S.



(123).

Los compuestos organofosforados se degradan con relativa rapidez: en compuestos atóxicos, solubles en agua, que son rápidamente excretados por los animales. Consecuentemente, a diferencia de los insecticidas organoclorados, no se acumulan en el medio ambiente, en algunos casos el tóxico es apreciablemente más persistente en los insectos.

Muchos compuestos organofosforados funcionan como insecticidas sistémicos, lo que permite la utilización de cantidades menores de principio activo, de manera más efectiva y así se reducen los efectos dañinos sobre predadores naturales.

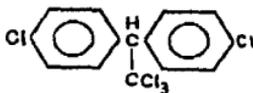
Probablemente los efectos anticolinesterásicos de muchos insecticidas se deban al arreglo espacial de la molécula (es decir isómeros cis o trans), ya que la interacción entre el grupo carboxílico y la enzima podría ser obstruida estéricamente por alguno de los isómeros. Por lo anterior, se considera que aquella molécula que obtenga el mejor ajuste con la molécula del tóxico en los sitios aniónico y esterático de la enzima presentará la mayor actividad insecticida. (55).

#### ORGANOCOLORADOS

Se constituyen por tres grandes grupos :

I) DDT (1,1,1-tricloro-2,2-di-(p-clorofenil)etano 6  
Diclorodifeniltricloroetano; el más ampliamente usado en el mundo.

No es tan efectivo contra ácaros e insectos voladores, es el más barato que se ha descubierto. En 1973 fué prohibido en los Estados Unidos por encontrar una larga persistencia en el medio ambiente y acumulación en cadenas alimenticias por ser lipofílico.



(55, 114, 123)

#### MODO DE ACCION

Los síntomas generales de envenenamiento que se presentan en los insectos y mamíferos son: agitación violeta, pérdida de movimiento, seguido de convulsiones y muerte. (114, 123).

Actúa sobre el Sistema Nervioso a nivel de las neuronas o fibras nerviosas, interrumpiendo la transmisión normal de impulsos nerviosos.

Parece que su capacidad tóxica la efectúa al unirse a la membrana nerviosa interfiriendo en la transmisión de impulsos nerviosos, posiblemente perturbando el delicado equilibrio iónico sodio-potasio en las neuronas a través de membranas nerviosas.

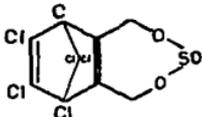
Afecta a otras funciones relacionadas con la membrana como la fosforilación oxidativa en las mitocondrias. (55, 123).

## II) BENCENO Y DERIVADOS

A este grupo pertenece el comunmente llamado BHC ó HCH, el cual contiene cinco isómeros (alfa, beta, gamma, delta y épsilon), de los cuales, el único que presenta actividad insecticida es el gamma, comercialmente se conoce con el nombre de Lindano. En las mezclas de BHC el isómero gamma representa el 12 % y del 60 al 70 % el isomero alfa.

La continúa exposición al Lindano puro puede provocar un tipo de Leucemia en la sangre, por lo cual fue prohibida su comercialización.

Otro tipo que se incluye aquí son los sulfatioesteres cíclicos como el Endosulfán



(114, 123).

### MODO DE ACCION

Los síntomas de envenenamiento de éste grupo son semejantes a los del grupo del DDT, además el gamma-BHC es neurotóxico, aumenta la frecuencia de las descargas espontáneas en las cuerdas nerviosas, prolongando la frecuencia sináptica después de la descarga.

Su modo de acción no esta bien definido, pero se supone que debe haber un lugar de acción en los insectos donde se acomoda, ya que la toxicidad depende "del acomodo" y no de la reactividad, al afectuarse el acomodo, se produce un desequilibrio del sodio y del potasio en las neuronas del insecto, de forma muy similar al DDT. (55, 123).

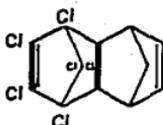
En México sin embargo se llega a utilizar el DDT y Lindano para la desinfección de almacenes vacíos y para la protección de maíz en muchos estados de la República.

## III) CICLODIENOS

Los compuestos de este grupo son hidrocarburos cíclicos altamente clorados, con estructuras de "puente endometílico" preparados por la reacción de Diels-Alder. (114, 123).



Los insecticidas derivados del ciclodieno más importantes son aquellos que contienen cuatro anillos fusionados de 5 miembros, preparándose por la adición de varios dienófilos de hexacloro ciclopentadieno.



#### MODO DE ACCION

No se ha definido plenamente, se sabe que son neurotóxicos, con similitud al DDT y BHC, desequilibran también el balance sodio-potasio. (55, 123).

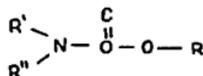
Incrementan su toxicidad con el aumento de temperatura, en cambio el DDT y BHC, incrementan su toxicidad con la disminución de temperatura.

La mayoría de los Organoclorados son moléculas lipofílicas muy persistentes que no son fácilmente degradables y tienden a acumularse en el medio ambiente.

#### **CARBAMATOS**

Han sido desarrollados en fecha reciente. Son rápidamente detoxificados y eliminados de los tejidos animales y de esta forma no son acumulados en las grasas o excretados en los leches.

Estos compuestos son bases fuertes, se ionizan en soluciones acuosas y, por tanto, tienen una solubilidad en lípidos muy baja. En consecuencia, son incapaces de penetrar la membrana impermeable a los iones que rodea el Sistema Nervioso de los insectos. Posteriormente se hicieron esfuerzos para sintetizar compuestos en los que la parte Carbamato N-sustituída en la molécula, fué unida a una fracción menos básica y más lipofílica pues estos compuestos deberían mostrar mayor actividad insecticida. La fórmula general de los carbamatos se muestra en seguida.

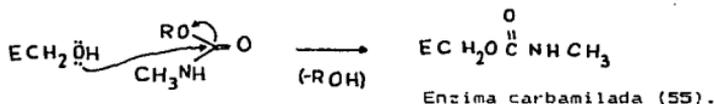


Donde:

R' y R'' = H, Metil, Etil, Propil u otra cadena corta.  
R = Fenol, Naftaleno u otra cadena o anillo ciclino.  
(108).

#### MODO DE ACCION

Sus propiedades insecticidas se deben a la inhibición de la enzima ACE siendo la acumulación de acetilcolina resultante la que previene la transmisión nerviosa efectiva a través de la sinapsis. La enzima se envenena por carbamitación del grupo hidroxilo primario de un residuo de serina de la enzima:



La enzima carbamitada es sólo lentamente hidrolizada en forma reversible, a la enzima activa. A diferencia de los compuestos organofosforados, la estructura del grupo RO liberado es de importancia decisiva para determinar la actividad insecticida de los carbamatos. Generalmente, la velocidad de descomposición hidrolítica de la enzima carbamitada está en situación intermedia entre la de la enzima acetilada y la fosforilada, así que la ACE es inactivada por un tiempo significativo.

Para la actividad insecticida, parece que los carbamatos requieren un grado de semejanza estructural con la acetilcolina, que es el sustrato natural de la enzima, en éste sentido el carbamato compite fuertemente con la acetilcolina por los sitios reactivos en la ACE. La actividad parece ser auxiliada por la presencia de una cadena lateral pesada.

Si se toma en cuenta la toxicidad aguda, los carbamatos son generalmente más tóxicos que los organofosforados, sin embargo, éstos últimos son más peligrosos porque la duración de inhibición de la enzima ACE es más larga. Cuando la enzima es inhibida por un carbamato, ésta se recupera espontáneamente.

El verdadero sitio receptor puede también variar en diferentes organismos, por lo que, a pesar del mecanismo de toxicidad específicamente similar al de los compuestos organofosforados en animales superiores e insectos, todavía hay un buen número de factores que pueden ser aprovechados para la obtención de compuestos que muestren una toxicidad selectiva hacia un insecto plaga dado tomado como objetivo. (55, 123).

#### PIRETROIDES

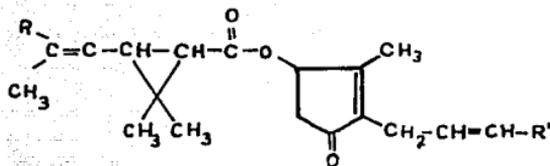
Tienen su origen en las piretrinas, las que presentaban poca estabilidad a la luz y aire. No son persistentes en el medio ambiente, no dejan residuos tóxicos y representan baja toxicidad para mamíferos. (69 )

Las piretrinas en conjunto son 6 ésteres formados de la combinación de 2 ácidos y 3 alcoholes. Los ácidos son: Ac. Crisantémico y Ac. Perétrico; mientras que los alcoholes son: Piretrolona, Cinerolona y Jasmolona.

Los 6 ésteres reciben el nombre de acuerdo a los alcoholes que lo forman, por lo que se tienen:

Piretrina I	Piretrina II
Cinerina I	Cinerina II
Jasmolina I	Jasmolina II

De estas la más activa es la Piretrina I. (55,114,123)  
La fórmula general de las Piretrinas es la siguiente:



CUADRO NO. 2  
RADICALES DE LAS PIRETRINAS

COMPUESTO	R	R'
PIRETRINA I	-CH=CH <sub>2</sub>	-CH <sub>3</sub>
PIRETRINA II	-CH=CH <sub>2</sub>	-CO <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>
CINERINA I	-CH <sub>3</sub>	-CH <sub>3</sub>
CINERINA II	-CH <sub>3</sub>	-CO <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>

(55, 123).

Posteriormente se buscó sintertizar éstas sustancias logrando a la vez mayor estabilidad ante la luz, así como mayor persistencia, esto se logró mediante la modificación de las cadenas laterales en el componente alcohólico y en el cambio del anillo de furano que era el sitio probable para la descomposición oxidativa fotosensibilizada.

De ésta forma se sintetizó la biopermetrina que fué el primer piretroide eficaz, mostró mayor fotoestabilidad y moderada persistencia.

#### MODO DE ACCIÓN

No se sabe mucho sobre cómo los piretroides producen ese "derribo" instantáneo en los insectos voladores, mientras que muestran por lo general una toxicidad baja para los mamíferos. Su acción primaria debe ser sobre el Sistema Nervioso y algunos estudios histológicos han revelado una desorganización extensiva del tejido nervioso.

Afecta tanto al Sistema Nervioso Central como al Periférico causándoles descargas repetitivas seguidas de convulsiones. Si se emplean concentraciones mayores se obtiene el bloqueo total de la transmisión nerviosa.

La acción bloqueadora de los piretroides en la transmisión nerviosa muestra un coeficiente de temperatura negativo, debido probablemente, a un aumento en la desintoxicación a temperaturas más elevadas ésta es tal vez la causa principal de su acción insecticida. (55,123).

Los piretroides son insecticidas que comercialmente se formulan con sinergistas como el butóxido de piperonilo, mejorando la eficiencia del insecticida. El mecanismo de acción de los sinergistas del piretro involucra probablemente la inhibición de oxidasas, las cuales de otra manera desintoxicarían al compuesto activo. (123).

## I N S E C T I C I D A S

Actualmente la comercialización de insecticidas es sumamente extensa, en virtud de encontrarse en el mercado una gran diversidad de productos, que abarcan desde los más sencillos y antiguamente empleados como la nicotina, hojas de tabaco y malatión, hasta los más modernos y complejos sintetizados para la obtención de mayores beneficios, tanto a nivel de combate de plagas, como de espectro de acción, biodegradabilidad y menor toxicidad para el hombre.

Se aclara que no son todos los disponibles o existentes en el mercado, son los de mayor importancia comercial para cada una de las compañías aquí mencionadas.

La información se encuentra clasificada por grupo de ingrediente activo en los que se incluyen los siguientes datos:

- N.COMUN** Nombre Común del principio activo.  
**N.QUIMICO** Nombre químico del principio activo.  
**FORMULA** Fórmula desarrollada del principio activo.

**DL 50** Existen diferentes datos reportados para la dosis letal media, por lo que se optó por incluir para cada uno, el más peligroso (numéricamente el menor encontrado en la bibliografía). Estos datos se reportan en mg/Kg, basándose en la ruta de administración y se señala con un número entre paréntesis la fuente de obtención.

Ruta de administración en ratas y conejos:

- OR: Oral en ratas (mg/kg).  
DR: Dermal en ratas (mg/kg).  
IR: Inhalación en ratas (mg/kg).  
PR: Intraperitoneal en ratas (mg/kg).  
DC: Dermal en conejos (mg/kg).

- (1) Laboratorios HELIOS
- (2) Laboratorios CIBA GEIGY
- (3) Laboratorios BAYER
- (4) Laboratorios ICI
- (5) KOOR INTERCOMERCIAL
- (6) PROFESSIONAL PEST MANagements
- (7) TRIDENTE
- (8) Cremlym R. Pesticides. Preparation and Mode off action, 1980.

**CATEGORIA  
TOXICOLOGICA**

Categoría Toxicológica que se asigna mediante la concentración del principio activo en el producto comercial, por lo cual existen diferentes categorías para un mismo principio activo, por tanto se reporta el de mayor peligro. Se reportan basándose en la clasificación de plaguicidas por su peligrosidad. Se hace notar que Laboratorios como BHELL y H-24 reportan toxicidades que no se rigen por esta clasificación, simplemente consideran TOXICO para la salud (T) o de BAJA TOXICIDAD (BT).

**CUADRO No. 3  
CLASIFICACION DE PLAGUICIDAS POR SU PELIGROSIDAD**

Peligrosidad (clase)	DL 50, rata (mg/Kg)	
	aguda, oral	aguda, dermica
Extremadamente I	5 <	0.2 <
Altamente II	5 - 50	0.2 - 2
Moderadamente III	50 - 500	2 - 20
Ligeramente IV	> 500	> 20

(159).

Recomendada por la vigésima octava asamblea de la Organización Mundial de la Salud (OMS) publicada en el Catálogo de Plaguicidas autorizados por la Secretaría de Salud, edición 1991.

**PLAGAS QUE CONTROLA** Se incluyen las reportadas por las compañías.

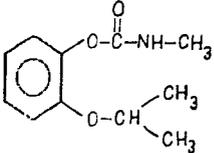
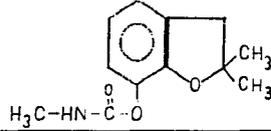
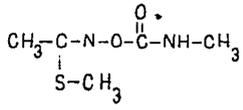
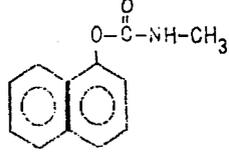
**PRESENTACIONES** Presentación comercial del principio activo.

**CASA COMERCIAL** Compañías que formulan productos a base de éste principio activo.

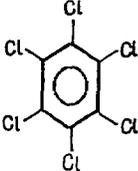
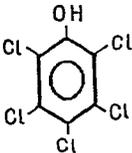
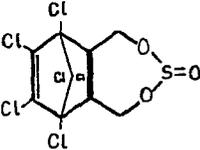
Algunos de estos compuestos corresponden a la formulación con un principio activo que acaban de lanzar al mercado bajo diversas formulaciones por lo que solamente existen datos proporcionados por la propia Compañía.

Los datos que no aparecen en los cuadros, se debe a que no están reportados en la bibliografía.

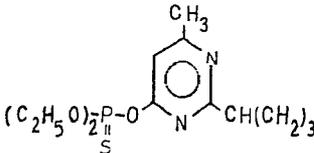
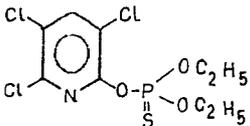
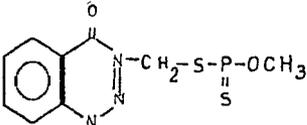
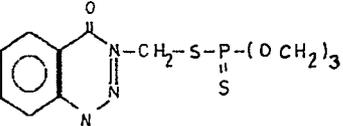
CUADRO No. 4  
 INFORMACION TECNICA DE ALCGUNOS  
 CARBAMATOS

INGREDIENTE ACTIVO				CATEGORIA TOXICOLOGICA	PLAGAS QUE CONTROLA	PRESENTACION	CASA COMERCIAL
N. COMUN	NOMBRE QUIMICO	FORMULA	DL 50 mg/Re				
PROPOXUR	2-ISOPROPOXI-FENIL-N-METIL CARBAMATO		-OR (2,3) 90-128 (1) 129 -OR (1,2,3) 800-1000	NT  III	CUCARACHAS, HORMIGAS, ACAROS, MOSCAS, ARANAS, ESCODIPTOMES.	-CONCENTRADO -POLVO	-BAYER
CARBEFURAN	2,3-DIHIRO-2,2-DIMETIL BENZOFURAN-7-IL-METIL CARBAMATO		-OR (5) 14-18 -OR (5) 2000	NO REPORTADO	NO REPORTADO.	-CONCENTRADO -GRANULADO -LIQUIDO -POLVO	-KODOR I.
METHOMILO	S-METIL-N-(METIL CARBAMILOXI) TIACETIMIDATO		-OR (5) 17-24 -OR (5) > 1500	NO REPORTADO	MOSCAS AMPLIO ESPECTRO.	-CEBO -LIQUIDO -POLVO	-KODOR I. -PROFESSIONAL PEST MANAGEMENT
CASEBARILO	1-NAFTIL METIL CARBAMATO		-OR (5) 500-850 -OR (5) > 7000	BT	EXCELENTE RESULTADOS EN EL CONTROL DE INSECTOS RESISTENTES A OTROS INSECTICIDAS. INSECTOS DOMESTICOS.	-GRANULADO -LIQUIDO -POLVO	-KODOR I. -UNION CARIBE

CUADRO No. 5  
 INFORMACION TECNICA DE ALGUNOS  
 ORGANOS CLORADOS

INGREDIENTE ACTIVO				CATEGORIA TOXICOLOGICA	PLAGAS QUE CONTROLA	PRESENTACION	CASA COMERCIAL
N. COMUN	NOMBRE QUIMICO	FORMULA	DL. 50 ml/Kg				
CLORDANO	OCTACLORO-4,7-METANO TETRAHIDRO INDIANO		-OR (8) 336 -OR (8) 690	NT III	FORMIGAS, TERMITAS.	-CONCENTRADO -POLVO	-HELIOS
HEXACLORO CICLO HEXANO	HEXACLORO CICLO HEXANO		NO DEPORTADO	T	CUCARACHAS Y TODA CLASE DE INSECTOS.	-POLVO	-INVENT
PENTACLORO FENOL	PENTACLORO FENOL		NO DEPORTADO	AT II	FORMIGAS, TERMITAS Y POLILLAS.	-LIQUIDO	-AGRICULTURA NACIONAL
ENDOSULFAM	1,4,5,6,7,7-HEXACLORO 8,9,10-TRIOXIDON-5-EN 2,3-ILENE DIMETIL SULFITO		-OR (5) 43-45 -DC (5) 106-134	NT III	AMPLIO ESPECTRO.	-CONCENTRADO -GRANULADO -LIQUIDO -POLVO	-FOOR I,

CUADRO No. 6  
INFORMACION TÉCNICA DE ALGUNOS  
ORGANOFOSFORADOS

INGREDIENTE ACTIVO				CATEGORIA TOXICOLOGICA	PLAGAS QUE CONTROLA	PRESENTACION	CASA COMERCIAL
N. COMIN	NOMBRE QUIMICO	FORMULA	DL 50 mg/Kg				
DIAZINON	O,O-DIETIL O-2-ISOPROPIL 6-METILPIRIDIN-4-YL FOSFOROTIOMATO.	 <chem>CC1=CC=C(NC1)C(C)COP(=S)(CC)CC</chem>	-DR (I) 250-500 (5) 240-480 -DR (5) 455-900	HT  III	CUCARACHAS, ESCORPIONES, MOSCAS, LARVAS, GORGOSJOS, ESCARABAJOS, HORMIGAS, ARAÑAS, PALOMILLAS.	- CONCENTRADO - LIQUIDO - MICROCAPSULA	- CIBA GEIGY - VELSINEX
CLORPIRIFOS	O,O-DIETIL-O-(3,5,6-TRI CLORO-2-PYRIDIL) FOSFOROTIOMATO	 <chem>CCOP(=S)(CC)Oc1c(Cl)c(Cl)c(Cl)n1</chem>	-DR (5) 150-180 -DR (5) 2000	HT  III	CUCARACHAS, GRILLOS, ESCORPIONES, GORGOSJOS, HORMIGAS, TIJERILLAS, VOLADORES, TERMITAS, COCHINILLAS, ARAÑAS.	- CONCENTRADO - MICROCAPSULA - TRAMPA CON CALDAZA	- DOW ELANCO - JOHNSON
AZINFOS METIL	S-(3,4-DIHIURO-4-OXOBENZO [DI-1,2,3]-TRIAZIN 3-ILMETIL O,O,-DIMETIL FOSFORODITIONATO	 <chem>COP(=S)(C)CN1C=NC2=CC=CC=C2N1=O</chem>	-DR (5) 13-16 -DR (5) 1 220 -DR (5) 57-116	NO REPORTADO	LARVAS, GORGOSJOS, ACAROS, ESCARABAJOS.	- CONCENTRADO - POLVO	- KODOR I.
AZINFOS ETIL	S-(3,4-DIHIURO-4-OXOBENZO [DI-1,2,3]-TRIAZIN 3-ILMETIL O,O,-DIETIL FOSFORODITIONATO	 <chem>CCOP(=S)CN1C=NC2=CC=CC=C2N1=O</chem>	-DR (5) 13-16 -DR (5) 75-250	NO REPORTADO	LARVAS, GORGOSJOS, ACAROS, ESCARABAJOS.	- CONCENTRADO - GRANULADO - POLVO	- KODOR I.

CUADRO No. 6  
 INFORMACION TÉCNICA DE ALGUNOS  
 ORGANOFOSFORADOS

INGREDIENTE ACTIVO				CATEGORIA TOXICOLÓGICA	PLAGAS QUE CONTROLA	PRESENTACION	CASA COMERCIAL
N. COMUN	NOMBRE QUÍMICO	FÓRMULA	DL 50 mg/lt				
TRICLORFON	DIMETIL 2,2,2-TRICLORO-1-HIDROXIETIL FOSFORATO	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{O} \\   \\ \text{P}-\text{CH}-\text{C}(\text{OH})-\text{C}-\text{Cl}_3 \\    \\ \text{O} \\   \\ \text{CH}_3\text{O} \end{array}$	-DR (5) 568-630 -DR (5) 7 2900	BT	LEPIDÓTEROS, DIPTEROS, HETERÓTEROS.	- CONCENTRADO - GRANULADO - POLVO	- KOD I.
FENITROTION	O,O-DIMETIL-O-(3-METIL-4-NITROFENIL)-TIOSFATO	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{O} \\   \\ \text{P}-\text{S}-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)(\text{CH}_3) \\    \\ \text{O} \\   \\ \text{CH}_3\text{O} \end{array}$	-DR (1) 800 (3) 490 -DR (3) 3000	LT IV	GRANOS Y CEREALES, BARRENADORES, GORGOSJOS, PALOMILLAS.	- POLVO	- BAYER
FOXIH	O,O-DIETIL-O-(FENIL GLIOXILO-NITRITO-OXIMA) FOSFOROTIOMATO	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{O} \\   \\ \text{P}-\text{S}-\text{O}-\text{N}=\text{C}-\text{C}_6\text{H}_5 \\    \\ \text{O} \\   \\ \text{CH}_3\text{O} \end{array}$	-DR (3) 1845 -DR (3) 1000	LT IV	BARRENADOR, BARRENILLO, GORGOSJO, PALOMILLAS, POLILLAS, PRODUCTOS ALMACENADOS.	- CONCENTRADO	- BAYER
DIMIFOS METIL	O-2-DIETILAMINO-6-METILPIRIDIN-4-YL O,O-DIMETIL FOSFOROTIOMATO	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{C}_5\text{H}_3\text{N}_2 \\   \\ \text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2 \\   \\ \text{O}-\text{P}(\text{S})(\text{OCH}_3)_2 \end{array}$	-DR (1) 2050	LT IV	CUCARACHAS, ESCORCIONES, MOSCAS, ESCARABAJOS, GORGOSJOS, HORNIGAS, PALOMILLAS, PRODUCTOS ALMACENADOS.	- CONCENTRADO	- ICI



CUADRO No. 7  
 INFORMACION TECNICA DE ALGUNOS  
 PIRETROIDES - PIRETRINAS

INGREDIENTE ACTIVO				CATEGORIA TOXICOLOGICA	PLAGAS QUE CONTROLA	PRESENTACION	CASA COMERCIAL
N. COMUN	NOMBRE QUIMICO	FORMULA	DL. 50 ml/7d				
CIPERMETRINA	CARBOXILATO DE (+) CIANO (3-FENOXIFENIL) METIL (+) CIS, TRANS-3-(2,2-DICLORO ETIL) 2,2 DIMETIL CICLOPROPANO		-OR (1) 303	LT  IV	TERNITAS, CUCARACHAS, MOSCAS, GRILLOS, HORMIGAS, ARSALES, CIEMPIES, ESCORPIONES.	-CONCENTRADO -POLVO -TABLETA	-ICI -SHELL -JOHNSON -FMC
DELTAMETRINA	(S)-ALFA-CIANO-N-FENOXI BENCIL (1R,3R)-3-(2,2 DIBROMO VINIL) 2,2-DIMETIL CICLOPROPANO CARBOXILATO		-OR (1) 139 -OR (1) 2080 -IR (1) 600	LT  IV	CUCARACHAS, MOSCAS, ADARAS, HORMIGAS, ESCORPIONES, ESCARABAJOS.	-CONCENTRADO -SUSPENSION	-HELLIOS -JOHNSON -CIBA GEIGY
LAMBDACTHA- LOTRINA	ALFA-CIANO-3-FENOXI BENCIL-3-(2-CLORO 3,3,3 TRIFLUOROPROP-1-ENIL) -2,2 DIMETIL CICLOPROPANO CARBOXILATO		-OR (4) 56-79 -OR (4) 632-696	BT	MOSCAS, CUCARACHAS. AMPLIO ESPECTRO.	-CONCENTRADO -LIQUIDO -POLVO	-ICI
CIFLUTRIN	CIANO (4-FLUORO 3-FENOXI FENIL) METIL 3-(2,2 DICLORO ETIL) 2,2-DIMETIL CICLOPROPANO CARBOXILATO		-OR (2) 291 (3) 500-800 -OR (2,3) 5000	LT  IV	CUCARACHAS, LARVAS DE MOSCAS, MOSCAS.	-POLVO	-BAYER

CUADRO No. 7  
 INFORMACION TECNICA DE ALGUNOS  
 PIRETROIDES — PIRETRINAS

INGREDIENTE ACTIVO				CATEGORIA TOXICOLOGICA	PLAGAS QUE CONTROLA	PRESENTACION	CASA COMERCIAL
N. COMUN	NOMBRE QUIMICO	FORMULA	DL 50 mg/Kg				
PERMETRINA	3-FENOXIBENCIL (1RS) CIS TRANS-2,2-DIMETIL 3-(2,2-DICLORO VINIL) CICLOPROPANO CARBOXILATO	NO REPORTADO	-DR (1) 430	HT III	TERNITAS, CUCARACHAS, HORMIGAS, RASTREROS.	-CONCENTRADO -MICROCAPSULA	-FMC -SHELL -AGRICULTURA NACIONAL
PIRETRINAS	NO REPORTADO	NO REPORTADO	-DR (8) 1560 -DC (8) 1880	T	INSECTOS EN GENERAL.	-AEROSOL	-H-24
PIRETRO	NO REPORTADO	NO REPORTADO	-DR (8) 620 -DC (8) 2066	LT IV	AVISPAS, MOSCAS, DOLILLAS, ABARAS, CUCARACHAS, LARVAS, ESCARABAJOS, INSECTOS VOLADORES.	-CONCENTRADO -AEROSOL	-QUIMICA Y FARMACIA

CLASIFICACION No. 5  
 INFORMACION TECNICA DE VARIAS  
 INSECTICIDAS

INGREDIENTE ACTIVO				CATEGORIA TOXICOLOGICA	PLAGAS QUE CONTROLA	PRESENTACION	CASA COMERCIAL
N. COMEN	NOMBRE QUIMICO	FORMULA	EL SC NO/PR				
ORGANICO DE METILO	ORGANICO DE METILO	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{Br} \\   \\ \text{H} \end{array}$	NO REPORTADO	ET I	ESCARABAJOS, FORMIGAS, POLILLAS.	-BAS	-FELIC
FOSFORO DE ZINC	FOSFORO DE ZINC	$\text{PZn}_3$	NO REPORTADO	AT II	NO REPORTADO.	-COMPRIMIDOS -BAS	-FELIC
FOSFINA	FOSFORO DE ALUMINIO O FOSFORO DE HIDROGENO	$\text{PH}_3$	NO REPORTADO	ET I	INSECTOS EN GENERAL, ACAROS, CARACAS, GORGOS, PALOMILLAS, POLILLAS, BARRENILLO.	-COMPRIMIDOS -TALETAS	BAVE -FELIC
AZANETIFOS	INSECTICIDA ADELUTICIDA		-CC (2) 118C -EG (2) 215C	LT IV	MOSCAS.	-POLVO	-CIBA GEIGY
ANERO (HIDRAME- TILENA)	AMIDINO HIDRAZONES		NO REPORTADO	MT III	FORMIGAS, CUCARACHAS.	-TRANCAS	-DYNAMIC

CUADRO No. 8  
 INFORMACION TECNICA DE VARIOS  
 INSECTICIDAS

INGREDIENTE ACTIVO				CATEGORIA TOXICOLOGICA	PLAGAS QUE CONTROLA	PRESENTACION	CASA COMERCIAL
N. COMUN	NOMBRE QUIMICO	FORMULA	DL. 50 mg/kg				
METHOPRENE	[ISOPROPIL (E,E)-11-METOXI 3,7,11-TRIMETIL-2,4 DODECADIENATO]		NO REPORTADO	NO REPORTADO	GODBOJOS, PALOMILLAS.	-CONCENTRADO	-PROFESSIONAL PEST MANAGEMENT
BEMECOR	(S)-HYDROPRENE [ETHYL (2E,4E,7S)-3,7,11-TRIME- THYL-2,4-DODECADIENATE]		NO REPORTADO	NO REPORTADO	CUCARACHAS.	-CONCENTRADO	-PROFESSIONAL PEST MANAGEMENT
PROPETAMBROS	E-1-METHYLETHYL-3- [[[(ETHYLAMINO) METHOXY PHOSPHOROTHIOYL] OXY]-2- BUTENATE		NO REPORTADO	NO REPORTADO	CUCARACHAS, HORMIGAS, TIJERILLAS, CIENFIES, GODBOJOS.	-AEROSOL	-PROFESSIONAL PEST MANAGEMENT

(128, 129, 130, 131)

Otros productos disponibles en el mercado de mayor comercialización son:

### Carbamatos

Aldicarb  
Mesural  
Oxamyl  
Tiodicarb

Bendiocarb  
MICP  
Pirimicarb

### Organoclorados

BCH (HCH)  
DDT  
Endrín  
Lindano  
Toxafeno

Clorobencilato  
Dieldrin  
Heptacloro  
Mirex  
Octaclorocanfeno

### Organofosforados

Acephate  
Clorfeninfos  
Coumafós  
Dioxiation  
EPN  
Fention  
Fosalone  
Fosvel  
Metacrifos  
Mevinfos  
Profenofos  
Sulprofos  
Tributil Tritioato de P  
Trichlorfon

Aspon  
Clorpirifos etil  
Dicrofatos  
Disulfoton  
Ethion  
Fonofos  
Fosfamidon  
Iodofenos  
Metasystox-R  
Ometoato  
Propetamfos  
Temefos

Carbofenotio  
Clorpirifos metil  
Dimetoato  
Edifenfos  
Etrimfos  
Forate  
Fosmet  
Malatión  
Methamidophos  
Oxidemeton metil  
Ronel  
Tetraclorvinfos  
Tributil Tririoato de P

### Piretrinas/Piretroides

Alfametrina  
Bioresmetrina  
Flucitrinatro  
Piretrinas Naturales

Aletrina  
Fenpropatrín  
Flumetrina  
Resmetrina

Bioaletrina  
Fenvalerato  
Fluvalinato  
Tetrametrina

### Varios

Feromonas  
(159).

Metoxicloro

## PLAGUICIDAS RESTRINGIDOS

Por su alto riesgo para la salud humana, su elevada persistencia y su característica de bioacumulación, los plaguicidas BHC y DDT solo podrán ser utilizados por las dependencias del ejecutivo, en campañas sanitarias.

Los siguientes plaguicidas solo podrán utilizarse bajo supervisión del personal autorizado y capacitado:

ALDICARB	METOXICLORO
DICOFOL	MEVINFOS
ENDOSULFAN	PARAQUAT
FORATO	PENTACLOROFENOL
LINDANO	QUINTOCEHO

## PLAGUICIDAS PROHIBIDOS

Relación de plaguicidas prohibidos para su importación, fabricación, formulación, comercialización y uso en México.

ACEETATO o PROPIONATO	ERBON
DE FENIL MERCURIO	FORMOTION
ACIDO 2,4,5-T	FLUOROCATATO DE SODIO (1080)
ALDRIN	FUMISEL
CIANOFOS	KEPONE/CLORDECANT
CLORANIL	MIREX
C.B.C.P.	MONUFON
DIALIFOR	NITROFEN
DIELDRIN	SCHRADAN
DINITROAMINA	TRIAMIFOS
DINOSB	
ENDRIN	

(63, 144, 146,).

**CUADRO No. 9**  
**MEZCLAS A BASE DE PIRETRINAS DISPONIBLES EN EL MERCADO**

MEZCLA	CASA COMERCIAL	GRADO DE TOXICIDAD
- PROPOXUR + NEOPYNAMIN	JOHNSON	T*
- PROPOXUR + PIRETROIDES		
- PERMETRINA + NEOPYNAMIN		
- NEOPYNAMIN + DDVP		
- CIPERMETRINA + PROPOXUR		
- CIPERMETRINA + PROPOXUR + DDVP		
- CIPERMETRINA + PROPOXUR + PROPOXUR		
- DDVP + PIRETRINAS	H-24	T
- CIPERMETRINA + DDVP	TRIDENTE	MT**
- PERMETRINA + DDVP	SHELL	T
- EXTRACTO DE PIRETRO + BUTOXIDO DE PIPERONILO	QUIMICA Y FARMACIA	LT***
- DELTAMETRINA + BUTOXIDO DE PIPERONILO	HELIOS	LT

\* T TOXICO para la salud.

\*\* MT MODERADAMENTE TOXICO para la salud.

\*\*\* LT LIGERAMENTE TOXICO para la salud.  
(125, 159).

**CUADRO No. 10**  
**MEZCLAS DE VARIOS**

MEZCLA	CASA COMERCIAL	GRADO DE TOXICIDAD
- DDVP + DICLORVOS	TRIDENTE	MT
- NEOPYNAMIN + VAPONA	QUIMICA Y FARMACIA	T

(125, 159).

## CONTROL FISICO DE INSECTOS

Estos métodos son los más antiguos empleados para el control de insectos, pueden ser preventivos y/o correctivos.

Estos controles se basan en un conocimiento completo de la ecología de la plaga y en la certeza que en la biología de todas las especies existen límites de tolerancia, tales como extremos de temperatura, humedad, durabilidad física, y respuesta a varias regiones del espectro electromagnético.

### TEMPERATURA

Los insectos dependen de la temperatura para mantener su actividad. Por lo general la temperatura del insecto no varía en más de 2 ó 3 grados a la del medio ambiente (2). Es probable que al cambiar la temperatura las actividades de los componentes metabólicos lleguen a desordenarse y causen variaciones en su control endógeno, desarrollando metabolitos tóxicos. (114).

### ELECTROCUTADORES

La capacidad de atracción que los electrocutadores tienen para los insectos fotopositivos depende de la longitud de onda y la cantidad de energía emitida, intensidad y tamaño de la fuente.

La mayoría de insectos son atraídos hacia fuentes que emiten la mayor parte de su energía en el ultravioleta cercano, medio y lejano, verde, amarillo, azul y rojo.

En la terminología Inglesa es conocido como "ILTs" (Insect Light Traps), el cual es considerado como un buen método de control, siempre y cuando se le de un adecuado mantenimiento y se cambien periódicamente los tubos de luz manteniéndose libres de restos de animales. Se debe recordar que fué un sistema diseñado para el combate interno por lo cual se deberán seleccionar sitios estratégicos para su colocación.

Se tomará en cuenta para su colocación que existen insectos que vuelan a una altura menor a tres metros, y muchos son atraídos por la noche hacia paredes que fueron calentadas durante la tarde, se deben colocar preferentemente en la entrada de la planta.

Se cuidará el sistema de recolección de cadáveres, pues estos pueden caer al suelo, a líneas de producción, los cuales pueden atraer a otro tipo de insectos, resultando no benéfico este sistema.

La energía que emite es una combinación de luz ultravioleta y visible, dando una coloración azul tenue al ojo humano. Tienden a deteriorarse con el uso, por lo que deben ser cambiadas rigurosamente al inicio de la primavera, en virtud de que en este periodo se inicia con mayor intensidad la actividad reproductiva de los insectos.

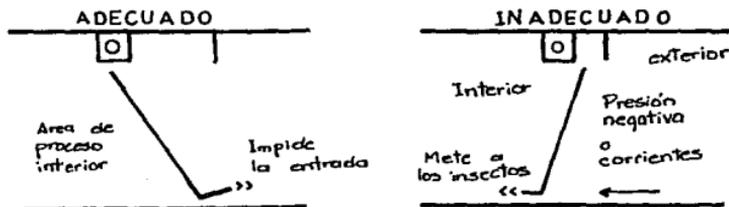
Para que que ofrezca una mejor efectividad este sistema deberá permanecer trabajando las 24 horas del día. (68, 77, 159).

### CORTINAS DE AIRE

Se emplean como una medida preventiva impidiendo la entrada de insectos a instalaciones. (5).

Su diseño debe ser de tal forma que sean efectivamente una medida preventiva y no por el contrario en lugar de ofrecer una barrera de protección, sean un medio de transporte hacia el interior de la planta.

El inconveniente de estos sistemas es que limitan su efectividad a insectos voladores.



Las cortinas de aire deben ser diseñadas adecuadamente para impedir la entrada de insectos, en el caso contrario pueden favorecer su entrada. (159).

## CONTROL BIOQUIMICO DE INSECTOS

### REPELENTES

Los repelentes son sustancias que solo tienen leves efectos venenosos, o que pueden no ser activos pero que evitan 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 rara vez o si acaso repelentes para todas las especies de insectos. Pueden algunas veces ser empleados con ventaja donde es imposible usar un insecticida y pueden proporcionar un grado mayor o menor de protección para los productos manufacturados. En general se pueden considerar los siguientes tipos:

a) Repelentes contra insectos que caminan. Se tienen las líneas de creosota, el triclorobenceno y otras sustancias químicas utilizadas para proteger a los edificios de las termitas, las cintas contra hormigas, usualmente contienen bicloruro de mercurio, para evitar que las hormigas pasen.

b) Repelentes contra la alimentación de los insectos. Como el caso de la cal y algunas lechadas para la protección de insectos masticadores y aspersiones para las moscas.

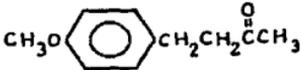
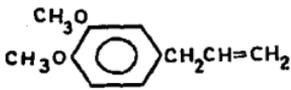
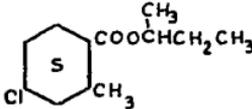
Muchos de los materiales misceláneos se han usado como repelentes, contra la alimentación de los insectos. Estos incluyen creosota y alquitrán de hulla utilizados para proteger la madera del ataque de las termitas.

### ATRAYENTES

Son conocidas muchas sustancias que sirven para atraer a los insectos por medio del estímulo olfatorio. Dicha atracción ocurre en la naturaleza en la respuesta de los insectos a los olores que emanan de los alimentos, de los atrayentes sexuales, y de las presas o sitios para la oviposición. Unos cuantos intentos con éxito se han hecho para usar éste principio para atraer a los insectos vivos dentro de trampas o para envenenar cebos tanto para el combate como para la determinación de las densidades de población.

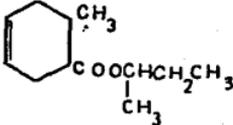
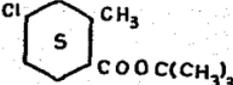
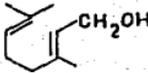
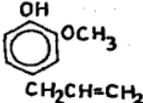
Los atrayentes sintéticos están relacionados con los productos naturales, los cuales actúan como atrayentes para la alimentación o para la oviposición. (55, 114).

CUADRO No. 11  
ESPECIES ATRAIDAS POR DIFERENTES SUBSTANCIAS

ATRAYENTE	ESTRUCTURA	ESPECIES ATRAIDAS
Anisil acetona		Diferentes clases de moscas
Cue-Lure		Diferentes clases de moscas
Metil eugenol		Diferentes clases de moscas
Medlure		Diferentes clases de moscas

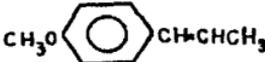
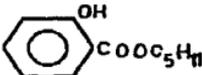
(55, 114).

CUADRO No. 11  
 ESPECIES ATRAIDAS POR DIFERENTES SUBSTANCIAS

ATRAYENTE	ESTRUCTURA	ESPECIES ATRAIDAS
Siglure		Diferentes clases de moscas
Trimedlure		Diferentes clases de moscas
Geraniol		Diferentes clases de moscas
Eugenol		Diferentes clases de moscas
Hidrolizados de proteínas		Diferentes clases de moscas
Azúcares y Jarabes en fermentación		Palomillas

(19, 55, 114).

CUADRO No. 11  
 ESPECIES ATRAIDAS POR DIFERENTES SUBSTANCIAS

ATRAYENTE	ESTRUCTURA	ESPECIES ATRAIDAS
Anetol	<chem>CC1=CC=C(C=C1)C=C</chem> 	Palomillas
Salicilato de isoamilo	<chem>CC1=CC=C(C=C1)C(=O)OC</chem> 	Palomillas
Amonico sólo o en mezcla con glicina Hidróxido de sodio Metaldehído Acetaldehído		Diferentes clases de insectos

(19, 55, 114).

CUADRO No. 12  
 ESPECIES QUE REPELEN DIFERENTES SUSTANCIAS

REPELENTE	ESTRUCTURA	ESPECIES REPELIDAS
12,2-Dimetil-6-butil lcarboxi-2,3-dihidro pirán-4-ono (Indalona)		Da un espectro amplio de repelencia
12-Etilhexano-1,3 diol		Da un espectro amplio de repelencia
1N,N-Dietil-m-tolamida (Deet)		Da un espectro amplio de repelencia

(19, 55, 114).

**CUADRO No. 12**  
**ESPECIES QUE REPELEN DIFERENTES SUBSTANCIAS**

REPELENTE	ESTRUCTURA	ESPECIES REPELIDAS
Sulfato de 2-hidroxi-n-octilo		Da un espectro amplio de repelencia
Ftalato de dimetilo		

(19, 55, 114).

## FEROMONAS

Son potentes atrayentes, pueden ser un solo compuesto químico, pero frecuentemente están constituidos por varios componentes.

Existen 2 tipos de feromonas. Las feromonas sexuales que se relacionan con el comportamiento reproductivo que guían a un insecto hacia su pareja por distancias considerables, y las feromonas de agregación que tienen la función de reunir a ambos sexos en un lugar dónde hay alimento.

Son capaces de provocar respuestas a concentraciones en el aire extremadamente bajas. En ocasiones se producen también substancias que actúan como sinergistas, amplificando el efecto del componente principal.

Burkholder y Dickie (1966) fueron los primeros en señalar el valor de las feromonas para insectos de almacén.

La mayoría de las feromonas sexuales son producidas por un sexo solamente, aunque algunas especies son capaces de producirlas ambos sexos. (112, 137).

Se ha demostrado que la capacidad atrayente es críticamente dependiente de la estereoquímica de la molécula, por lo que una pequeña variación casi siempre ocasiona una pérdida considerable de la actividad. Es de especial importancia la ubicación de las dobles ligaduras ya sean CIS o TRANS y el número de átomos de carbono en la cadena. (99, 112, 137).

CUADRO No. 13  
FEROMONAS COMERCIALIZADAS DE ALGUNOS INSECTOS

FAMILIA Y ESPECIE	FEROMONA	TIPO Y ESPECIE
<u>Rhizophorthera dominica</u>	1-metilbutil-(E)-2 metil-2-pentenoato (dominicalure 1) y 1-metilbutil-(E)-2, 4-dimetil-2-pentenoato (dominicalure 2)	A, M
<u>Prostephanus truncatus</u>	Dominicalure 1 y 2	A, M
<u>Tribolium castaneum</u>	4,8-dimetildecenal (DMD)	A, M
<u>Tribolium confusum</u>	4,8-dimetildecenal	A, M
<u>Cryptolestes ferrugineus</u>	(E,E)-4,8-dimetil-4, 8-decadien 10-olide (cucujolides I) y (Z)-3-dodecen-11-olide (cucujolide II)	A, M
<u>Dryzaephilus mercator</u>	Cucujolide II y (Z,Z)-3,6-dodecadien -11-olide (cucujolide IV)	A, M
<u>Dryzaephilus surinamensis</u>	Cucujolide IV (Z,Z)-3,6-dodecadien- olide (cucujolide IX)	A, M
<u>Sitophilus oryzae Sitophilus zeamais</u>	(R",S")-4-metil-5- hidroxí-3-heptanona (Sitophinone)	A, M
<u>Sitophilus granarius</u>	(R",S")-1-etilpropil 2-metil-3-hidroxipen- tanoato	A, M
<u>Sitotroga cerealella</u>	(Z,E)-7,11-hexadeca- dien-1-ol acetato (HDA)	S, H

(62, 100, 137, 162).

CUADRO No. 13  
FEROMONAS COMERCIALIZADAS DE ALGUNOS INSECTOS

FAMILIA Y ESPECIE	FEROMONA	TIPO Y ESPECIE
<u>Trogoderma granarium</u>	(Z,E)-14-metil 8-hexadecenal	S, H
<u>Lasioderma serricorne</u>	4,6-dimetil-7 hidroxinonan-3 ona	S, H
<u>Acanthoscelidae</u> <u>lobtectus</u>	E-(-)metil-2, 4,5-tetradecatrie- noato	S, M
<u>Ephestia elutella</u>	(Z,E)-9,12-tetradeca- dien-1-ol acetato (TDA)	S, H
<u>Plodia</u> <u>interpunctella</u>	(Z,E)-9,12-tetradeca- dien-1-ol acetato y (Z,E)-9,12-tetradeca- dien-1-ol (TDO)	S, H
<u>Anagasta kuehniella</u>	(Z,E)-9,12-tetradeca- dien-1-ol acetato	S, H

S Feromona sexual  
A Feromona de agregación  
H Hembra  
M Macho

(62, 100, 137, 162).

Cantidades determinadas de feromonas atraen insectos de lugares distantes, pero a concentraciones altas se logra por el contrario cierta repelencia.

Los liberadores deben ser diseñados con el objeto de obtener una liberación lenta por varios meses. Estos liberadores pueden ser de varios tipos. (39, 40, 137).

CUADRO No. 14  
TIPOS DE LIBERADORES EMPLEADOS

TIPO DE LIBERADORES	MARCA	DURACION
CAPSULAS DE POLIETILENO	MARKSON SCIENCE	3 A 6 SEMANAS
TAPONES DE GULE	ZOCON CORPORATION	3 A 6 SEMANAS
LAMINAS PLASTICAS	HERCON DIVISION HEALTH CHEM CORPORATION	4 A 6 SEMANAS
DISCOS CON MEMBRANAS	BEND RESEARCH INC.	6 MESES O MAS
FIBRAS CAPILARES	ALBANY INTERNACIONAL	
CAPSULAS PVC		
PAPEL FILTRO		
IMPREGNANDO LA FEROMONA EN LA TRAMPA		LIBERACION MAS RAPIDA

(3, 4, 8, 9B, 93, 98, 102).

Las feromonas sexuales probablemente son las que constituyen la técnica más novedosa para el control de insectos, ofrecen un alto nivel de seguridad por su gran especificidad. (103, 137).

Estas feromonas son usadas generalmente para adaptarlas a un sistema de trapeo para diversos tipos de insectos.

En virtud de que los insectos se pueden encontrar en varios sitios, las trampas son diseñadas especialmente para colocarse para atrapar insectos rastreros y voladores y a la vez para aquellos que se encuentren inmersos en los diferentes materiales y secciones del lugar como maquinaria, equipo y granos almacenados.

Estas trampas se pueden encontrar en el mercado en gran diversidad de formas y tamaños. Algunas están adaptadas con sistemas adicionales de atracción alimenticia y barreras

adhesivas, no permitiendo así la salida de los mismos. Otros aumentan con una mezcla de feromona acoplada con insecticidas como malatión o bien con mezcla de aceites donde el insecto muere al entrar en contacto con él.

Se aprovechan también algunos sistemas de diseño de las trampas como el tamaño y la disposición de los orificios permitiendo la entrada pero no la salida de los insectos. (137).

Las feromonas sexuales, tienen como finalidad la atracción de la pareja para su reproducción, para cada especie existe una feromona específica.

**CAPITULO**

**V**

**GRANOS ALMACENADOS**

## PERDIDAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE GRANOS

Si se considera que una parte importante de la dieta diaria de los humanos está constituida por granos, la producción y el manejo postcosecha de los mismos adquieren suma importancia por constituir mecanismos como el aporte principal para la alimentación humana y animal, y de las materias primas para la planta industrial de transformación. (20, 136).

Gracias al desarrollo tecnológico alcanzado en la agricultura, las cifras de producción de básicos alcanzan valores que teóricamente permitirían sustentar el crecimiento desmesurado de la población, no obstante en la práctica, buena parte de la población no se beneficia con los resultados de la evolución en el área de producción, debido principalmente a que los productos no llegan ni en cantidad ni calidad adecuadas como consecuencia de un desarrollo tecnológico deficiente en el área de manejo postcosecha. (17, 57, 58, 136).

La F.A.O. ha estimado una pérdida postcosecha del 10% en la producción mundial de cereales. En México la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos consigna que el 10% de la producción total de granos se pierde desde la cosecha hasta el consumo, y que el 5%, es decir la mitad del total de esta pérdida se debe a la acción de plagas de insectos, el 2% a causa de hongos y el 3% a roedores, pájaros y otros factores. (17, 56, 136).

Tomando en cuenta los datos anteriores se tiene idea de la gran problemática que implica la alimentación mundial, marcándose tanto la necesidad de producir una cantidad mayor de alimentos para una población en constante crecimiento, como la necesidad de conservar el alimento producido. (17, 136).

El consumo inmediato de las cosechas, además de ser prácticamente imposible, no es deseable, en virtud de que el hombre debe de almacenarlas para utilizarlas cuando le sea preciso. En el caso de los granos y semillas, su conservación requiere la utilización de grandes recursos técnicos y económicos para asegurar el mantenimiento de sus cualidades nutricionales, viabilidad, cantidad y calidad económica. Esto se logra en gran parte mediante el control de plagas, fundamentalmente de insectos a través del empleo de agentes químicos. (135, 136).

## COMBATE QUIMICO DE INSECTOS EN ALMACENES DE GRANOS

Si se toma en cuenta el gran volumen y peso que implica el manejo de granos almacenados se observa que el problema a enfrentar

en el momento del control de plagas es sumamente pesado y laborioso; es por ello que al no ser posible que se lleve a cabo en forma continua movimientos del grano, se hace indispensable adoptar medidas para controlar la posible infestación del producto. (117).

Por otra parte el principal daño que originan los insectos es su motivación por hambre, y en menor grado lo constituye la búsqueda de abrigo para sus huevecillos o construcción de nidos para sí mismos.

Existe principal atención e importancia en dos órdenes de insectos: los Coleópteros que incluyen la mayoría de los gorgojos, los cuales tanto larvas como adultos se alimentan del material almacenado y los Lepidópteros, abarcando las palomillas de los granos cuya etapa principal causante del daño es la larvaria. (10, 136).

Para su control a través de medios químicos se emplea la fumigación que a una temperatura y presión ambiental dadas, pueden existir en estado gaseoso en concentración suficiente, que resultan letales para los insectos plaga. No deben ser residuales, no inflamables, no formar mezclas explosivas con el aire, no reaccionar con los productos y no ser corrosivos. Debido a que su movimiento está regido por las leyes de difusión de los gases deberán presentar buena volatilidad, es decir peso molecular bajo.

El fumigante se mueve a través de un espacio o una mercancía en forma de moléculas que son captadas por el insecto y absorbidas por el grano como moléculas de gas.

El objetivo de la fumigación, es introducir una concentración letal de gas dentro de todas las secciones de una masa de granos y mantener las concentraciones el tiempo necesario para matar todas las etapas del insecto presentes. Debido a su forma gaseosa los fumigantes son capaces de penetrar en espacios libres de producto, así como en hendiduras y grietas de las superficies del almacén eliminando a los insectos presentes. Debido a esta ventaja resultan de utilidad para la desinfestación de almacenes, silos, bodegas, furgones de ferrocarril y bodegas de barcos. (10, 11, 12, 70, 136).

Una desventaja que presentan los fumigantes es que no ejercen una protección duradera en el producto, debido a su volatilidad, por lo que más bien actúan como medio correctivo en el control de plagas de insectos, no impidiendo una reinfestación inmediata después de la fumigación.

Debido al modo de acción de los fumigantes por penetración a través del sistema respiratorio, su efectividad dependerá del ritmo respiratorio de los insectos. La temperatura óptima para la actividad de los insectos en la que el ritmo respiratorio es más

elevado, ofrecerá las condiciones más adecuadas para la fumigación. A medida que sea más baja la temperatura, mayor será la dosis necesaria y más largo será el periodo de tiempo requerido para la fumigación. De esta forma, los estados biológicos de los insectos más inactivos respiratoriamente, como ejemplo hevecillos y pupas, serán las más resistentes a la acción de los fumigantes.

Este método ofrece la ventaja de ser efectivo para cualquier tipo de insecto, no importando el tipo de aparato bucal, en virtud de que el gas entra al insecto por medio de los espiráculos durante su respiración.

Es obvio que su aplicación está limitada a lugares cerrados y herméticos o aquellos que puedan ser encerrados en carpas o en envolturas relativamente herméticas.

Los fumigantes pueden agruparse de acuerdo a los siguientes criterios:

- A) Forma Física
- B) Composición Química
- C) Forma de Acción

(18, 136).

**CUADRO No. 15**  
**CLASIFICACION DE FUMIGANTES POR SU FORMA FISICA**

TIPO	CARACTERISTICAS	EJEMPLOS
LIQUIDOS	LIQUIDOS A TEMPERATURA AMBIENTE Y SE VOLATILIZAN AL CONTACTO CON EL AIRE, ACTUANDO COMO TOXICO	- CS <sub>2</sub> - C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>
SOLIDOS	EL GAS ACTIVO SE DESPRENDE DE UN MATERIAL SOLIDO AL CONTACTO CON EL AIRE Y HUMEDAD	- Ca CN <sub>2</sub> - FOSFURO DE ALUMINIO
GASEOSOS	GASES ENVASADOS A PRESION Y APLICADOS AL ALMACEN MENDIANTE VALVULAS DE EXPANSION	- CH <sub>3</sub> Br

(18, ).

**CUADRO No. 16**  
**CLASIFICACION DE FUMIGANTES POR SU COMPOSICION QUIMICA**

TIPO	CARACTERISTICAS	EJEMPLOS
HIDROCARBUROS HALOGENADOS	CONTIENEN C, H Y UN HALOGENO COMO Cl O Br	- CCl <sub>4</sub> , CH <sub>3</sub> Br - C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Cl <sub>2</sub>
COMPUESTOS DE AZUFRE	CONTIENEN AZUFRE EN LA MOLECULA	- SO <sub>2</sub> - CS <sub>2</sub>
CIANUROS	CONTIENEN UN GRUPO CIANO EN SU MOLECULA	- HCN, CaCN <sub>2</sub> - ACRYLONITRILLO
OTROS COMPUESTOS QUIMICOS	INCLUYEN DIFERENTES TIPOS	- CLOROPICRINA - FOSFINA - OXIDO DE ETILO

(18).

**CUADRO No. 17**  
**CLASIFICACION DE FUMIGANTES POR SU FORMA DE ACCION**

TIPO	FORMA DE ACCION
VENENOS RESPIRATORIOS	INTERFIERE EN LA TRANSFERENCIA DE OXIGENO AL INSECTO
VENENOS NERVIOSOS	INTERFIERE CON EL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL DEL INSECTO
VENENOS PROTOPLASMATICOS	FORMAN ACIDOS EN LAS CELULAS DE LOS INSECTOS, INTERFIRIENDO CON LA ESTRUCTURA DE LAS PROTEINAS

(18).

### FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FUMIGACION

La fumigación de granos almacenados se ve afectada por una serie de factores que pueden ser determinantes en su efectividad como controladores de insectos.

## TEMPERATURA

A temperaturas bajas la actividad respiratoria se reduce, disminuyendo la eficacia del fumigante, por lo que es necesario incrementar la concentración y viceversa, al incrementar la temperatura, aumenta la reactividad requiriéndose menores dosis de aplicación.

## HUMEDAD DEL GRANO

El incremento de humedad de los granos, propicia un aumento en la concentración requerida del insecticida debido a la disminución de la penetrabilidad. (16, 18).

## TIEMPO DE ALMACENAJE

Los granos que se han mantenido en largos periodos de almacenaje, requieren mayores cantidades del fumigante, lo cual se debe a la compactación de los granos.

## MATERIALES DE CONSTRUCCION DEL SILO

- a) Metal                    En general se cuenta con mayor hermeticidad necesitándose cantidades menores de insecticida.
- b) Concreto                Son ligeramente porosas, por lo que se debe mantener una concentración letal.
- c) Madera                  Normalmente presenta grietas y poros que pueden albergar insectos, lo cual debe considerarse para la dosis propuesta.
- e) Lonas                    Se emplean por la facilidad práctica al fumigar estibas aisladas.

## FACTOR CONCENTRACION-TIEMPO

Las fumigaciones se realizan indicando una dosis en peso de fumigante para un volumen determinado, se indica también un tiempo de tratamiento en horas o días y la temperatura límite de acción del mismo.

## TIPO Y COMPOSICION DEL GRANO

El tamaño y estructura de cáscara del grano o semilla afecta y limita la capacidad de penetración dentro de la masa del grano. La compactación del grano reduce también el poder de penetración.

## CICLO DE DESARROLLO DE LOS INSECTOS

Dependiendo de la etapa en el ciclo de desarrollo del insecto será la facilidad con que logre actuar el fumigante. Las etapas o especies que se desarrollan dentro del grano presentan menor susceptibilidad y por tanto de control más difícil, que aquellos que viven fuera del grano. (18, 140).

## METODO DE APLICACION DEL FUMIGANTE

Puede aplicarse por dos métodos :

- a) Por gravedad. Se emplea para fumigantes más pesados que el aire y consiste en colocar el fumigante en la parte superior del material a fumigar. Es útil para pequeñas cantidades de grano.
- b) Distribución Forzada. Se aplica fuerza física o mecánica distribuyendo los vapores del fumigante, se pueden emplear ventiladores o aireación. (14, 15, 18, 127).

Debido al empleo indiscriminado de los insecticidas y fumigantes, el control químico crea inconvenientes, que cada vez se vuelven más agudos e importantes, lo que puede apreciarse desde diversos puntos de vista :

### BIOLOGICO

Aproximadamente desde hace 30 años se han venido empleando indiscriminadamente los insecticidas. Se han utilizado por largos períodos (años) en dosis no adecuadas, "sobredosis" (136, 142). Esto ha contribuido a que se desarrollen algunas especies resistentes a ellos, se debe principalmente al gran poder de adaptación que tienen los insectos como resultado de la variabilidad genética que presentan, en virtud de que su tiempo de generación es muy corto.

### ECOLOGICO

En consecuencia del poder de resistencia se ha optado por incrementar las dosis, lo que ha repercutido agravando la problemática de la contaminación y lo que es más importante ocasionando alteraciones en la salud por el consumo de productos contaminados. Se crean también problemas de seguridad para el personal que realiza la aplicación al estar expuesto a mayores concentraciones del principio activo.

## LEGISLACION SANITARIA

Los insecticidas autorizados en México, se logran a través de autoridades Sanitarias, en este caso Sanidad Vegetal dependiente de la S.A.R.H.

La causa de contar con pocos productos para el control de insectos de almacén se debe al proces tan laborioso y sumamente largo para la obtención del registro de autorización sanitaria.

## ECONOMICO Y OPERATIVO

El costo total de la operación, además de ser por sí mismo costoso, se eleva aún más por la importación de los productos.

Otro problema es la carencia de equipo adecuado y necesario para la aplicación de plaguicidas. Mucho o la mayoría de éste equipo es importado y en ocasiones el personal que labora en ello no es adiestrado para utilizarlo adecuadamente, lo que provoca desajustes o descomposturas que llevan a la inutilización del mismo.

La problemática que enfrenta el control tradicional de plagas, fundamentado en lo anterior, ha obligado a buscar nuevos mecanismos para controlar insectos de almacén.

Esencialmente se busca que estos métodos alternativos no contaminen, no afecten la salud del hombre, no alteren los productos, que sean económicos y efectivos en el control. (101, 136).

## ALTERNATIVAS Y METODOS COMPLEMENTARIOS AL CONTROL QUIMICO

Como el almacén es creado por el hombre, se puede considerar como un ecosistema artificial en el que existen eventos naturales y complejos de difícil manipulación.

El almacén se constituye de elementos bióticos y abióticos. Los elementos vivos y no vivos del ecosistema se conjugan e interrelacionan ocasionando distintas consecuencias indeseables para el propósito de mantener el grano en óptimas condiciones de calidad.

El factor biótico del ecosistema está constituido por el mismo grano como elemento más importante y por los microorganismos e insectos que pudieran estar en contacto con él, mientras que el factor abiótico esta integrado por la propia estructura almacenadora, la temperatura ambiental, la humedad relativa, la humedad y temperatura del grano, además de la composición atmosférica. (37, 136).

Si se consideran las características intrínsecas del grano como son: capacidad para intercambiar agua con el ambiente, el ser mal conductor térmico y el dejar espacios entre grano y grano; se infiere que la humedad y temperatura existen entre espacio vacío dentro de la estructura almacenadora y las condiciones ambientales fuera de ella sean diferentes. Debido a esto, en los espacios intergranulares se creará un microclima que será poco variable por lo que puede permitir la conjugación adecuada de los factores abióticos del ecosistema, creandose por tanto las condiciones ambientales propicias, principalmente temperatura y humedad para el desarrollo de los elementos vivos. Lo cual puede contribuir al daño irreversible de los granos. (59, 61, 65, 136).

Conocer las condiciones ambientales que afectan o favorecen el desarrollo de insectos de almacén, propicia la búsqueda y el uso de otros métodos de preservación del almacén. Estudiando la ecología en la cual los insectos de granos y harinas suelen vivir podrá aplicarse con mayor precisión, eficiencia y menor costo algún tipo de combate. (60, 136).

A través de los métodos no químicos se persigue:

- a) Controlar no erradicar la población de insectos.
  - b) Evitar la reinfestación.
  - c) No crear líneas o razas biológicas resistentes al tratamiento
  - d) Controlar todos los estados biológicos.
  - e) No alterar el valor nutritivo del producto tratado ni afectar la viabilidad y el poder germinativo de los granos y semillas.
  - f) Que sean económicos.
- (37, 136).

Los métodos complementarios al control no químico puede clasificarse en:

- I) Métodos que alteran el factor biótico.
- II) Métodos que alteran el factor abiótico.

I) MÉTODOS QUE ALTERAN EL FACTOR BIOTICO

Estos métodos se basan en mantener la población de insectos al mínimo, es decir en un nivel que no afecte la calidad del grano. Estos control pueden clasificarse como:

- 1. CONTROL BIOLÓGICO
- 2. CONTROL FÍSICO

1. CONTROL BIOLÓGICO

Este tipo de control se plantea como una alternativa en la que mediante la interferencia del potencial de reproducción se disminuye progresivamente el número de individuos.

Esto puede llevarse a la práctica mediante tres alternativas de control biológico a saber:

- a) Afectar la capacidad de reproducción.

Tradicionalmente esto se ha logrado a través de la liberación de individuos esterilizados parcial o totalmente con radiaciones gamma. El control que al liberarlos se establece, consiste en el apareamiento de un insecto normal con uno esterilizado por lo que no habrá descendencia o si la hay, ésta será menor, con la consecuente reducción de la población.

En este aspecto se ha trabajado con palomillas, obteniéndose buenos resultados.

Este método ofrece las siguientes ventajas:

- \*Rápido abatimiento de la población.
- \*No implica daño para el producto ya que los adultos no se alimentan.
- \*No contaminan.
- \*Son económicos.

Las desventajas que presenta son:

- \*Únicamente se ha desarrollado para palomillas.
- \*No es posible controlar varias especies al mismo tiempo.
- \*Se ha realizado solo a nivel laboratorio.

Otra forma de alterar la capacidad de reproducción es mediante feromonas.

Las feromonas son hormonas sexuales secretadas por los insectos actuando como atrayentes, desempeña el papel de reconocimiento de la pareja para el apareamiento.

La feromona se aísla y se libera en el medio ambiente, los insectos la localizan y buscan su pareja pero no logran aparearse.

b) Infección de los insectos.

Se le conoce también como control microbiológico. Consiste básicamente en la liberación de un microorganismo patógeno para la plaga en cualquiera de sus estados del ciclo de vida.

Por ejemplo la bacteria: Bacillus thuringiensis se emplea para el control de palomillas de especies Plodia interpunctella y Sitotroga cerealella, afectandolas en su estado larvario que es en el cual se origina el mayor daño.

Las ventajas que ofrece son:

- \*La aplicación se lleva a cabo en una capa superficial del almacén, que es suficiente para ejercer el control.
- \*El producto puede ser consumido casi inmediatamente, pues el método no origina contaminaciones.

La desventaja que presenta es que únicamente se pueden controlar estas dos especie de palomillas.

c) Predación de la población plaga.

Este método consiste en la liberación de individuos que se alimentan de la especie plaga que se desea controlar. Debe ponerse especial atención en que el individuo predador no sea capaz de consumir el producto almacenado ya que de lo contrario el ataque de la especie nociva fracasaría. Por ejemplo las avispas del género Trichogramma se alimentan de huevecillos de Sitotroga cerealella.

## 2. CONTROL FISICO

Se puede considerar como el control que se ejerce sobre los insectos de almacén utilizando mecanismos físicos como:

a) Aplicación de energía luminosa de alta intensidad.

Esta aplicación puede llevarse a cabo mediante el empleo de luz laser. (36, 136).

La luz laser se ha probado como un método eficaz para el combate de insectos de almacén a nivel experimental sobre especies como: Prostephanus truncatus, Sitophilus zeamais, Tribolium confusum, Tribolium castaneum, y Oryzaephilus surinamensis. (14, 136).

Se ha comprobado que la supervivencia lograda es inversamente proporcional a la relación tiempo-dosis de exposición.

Este tipo de luz induce a los insectos a:

- \*Mortalidad.
- \*Esterilidad.
- \*Alteración de los ciclos de vida.
- \*Disminución de la longevidad.
- \*Inmovilidad y aletargamiento.
- \*Deshidratación.

#### b) Empleo de radiaciones.

La utilización de radiaciones ionizantes o radiaciones de alta energía ocasionan esterilidad o semiesterilidad a baja dosis, en tiempos mas largos de exposición ocasionan la muerte.

En los últimos años se ha difundido la tecnología de la irradiación como un método seguro para la conservación de alimentos. Para prevenir y corregir los problemas de infestación en granos almacenados puede emplearse esta técnica que ofrece ventajas sobre los métodos químicos como son:

- \*Seguridad
  - \*No dejar residuos
  - \*Reducción de tiempo de aplicación
- (50, 136).

La fuente de energía que se emplea es ionizante como la radiación gamma, la cual puede provenir del Cobalto-60 (Co-60) ó Cesio-137 (Cs-137). Otro tipo de fuente son los electrones generados mediante un acelerador de partículas e incluso pueden emplearse también rayos X.

Independientemente de la fuente empleada, el efecto que causan sobre organismos vivos es análogo. El daño se produce básicamente a nivel biológico. En virtud que los insectos se encuentran constituidos de agua, al ser sometidos a este tipo de radiaciones se producen cambios químicos, mejor conocidos como radiólisis, la cual provoca alteraciones fisiológicas en el insecto y que si en ese momento no le ocasionan la muerte, estos cambios serán los responsables de la misma en un tiempo no muy prolongado.

Estas radiaciones son importantes tambien sobre moléculas del DNA, las cuales al experimentar multiples cambios, llevan al organismo a su desaparición, pues a raíz de ello se induce esterilidad en el insecto, en caso de no aplicar dosis suficientemente altas para producir su muerte. (115, 136, 158).

El efecto de la radiación es diferente en las distintas etapas del ciclo de vida de los insectos. Existen etapas que son más sensibles a la penetración de la radiación, como lo es la etapa del huevo, pero existen otras que a la misma dosis presentan mayor resistencia como el insecto adulto. El sexo es también un indicador de mayor o menor sensibilidad a la radiación. (36, 124, 136).

Actualmente a nivel comercial varios países llevan a cabo esta técnica con buenos éxitos, el que va a la cabeza de ellos es la Republica de Rusia y otros países de la anterior URSS, que contribuye aproximadamente con un 75% del total de granos almacenados irradiados.

El Instituto de Física de la U.N.A.M. cuenta con una planta piloto para desinfestación de maíz con electrones acelerados que cuenta con una capacidad de 200 Kg/hr.

Se pueden aplicar dosis bajas (menor a 1 KGy) para la desinfestación, causando con ello esterilidad o muerte de insectos sin causar daño al grano, ya que el proceso no provoca calor. (136).

El ININ da servicio a diferentes empresas por reducir carga microbiológica a dosis no mayores de 10 Gy. (104).

Estudios realizados demuestran que los diferentes tipos de radiación, presentan habilidades de penetración distinta. Se ha comprobado que es más efectiva la radiación gamma (Co-60 ó Cs-137) que la de electrones acelerados a la misma dosis. (41, 136).

Su aplicación presenta el problema de no disponer de instalaciones lo suficientemente amplias como para tratar volúmenes grandes.

Se han llevado a cabo pruebas de calidad en maíz irradiado encontrando inalterables sustancias nutritivas como: Vitaminas y Proteínas. Se realizaron también pruebas organolépticas del maíz irradiado a la dosis óptima de desinfestación, resultando ampliamente satisfactorias. (72, 136).

Este método resulta muy atractivo y presenta la siguiente ventaja: Como actúa sobre organismos vivos y no exclusivamente

sobre insectos, se ataca también el problema de desarrollo de hongos, que desde el punto de vista de Salud Pública representa un serio problema por lo producción de micotoxinas. (115).

#### c) Utilización de agentes minerales (abrasivos).

El empleo de tierras de diatomeas o celita, polvos minerales y cenizas, logra un aceptable control de insectos.

Este método se basa en la susceptibilidad de los insectos a perder agua y morir por deshidratación, cuando su exoesqueleto es atacado por algún agente que adelgace o lime su cubierta impermeable.

La desventaja que muestran estos agentes es que frecuentemente son afectados por la humedad disminuyendo su efectividad.

Los materiales empleado como agentes abrasivos se han probado por diferentes investigadores. (1, 86, 121).

Pérez M. (1982), reporta que en muchas regiones del país se emplea Hidróxido de Calcio (Cal). (119)

Se reporta probaron varios métodos para controlar Sitophilus sp en maíz. Ellos emplearon al inicio una dosis de Fosforo de Aluminio y Bromuro de Metilo aplicadas a substancias inertes como: Fosfato tricálcico y cal (1%) mezclados con el grano, obteniéndose muy buenos resultados en el control durante un lapso de seis meses.

Glob et al. (1982), reportan el empleo de cenizas de madera, polvo de tabaco (obteniéndose de las hojas inferiores de la planta del tabaco), dolomita y aserrín, con dosis de 1, 5, 15 y 30% en peso de maíz, aplicando arena en porcentajes de 1:1, 1:2, 1:4 y 1:8 en volumen, se mezclaron con el grano y al término de cuatro meses todas los tratamientos resultaron efectivos para disminuir la infestación de Sitophilus zeamais y Sitotroga cerealella. A los seis meses la dolomita junto con el aserrín fueron los mejores tratamientos. (121).

A continuación se muestra una relación de la efectividad de polvos minerales en el combate de insectos plaga en granos básicos almacenados:

1. Acanthoscelides obtectus
2. Prostephanus truncatus
3. Sitophilus zeamais
4. Zabrotes subfasciatus

POLVO MINERALEFFECTIVIDAD

Ceniza del Volcán Chichonal	1,2,3 Y 4
Tezontle	1,2,3 Y 4
Mármol	2,3 Y 4
Prímex	2,3 Y 4
R.O.B.	2,3 Y 4
Teckies ligero	2,3 Y 4
Teckies pesado	2,3 Y 4
Adsorcite	2,3 Y 4
Tezontle gris	1,2 Y 4
Tezontle rojo	1,2 Y 4
Cal apagada	2 Y 3
Cal viva	4
Bentonita	4
Roca de Jilotepec, Ver.	4
Roca de Panthelo, Chis.	4
Tequesquite	4
Tezontle claro	4
(121)	

En la información presentada se asignó un número en la columna de efectividad, dónde se señala la especie en que resultó con buenos resultados el polvo mineral.

De estos datos se puede observar que los más promisorios son Ceniza del Volcán Chichonal y Tezontle. (83, 121, 141).

En el combate del picudo del maíz S. zeamais y del barrenador mayor de los granos P. truncatus en Montecillos Texcoco, Edo. de México, se utilizaron varios polvos minerales de diferentes texturas. En general, todos los polvos empleados en esta prueba resultaron efectivos para el combate del picudo del maíz a la dosis de 1.0 y 0.2%, mientras que para el barrenador mayor de los granos solamente la dosis de 1.0% resultó efectiva. Los mejores tratamientos fueron la ceniza del Volcán del Chichonal y la Cal apagada. (121).

Una evaluación más de almacén se realizó en una bodega de ANDSA ubicada en Lerma, Edo. de México, en maíz encostalado. Los resultados de este experimento indicaron que los polvos minerales resultaron más efectivos a la dosis de 1.3%, mientras que el polvo vegetal de la cancerina H. excelsa a una dosis de 0.5% no fue tan efectiva. Los mejores polvos minerales fueron: ceniza del Volcán Chichonal, R.O.B. y Cal apagada. (96).

El mejor tratamiento, en la evaluación de tecnología tradicional para proteger el maíz almacenado en la región Chatina en Oaxaca, por un período de cuatro meses, fué el polvo de la

planta Piper aritum (Piperaceae) llamada comúnmente "Acuyo", "Tlamépa" u "Hoja Santa", en dosis de 1.0%, esto es, un gramo de acuyo por cada 100 gramos de maíz desgranado.

En Tlaxcala también se han realizado varias pruebas en condiciones rústicas para la evaluación de estos métodos no convencionales de control de insectos, por medio de plantas y minerales, en las cuales se han encontrado que 10 Kilogramos de Cal protegen una tonelada de maíz, por un período de tres meses en Lázaro Cárdenas y Tepeyanco. Misma conclusión a la que se llegó en la evaluación realizada en la Zona Central del Edo. de Veracruz, pero por una duración de cuatro meses. (121)

#### d) Empleo de vegetales con propiedades insecticida.

Existen productos naturales derivados de plantas que se han utilizado como insecticidas en forma de polvos, cenizas o extractos y que han servido para sintetizar insecticidas como los piretroides.

En nuestro país existen plantas que se han utilizado para el combate de insectos por ejemplo:

En el Edo. de México se intercalan plantas secas de Artemisia ludoviciana entre costales de maíz para evitar la infestación de gorgojos. Se emplea también la raíz de "Chichicamole" ó "Sancoche" Microsechium helleri para combatir la gallina ciega. (54, 121).

Se reporto que el polvo de la pimienta negra Piper nigrum es altamente tóxico contra Acanthoscelides obtectus en frijol almacenado. (97)

Desde hace muchos años se ha mencionado el uso de los extractos de las hojas del "tabaco" Nicotiana tabacum, en aspersiones para controlar insectos. La nicotina es el alcaloide principal de las hojas del tabaco en las cuales se halla en concentraciones que van del 0.5 al 3.0%, que varia de acuerdo al medio ambiente en que se desarrolle el cultivo y al proceso de secado utilizado. Dicho producto ha sido desplazado del mercado por los insecticidas organosintéticos, pero debido a su actividad insecticida no se descarta su participación futura en el control de algunas plagas. (79, 121).

Se ha señalado que la reproducción de tres razas de S. oryzae se redujeron notablemente cuando se mezcló chícharo con trigo en igual proporción. (52)

La pimienta negra es tóxico contra Sitophilus oryzae, atribuyéndole el efecto a la "piperina" presente en la pimienta. El pericarpio entero o pulverizado de Zanthoxylum alatum a dosis de

## ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

0.5, 1.0 y 2.0%, muestra repelencia significativa y toxicidad (a 50  $\mu\text{g}/\text{insecto}$ ) en adultos de S. oryzae y Lasioderma serricorne.

Se probaron productos vegetales encontrando actividad antialimentaria contra R. dominica en las hojas de Chenopodium ambrosioides y en una acadiractina aislada de la semilla del árbol de "neem" Azadirachta indica. A esta última planta se le atribuyen diversos efectos tóxicos los cuales son causados por sus principios activos tales como la azadiractina y el meliantróil (113). Se señala la importancia de esta planta como un insecticida natural contra un amplio espectro de plagas, principalmente contra lepidópteros y coleópteros. Es de baja toxicidad a organismos de sangre caliente y tienen moderados efectos colaterales en enemigos naturales de las plagas. El mismo autor dice que puede ser un insecticida alternativo en el manejo integrado de plagas especialmente en países en vías de desarrollo. (106)

Se encontró que el extracto de las flores de Calotropis procera inhibe el crecimiento de la población de R. dominica, siendo más efectivo que el BHC y el malatión. (148)

El rizoma de Acorus calamus al 1% protege los granos contra S. oryzae, Trogoderma granarium y Callosobruchus chinensis. Las hojas de Clerodendrum inerme y Cestrum nocturnum al 5% fueron efectivas contra S. oryzae y T. granarium. Las semillas de Coron. comburghianum al 5% fueron efectivas contra las tres especies mencionadas anteriormente. (45)

Los extractos de los frutos de la pimienta poseen actividad insecticida contra un mayor número de plagas. (111)

En polvos de semillas oleaginosas se encontró que una solución de Azadirachta indica fue efectiva para reducir la oviposición de S. oryzae y el daño al grano de maíz. La actividad de las semillas y hojas de esta planta reduce la progenie de los coleópteros S. oryzae, S. zeamais y Phytophertha dominica, así como la emergencia de Sitotroga cerealivora y Ephesia cautella (35, 121).

En México existe la probabilidad de explotar ampliamente la abundancia y diversificada riqueza de vegetales para ser utilizados como agentes de combate de plagas.

Pueden presentar una o varias formas de acción en contra de insectos de granos almacenados como podrían ser:

- \*Efecto antialimentario. Inhibiendo la alimentación normal de los insectos, causándoles desde la reducción de peso, capacidad biótica y hasta la muerte.
- \*Repelentes. Alejando a los insectos del grano.

- \*Atrayentes. Hacia lugares específicos que pueden aprovecharse con trampas o lugares donde se puedan controlar.
- \*Inhibiendo la oviposición. Disminuyendo su tasa normal de oviposición lo que acarreará una disminución en la población.

Este método ofrece las siguientes ventajas:

- \*Son recursos renovables.
- \*Son fácilmente degradables y por tanto no contaminan.
- \*Ofrecen menor riesgo en la salud humana.
- \*Son de fácil obtención, por lo tanto económicos; lo que disminuye los gastos de desinfestación.
- \*Se aprovecharían vegetales que normalmente no tienen ningún uso.

(136).

Datos proporcionados por el colegio de Postgraduados de Entomología y Acarología, indican que existen en México 16 plantas con actividad insecticida contra Acanthoscelides obtectus 9 contra Frostephanus truncatus, 11 contra, Sitophilus zeamais y 9 contra Zabrotes subfasciatus.

De A. obtectus señalan que 10 fueron de mortalidad y 9 de emergencia de la primera generación. La mayor mortalidad se presentó en la planta "Cola de Caballo" Equisetum arvense.

#### e) Uso de temperaturas extremas.

Debido a que los insectos son muy sensibles a los cambios de temperatura, pueden ser controlados mediante la modificación de temperatura del microclima en que se desarrollan.

Como método alternativo se ha propuesto el almacenamiento a temperaturas menores a 4°C, en la cual se ha comprobado el control de insectos, pero en la práctica esto no es posible en granos almacenados.

En contraste, se puede usar temperatura alta para el combate de insectos, mediante un lecho fluidizado, sin embargo presenta el inconveniente de elevar la temperatura del grano por lo que puede reducir la viabilidad y ocasionar sobresecamiento del grano. Solo se aplica a nivel laboratorio. (121).

#### II) MÉTODOS QUE ALTERAN EL FACTOR ABIÓTICO.

Consiste principalmente en modificar las condiciones ambientales propicias para la aparición y desarrollo de los insectos.

La modificación de los factores abióticos puede lograrse a través del control de:

1. Aireación.
2. Modificación de la composición atmosférica.

### 1. AIREACION.

La aireación es una técnica que se ha empleado desde hace varios años. Se empleo originalmente para eliminar focos de calentamiento producidos en el almacén, posteriormente se llegó a emplear el aire como una medida de combate de plagas, seleccionando horarios de aireación seleccionando las horas más frescas del día, así como la época más fresca del año, buscando que el aire aplicado fuera lo más frío posible. En época más reciente se empleo aire enfriando de 30 o 34° C a 19°C, con el objeto de cambiar el microclima, logrando que se mantenga el grano por un lapso de tres meses.

Con estos métodos se obtienen beneficios técnicos ya que protegen la buena calidad del producto y a la vez son económicos.

Es evidente que al existir niveles altos de infestación, se deberá seleccionar a la vez otros métodos que permitan bajar la infestación de la plaga. (59, 76, 136).

### 2. MODIFICACION DE LA COMPOSICION ATMOSFERICA.

Es una técnica alternativa muy efectiva para el control. Los organismos que constituyen el factor biótico del ecosistema, "almacén de granos", son perjudiciales para la buena calidad de éstos (insectos y microorganismos).

Son aerobios, por lo que al eliminar o disminuir considerablemente la concentración de oxígeno en el ambiente, faltaría un elemento para la conjugación de todos los factores del ecosistema, por lo que no se podrían desarrollar estos organismos dañinos, no presentándose el proceso deteriorativo de los granos. (13, 92, 136).

Los factores que han llevado a la posible aplicación de esta técnica son:

- a) La inconveniencia del control químico. (alto costo, resistencia, disponibilidad).
- b) El avanzado desarrollo con que cuenta esta tecnología.
- c) Tendencia al almacenamiento vertical en lugar del plano.
- d) Tendencia de modernizar instalaciones de almacenamiento.
- e) Necesidad de contar con granos de buena calidad.
- f) No dejar residuos.

Básicamente se cuenta con tres alternativas para lograrlo:

1) Almacenamiento Hermético.

Este se practica en el estado de Veracruz. En forma natural y espontánea se logra la baja de oxígeno debido al consumo del mismo por respiración del grano y como consecuencia de la oxidación de Carbohidratos, se genera Bióxido de Carbono que eliminan los insectos por respiración. (36, 92, 136, 138).

2) Almacenamiento con Bióxido de Carbono.

Se orientan básicamente al incremento de Bióxido de Carbono y disminución de Oxígeno en la atmósfera. Mediante experimentos de Laboratorio y Planta Piloto se llegó a la conclusión de que dosis mayores al 60% de Bióxido de Carbono son suficientes para controlar adultos, larvas y pupas de Sitophilus sp. y Rhyzopertha dominica en un período de cuatro días a 21°C.

3. Almacenamiento con Nitrógeno.

En virtud del menor costo del Nitrógeno y en función de que los insectos pueden desarrollar resistencia al Bióxido de Carbono se han hecho ensayos sobre diferentes mezclas en distintos porcentajes de Nitrógeno y Oxígeno e incluso existen a nivel comercial en algunos países.

Una combinación entre los métodos citados anteriormente (2 y 3) puede realizarse quemando el oxígeno del almacén, produciendo un incremento en el Bióxido de Carbono y una disminución considerable del Oxígeno, lo que llevará a una óptima combinación para el control efectivo de plagas. (92, 133, 136).

Existen en el mundo aproximadamente 700,000 a 1,500,000 especies de insectos, de los cuales aproximadamente 100 en el mundo son las causantes de daños en alimentos almacenados, de éstos en México existen aproximadamente 25 especies que atacan estos productos.

La práctica ha demostrado que los causantes del mayor daño son 15 especies de insectos primarios y secundarios. (41, 64, 92, 136, 161).

CUADRO No. 18  
ESPECIES QUE CAUSAN MAYOR DAÑO

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
<u>Sitophilus zeamai</u>	Gorgojo de maíz
<u>Sitophilus granarius</u>	Gorgojo de los graneros
<u>Sitophilus oryzae</u>	Gorgojo de arroz
<u>Prostephanus truncatus</u>	Barrenador de los granos
<u>Rhyzopertha dominica</u>	Barrenillo de los granos
<u>Dryzaophilus surinamensis</u>	Gorgojo aserrado de los granos
<u>Acanthoscelides obtectus</u>	Gorgojo pardo del frijol
<u>Zabrotes subfasciatus</u>	Gorgojo mexicano del frijol
<u>Tribolium confusum</u>	Gorgojo confuso de la harina
<u>Tribolium castaneum</u>	Gorgojo castaño de la harina
<u>Sitotroga cerealella</u>	Palomilla del maíz
<u>Plodia interpunctella</u>	Palomilla india de la harina
<u>Anagasta kuehniella</u>	Palomilla mediterránea de la harina
<u>Pharaxonotha kirachi</u>	Gorgojo mexicano del grano
<u>Tragoderma granarium</u>	Gorgojo Khapra

(44, 80, 81, 82, 135).

**CAPITULO**

**VI**

**RESISTENCIA DE INSECTOS**

## RESISTENCIA

El desarrollo de resistencia por un organismo se establece por la habilidad de ese individuo para sobrevivir a la aplicación de un tóxico, el cual sería letal para la mayoría de los organismos de una población normal, "sobrevivencia de los individuos mejor adaptados".

El desarrollo de resistencia se debe a que los genes que confiere la resistencia ya se encuentran en la población y el insecticida solo actúa como agente selectivo que favorece a los genotipos resistentes. (42, 122).

El uso inadecuado, (continuo e intensivo) de ciertos insecticidas contra varias plagas de insectos ha resultado en el desarrollo de razas suficientemente resistentes a la acción del insecticida, como para necesitarse un cambio completo de las medidas de combate. (43, 122)

Puede desarrollarse resistencia cruzada cuando una población de insectos o ácaros expuesta a la presión de selección con un insecticida, desarrolla resistencia a él y simultáneamente se vuelve menos susceptible a otros insecticidas relacionados que no han sido usados antes, pero que comparten, al menos, un mecanismo de resistencia.

La resistencia cruzada negativa se presenta cuando una población desarrolla resistencia a un insecticida y esto ocasiona aumento de susceptibilidad a otros productos no utilizados para los cuales existía resistencia anteriormente.

Se dice que existe resistencia múltiple cuando una población adquiere resistencia a uno o varios insecticidas que no han sido aplicados y al mismo tiempo adquieren resistencia hacia otros insecticidas de grupos toxicológicos semejantes o diferentes que aún no han sido utilizados. Cuando esto ocurre, la población posee en forma simultánea varios mecanismos de resistencia. (71, 122).

### MECANISMOS DE RESISTENCIA

Se ha observado que los insecticidas pueden producir resistencia en insectos debido principalmente a la participación de algunos mecanismos fisiológicos, que a su vez se clasifican en metabólicos y no metabólicos.

## BIOTRANSFORMACION

Los insecticidas pueden ser metabolizados y biotransformados en productos menos tóxicos por los insectos, como consecuencia de la acción de los sistemas enzimáticos presentes en los insectos. Las principales enzimas responsables del metabolismo de los insecticidas son: función oxidativa mixta (FOM), esterasas, DDTasas, y glutatión s-transferasas.

### Función Oxidativa Mixta

La oxidación de moléculas de insecticidas en el interior del cuerpo de los insectos por medio del sistema enzimático conocido como función oxidativa mixta (FOM), es de vital importancia, por lo que existe una relación directa entre los niveles de FOM y el grado de tolerancia o resistencia de los insectos hacia una gran diversidad de insecticidas.

### Esterasas

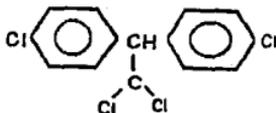
Las esterasas son hidrolasas que rompen los enlaces esteráticos de los organofosforados y producen alcoholes y ácidos, los cuales son menos tóxicos y además solubles en agua. Existen dos tipos de esterasas: carboxiesterasas y fosfotriesterasas, las cuales constituyen un mecanismo metabólico importante para los compuestos organofosforados.

a) Carboxiesterasas. Las poblaciones de artrópodos que presentan resistencia al malatión se caracterizan por tener un alto nivel de carboxiesterasas, las cuales atacan el grupo carboxietil de este insecticida hidrolizándolo.

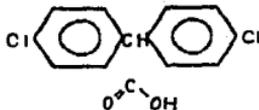
b) Fosfotriesterasas. Son esterasas hidrolíticas, que rompen los enlaces esteráticos de los organofosforados, dando lugar a los ácidos y a los alcoholes correspondientes.

### DDTasas

Estas enzimas llamadas también DDT-desclorhidrasas, metabolizan la molécula del DDT, y la transforman en DDE, que es un metabolito menos tóxico para los insectos. La degradación del DDT por esta enzima es un factor importante para los individuos resistentes, ya que disminuye la concentración interna de DDT y lo transforma primero a DDE y posteriormente a DDA.



D.D.E.



D.D.A.

(95)

### Glutación S-transferasa

Esta enzima es muy importante en el metabolismo de compuestos organofosforados, ya que produce la desalquilación de dimetil fosfatos y dimetil fosforotionatos.

## N O B I O T R A N S F O R M A D O S

Estos mecanismos de resistencia no dependen del metabolismo del insecto. Sin embargo gracias a estos mecanismos algunos insectos son capaces de producir altos niveles de resistencia a los químicos. Los principales mecanismos de este tipo son:

### Insensibilidad a ciclodienos

Los mecanismos de resistencia a los ciclodienos son poco conocidos, ya que no se sabe con exactitud el modo de acción de estos compuestos. Sin embargo se ha encontrado en algunos insectos (mosca doméstica, principalmente) resistencia a ciclodienos y lindano por insensibilidad neural.

### Acetilcolinesterasa insensitiva

Este mecanismo afecta a insecticidas organofosforados y carbamatos, cuyo modo de acción consiste en inhibir a la acetilcolinesterasa, por insensibilidad del sitio activo.

### Menor penetración

El grado de penetración de un insecticida a través del integumento del insecto, es un factor que está íntimamente ligado con la toxicidad del insecticida. La capacidad del integumento para reducir la penetración de un tóxico puede variar de una especie a otra y también dentro de la misma especie.

### Resistencia al derribo

Este mecanismo afecta tanto a insecticidas pertenecientes al

grupo del DDT como a los piretroides. Originalmente se describió a éste mecanismo como resistencia al derribo por DDT, y posteriormente se le descubrió como "Kdr" por las iniciales del nombre en inglés "Knock down resistance". Este mecanismo confiere resistencia cruzada entre piretroides y DDT.

#### Mayor excreción y almacenamiento

Generalmente está considerado como de menor importancia en insectos, sin embargo, cuando se presenta acompañado de otro mecanismo de resistencia, aumenta su importancia, debido a que eleva el nivel de resistencia aún más. Está basado en el incremento de la excreción y almacenamiento en tejidos inertes. (95, 105, 122).

#### **RECOMENDACIONES GENERALES PARA RETRASAR LA RESISTENCIA.**

1. Usar insecticidas de corta vida activa, no residuales.
2. El plaguicida por aplicar no debe estar relacionado con otro usado anteriormente (no deberán ser del mismo grupo), debido a que probablemente no funcione con respecto a mecanismos de resistencia.
3. La formulación no debe ser de liberación prolongada en el medio ambiente.
4. Las aplicaciones deben realizarse cuando las poblaciones alcancen los mayores niveles permitidos.
5. El porcentaje de mortalidad debe ser el menor posible.
6. Dirigir la selección principalmente contra los adultos.
7. Realizar aplicaciones localizadas en lugar de recubrimientos.
8. Es conveniente dejar algunas generaciones de insectos sin tratar (cuando no hay nada que proteger).
9. No usar mezclas si no es necesario.
10. Utilizar un producto hasta que no sirva (uso secuencial).

(122).

**CAPITULO**

**VII**

**PRECAUCIONES DURANTE EL MANEJO DE  
INSECTICIDAS**

## PRECAUCIONES DURANTE EL MANEJO DE PLAGUICIDAS

El uso y manejo inadecuado de los plaguicidas ha demostrado causar diversos riesgos para el hombre. Este riesgo se manifiesta por intoxicación de grado diverso y por efectos que pueden presentarse a mediano o largo plazo, tales como carcinogénesis, teratogénesis, esterilidad, mutagénesis, entre otros.

Lo anterior hace indispensable la protección del personal operativo expuesto a materiales tóxicos, empleando ropa y equipo de protección adecuado para la prevención de accidentes.

### PUNTOS IMPORTANTES A CONSIDERAR COMO MEDIDAS DE PREVENCIÓN DURANTE LA APLICACIÓN DE PLAGUICIDAS

- \* Utilizar únicamente plaguicidas contenidos en su envase y con etiquetas.
- \* Leer cuidadosamente la etiqueta del plaguicida.
- \* Tener en un lugar accesible un buen suministro de cal, arcilla, arena, aserrín o cualquier otro material absorbente para recoger un plaguicida derramado.
- \* Utilizar instrumentos para medir con mayor precisión y seguridad la dosis de plaguicida que interviene en la mezcla.
- \* Asegurarse que el equipo de aplicación se encuentre en buen estado.
- \* Nunca debe utilizarse la boca para aspirar materiales líquidos con una manguera para traspasarlos de un recipiente a otro, o para destapar las boquillas obstruidas.
- \* Contar con áreas apropiadas para su manipulación.
- \* Si se derrama sobre una determinada región del cuerpo, lavar inmediatamente la sección afectada con abundante agua y jabón.
- \* Antes de retirarse del trabajo o si se ha contaminado, bañarse completamente en regadera lavando con especial atención el cabello y las uñas.
- \* Si el producto salpica sobre los ojos, lavarse inmediatamente con agua limpia, por lo menos durante 15 minutos.
- \* Asegurese que esté absolutamente prohibido fumar, beber y comer en todas las áreas donde se manejen plaguicidas.
- \* Asegurese que en los lugares donde se almacenen plaguicidas no existan alimentos y medicamentos entre otros.
- \* Nunca se permitirá que una persona trabaje sola, de manera que si se presenta un accidente por exposición a plaguicidas, se preste la atención necesaria al accidentado y se le conduzca al médico.

(28, 30, 146).

## EQUIPO DE PROTECCION DURANTE LA APLICACION DE INSECTICIDAS

### GUANTES Y BOTAS

Las botas deben ser de hule no de piel o cuero por que estos absorben los plaguicidas.

Los guantes o manoplas no serán forradas, al emplear organofosforados es conveniente utilizarlas de hule natural y para el manejo del resto pueden ser de plástico y nunca de cuero.

### SOMBREROS

Para la protección de la cabeza debe emplearse sombrero de ala ancha y completa, no debe ser de fieltro. (46, 67, 146).

### DELANTALES

Deben ajustarse de manera perfecta y cómoda sin ser del tipo empañable.

### RESPIRADORES

Debe emplearse el tipo de máscara o respirador adecuado para el sistema de aplicación de plaguicida. (46, 146).

Es importante tener una noción del grado de toxicidad que representan los productos a emplear. Los siguientes valores de la DL50 aguda oral corresponden a la cantidad probable de plaguicida técnico, letal para un humano adulto de talla mediana.

DL50 mg/kg de peso corporal	Cantidad letal
5	Unas cuantas gotas.
50	Una cucharadita.
500	30g (2 cucharaditas).
5000	380g.
15000	960g.

(159).

**PRIMEROS AUXILIOS GENERALES EN  
CASO DE INTOXICACION CON  
PLAGUICIDAS.**

Primeramente mover al paciente a un lugar seguro y libre de contaminación, eliminándole cualquier prenda contaminada.

**I) Si ha sido ingerido.**

a) Si el paciente no ha sufrido vómito, inducirlo inmediatamente a él, introduciendo un dedo a la garganta o administrando agua salada (2 cucharadas de sal en un vaso con agua tibia).

b) No se induzca al vómito si el disolvente del plaguicida es un destilado de petróleo como combustóleo o Keroseno.

c) No introduzca nada por la boca a una persona inconsciente o convulsionada.

**II) Si se han salpicado los ojos.**

a) Lavar e irrigar inmediatamente con agua limpia, la rapidéz de esta operación es esencial para prevenir un daño severo a los ojos.

b) Lavar por lo menos durante 15 minutos.

c) La solución de ácido bórico puede resultar benéfica.

**III) Si se ha derramado sobre la piel.**

a) Quitar la ropa contaminada, lavar inmediatamente con agua y jabón. Limpiar las uñas de manos y pies. Repetir esta operación varias veces.

b) Lavar la piel contaminada con alcohol, para completar la descontaminación.

c) Cubrir al paciente con ropa o con un cobertor limpio.

A continuación se muestra un cuadro con ciertas indicaciones a seguir en caso de intoxicación con algún tipo de plaguicida. Se menciona el empleo de algunos fármacos así como las contraindicaciones.

(46, 132, 146).

**CUADRO No. 19**  
**TRATAMIENTO Y CONTRAINDICACIONES EN CASO DE ACCIDENTE**

GRUPO DEL ING. ACTIVO	SINTOMATOLOGIA DEL PACIENTE	TRATAMIENTO	CONTRAINDICACIONES
ORGANOCLORADOS	SI HAY CONVULSIONES	DIAZEPAN, VALIUM	EPINEFRINA Y OTRAS AMINAS ADRENERGICAS POR IRRITACION DEL MIOCARDIO PRODUCIDO POR LOS ORGANOCLORADOS
	SI SE INGIRO EN ALTAS CANTIDADES	LAVADO DE ESTOMAGO	
ORGANOFOSFORADOS	SI ESTA CONCIENTE Y SU RESPIRACION ES NORMAL	JARABE DE IPECACUANA PARA INDUCIR VOMITO	MORFINA, AMINOFILINA, FENOTIAZINAS O RESERPINA, NO ADMINISTRAR ATROPINA O PARALIDOXIMA PREVIAMENTE A TRABAJADORES EXPUESTOS A PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADOS
	SOLO CUANDO HAY BUEN NIVEL DE OXIGENO	ATROPINA	
	EN CASO DE ENVENENAMIENTO SEVERO	PRALIDOXIMA (PROTOPAM AYERS, 2-DAM)	
	SI NO SE HA PRESENTADO MOVIMIENTO INTESTINAL EN 4 HORAS	SULFATO DE SODIO	
CARBAMATOS	SIMILAR A ORGANOFOSFORADOS	SIMILAR A ORGANOFOSFORADOS	PARALIDOXIMA (2PAM) Y OPIACEOS COMO MORFINA Y HEROINA
PIRETRINAS Y PIRETROIDES	SI ES SINTOMATICO	ANTIHIISTAMINAS	
	SI SE INGIRO EN ALTA CANTIDAD	FENOBARBITAL	
	SI EXISTE DIARREA	SULFATO DE ATROPINA	

## CAPITULO

## VIII

## BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA

## BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA

Muchas de las técnicas aplicadas para el control o combate de insectos es de tipo correctivo y no preventivo, lo que ha ocasionado el lucro en el empleo de insecticidas.

La base del control no se fundamenta en la erradicación pero si el control, de lo contrario se atenta contra la ecología, es por ello que se han presentado diversos problemas a raíz del combate de insectos como lo es la resistencia, la cual poco a poco se va reafirmando en muchas especies en virtud del manejo erróneo de insecticidas.

En las Industrias Alimentarias se vive muy de cerca este problema y es precisamente ahí donde los insectos encuentran las condiciones propicias para su crecimiento, desarrollo y reproducción. Este es un problema grave por lo cual la Industria de Alimentos debe encaminar sus esfuerzos al control de los mismos. (78, 159).

El problema no debe ser atacado sólo cuando ya se ha presentado, por el contrario, deberán estar preparados y prevenidos para la invasión de los mismos; por tanto se deben aplicar medidas de control aún cuando no se encuentren presentes las plagas. (66).

Un punto que debe mantenerse permanentemente es la limpieza y el orden personal, tanto de obreros como de empleados en general; es justamente en este rubro dónde inician las BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA, en conjunto con el buen mantenimiento de las instalaciones de la misma planta.

El mantenimiento de la planta viene dado desde su propio diseño, debe contemplar el no presentar grietas y/o hendiduras que puedan servir de albergue a los insectos, principalmente aquellas zonas que puedan mantener temperaturas apropiadas para el desarrollo de los insectos. (143, 159).

Se debe procurar crear las condiciones no óptimas para la llegada y desarrollo de insectos; por ejemplo eliminando focos de infestación como pueden ser residuos de alimentos y/o materia prima fuera del lugar apropiado, mantener las puertas y ventanas cerradas. Estas simples acciones promueven el alejamiento de los insectos por lo que constituyen medidas preventivas y no correctivas que se aplican en la mayoría de los casos. Para aquellos que se encuentren en el lugar se desarrollarán medidas para su combate. (78, 91, 159).

**CAPITULO**

**IX**

**DISCUSION Y CONCLUSIONES**

## D I S C U S I O N   Y   C O N C L U S I O N E S

Conocer la morfología de los insectos que se consideran plagas es de gran importancia cuando se efectúa el combate por procedimientos químicos, si el aparato bucal es masticador lo indicado es el empleo de insecticidas de ingestión que actúan pasando a través del conducto digestivo. Si el aparato bucal es de tipo chupador, se usarán insecticidas de contacto, debido a que la forma de alimentarse es mediante la perforación de los tejidos absorbiendo los jugos. Este conocimiento permite diseñar la mejor metodología de administración de insecticidas.

Los métodos que se emplean para la prevención y control de insectos resultan exitosos siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para su óptima aplicación.

Muchos insecticidas han desaparecido del mercado por motivos de seguridad. Para la gran mayoría de estos se a corroborado que su aplicación se llevaba a cabo en forma indiscriminada "sobredosis", creándose por ello múltiples problemas como la residualidad en el medio ambiente, que finalmente repercutió en problemas ecológicos. Otro problema aún por resolver es el desarrollo de resistencia para las principales plagas atacadas a nivel Mundial. Es por ello que diversos organismos se han dado a la tarea de buscar nuevos productos que ofrezcan mayores ventajas como son: menor residualidad, mayor especificidad y económicos. Es importante hacer notar que no basta con que se cumpla con las características de un insecticida ideal, sino que su forma de aplicación será la mejor para lograr la óptima aplicación. Esto se ha basado en estudios realizados para la cucaracha, la cual posee una estructura aerodinámica que no permite que insecticidas aplicados en forma de aerosoles normales tengan el efecto deseado.

El empleo de mezclas presenta varias desventajas que básicamente coadyuvan a la agudización de los problemas anteriormente descritos. Se logrará un mejor resultado con el empleo de un solo compuesto y en dado caso alternar grupos diferentes en aplicaciones por separado.

Los métodos físicos son empleados en varios sitios, mismos a los que les brindan un buen resultado. Estos métodos son efectivos sólo si reciben la atención y el mantenimiento adecuado. Debe elaborarse un estudio cuidadoso sobre los lugares donde se van a instalar, de lo contrario estos sistemas no tendrían el rendimiento esperado.

Los métodos Bioquímicos son sumamente atractivos pero presentan la desventaja que solo son aplicables a un grupo sumamente reducido de especies. La comercialización con la que actualmente se cuenta es reducida, lo cual no logrará en un buen tiempo desplazar a los métodos químicos.

Se podrá contar con los mejores métodos, pero si no se tiene en cuenta la limpieza como parte primordial de un Programa de eliminación de Plagas, éstos métodos no funcionaran.

**CAPITULO**

**X**

**BIBLIOGRAFIA**

## BIBLIOGRAFIA

- 1) Adhikary, S. 1980. The Role of the Natural Insecticides of Plant Origin in Controlling Storage Pest with Special Reference to the Products Obtained from the neem tree, Azadirachta indica. In: Post Harvest Problems. p. 85-93, 103. Eschborn, Germany. Germany Agency for Technical Cooperation Eschborn, Germany.
- 2) Agri Sense. 1991. A Sensible Approach to Insect Control. Información Técnica. BSC. Limited U.S.A.
- 3) Agri Sense. 1991. Effective Insects Monitoring and Trapping Technology for Stored Products. Información Técnica. BSC. Limited U.S.A.
- 4) Agri Sense. 1991. Pheromone Based Monitoring and Trapping Systems for Stored Product Moths. Información Técnica. BSC. Limited U.S.A.
- 5) Agri Sense. 1991. Technical Information. Trappit (TM) Dome Trap with Flying insect attractant. BSC. Limited U.S.A.
- 6) Agri Sense. 1991. The Trappit Roach Trap. Información Técnica. BSC. Limited U.S.A.
- 7) Agri Sense. 1991. Trappit (TM). Insect Probe Trap. Información Técnica. BSC. Limited U.S.A.
- 8) Agri Sense. 1991. Trappit. GP2 Cockroach Attractant. Información Técnica. BSC. Limited U.S.A.
- 9) Agri Sense. 1991. Traps and Detectors for Cockroaches. Información Técnica. BSC. Limited U.S.A.
- 10) ANDSA. 1990. Manual de Fumigación. Fascículo Primero. Dirección de Operación. p. 9-10. Centro Nacional de Investigación, Certificación y Capacitación.
- 11) ANDSA. 1991. Capacitación en Conservación de Granos. Dirección de Operación. p. 3, 8, 10, 11. Centro Nacional de Investigación, Certificación y Capacitación.
- 12) ANDSA. 1991. Folleto Técnico de Conservación de Granos Nos. 1 y 2 Dirección de Operación. Centro Nacional de Investigación, Certificación y Capacitación.
- 13) Annis, P.C. 1986. Towards Rational Controlled Atmosphere Dosage Schedules: A Review of Ocurrent Knowledge. In: Proceedings of the IV International Working Conference on Stored-Product Protection. p. 38, 45. Tel-Aviv, Israel. Jerusalem. Maor-Wallach Press.

14) Anónimo. 1973. Fumigation with Methyl Bromide Precautionary Measures Ministry of Agriculture. Información Técnica. Fisheries and Food. London, England.

15) Anónimo. 1976. Methyl Bromide, Fumigation Guide. Great Lakes, Chemical Corporation, Indiana, U.S.A.

16) Anónimo. Grain Drying. s/fecha. p. 3-10. Manual Published. Electric Institute, New York, U.S.A.

17) Anónimo. 1991. Manual para el seminario sobre el manejo y el almacenamiento de alimentos. p. 88, 95, 102-103 World Share, Inc. Cal. USA.

18) Arias, V.J. 1991. El uso de Fumigantes en el Combate de Insectos de Almacén. Bodegas Rurales Conasupo S.A de C.V. Curso: Taller de Insectos en Granos Almacenados. Fabbellón de Arteaga, Ags.

19) Badui, D.S. 1988. Diccionario de Tecnología de los Alimentos. p. 3, 41, 67. Ed. Alhambra Mexicana. Mexico

20) Barberá, C. 1976. Pesticidas Agrícolas. p. 48-265. Ed. Omega. Barcelona, España.

21) Bayer. 1991. Baygon Cebo. Información Técnica. Bayer de México S.A. de C.V. México, D.F.

22) Bayer. 1991. Baygón-C. Información Técnica. Bayer de México S.A. de C.V. México, D.F.

23) Bayer. 1991. Baygón-N. Información Técnica. Bayer de México S.A. de C.V. México, D.F.

24) Bayer. 1991. Baythion. Información Técnica. Bayer de México S.A. de C.V. México, D.F.

25) Bayer. 1991. Cifluthin 20%. Información Técnica. Mobay Corporation. Bayer U.S.A. Inc. Company.

26) Bayer. 1991. Folithion 1% polvo. Información Técnica. Bayer de México S.A. de C.V. México, D.F.

27) Bayer. 1991. Manual Bayer Sobre Control de Plagas. División Productos Veterinarios. Bayer de México S.A. de C.V. México, D.F.

28) Bayer. 1991. Outdoor Perimeter Treatments. Tempo Insecticide. Información Técnica. Mobay Corporation. Bayer U.S.A. Inc. Company.

- 29) Bayer. 1991. Phostoxin. Información Técnica. Bayer de México S.A. de C.V. México, D.F.
- 30) Bayer. 1991. Pryfon 6. Información Técnica. Mobay Corporation. Bayer U.S.A. Inc. Company.
- 31) Bayer. 1991. Solfac PH-10. Información Técnica. Bayer de México S.A. de C.V. México, D.F.
- 32) Bayer. 1991. Soluciones de Higiene para la Industria Alimentaria. Bayer de México S.A. de C.V. México, D.F.
- 33) Bayer. 1991. Tempo 20 WP. Información Técnica. Mobay Corporation. Bayer U.S.A. Inc. Company.
- 34) Bayer. 1991. 1-Methylethyl-2((ethoxy((1-methylethyl)amino)phosphinothiyl)oxy)benzoate. Información Técnica. Mobay Corporation. Bayer U.S.A. Inc. Company.
- 35) Bowry, S.K., N.D. Pamdey y R.A. Tripathi. 1986. Evaluation of certain oilseed cake powders as grain protectants against Sitophilus oryzae. Rev. Appl. Ent. 74(9):491 (Indian Journal of Entomology. 46 (2):196-200.
- 36) Bressani, R., J.F. Medrano, L.G. Elias, R. Gómez-Brenes, J.M. González, D. Navarrete y R. E. Klein. 1982. Estudio de Control de Insectos para la Preservación de maíz opaco almacenado y efectos sobre su valor nutritivo. Turrialba 32 (1): 51-58.
- 37) Brunner, H. 1986. Cold Preservation of Grains In: Proceedings of the IV International Working Conference on Stored-Product Protection. p. 4, 15, 28, 36-41, 56-59. Tel-Aviv, Israel. Jerusalem. Maar-Wallach Press.
- 38) Burkholder, W.E. 1976. Applications of Pheromones for Manipulating Insect Pests of Stores Products. p. 111-112. In: T.Kono and S. Ishii Proceedings of the Symposium on Insect Pheromones and their Applications, p. 3-18. Negaoka, Tokyo.
- 39) Burkholder, W.E. and G.M. Boush. 1974. Pheromones in Stores Product Insect Trapping and Pathogen Dissemination. Bull. OEPP: (Organ. Evr. Mediterr. Prot Plant). 4:455-461.
- 40) Burkholder, W.E. and M.M.A. 1985. Pheromones for Monitoring and Control of Stored-Product Insect. Ann. Rev. Entomology 30: 257-272.

- 41) Buscarlet, L. A.; Aminian, B.; Bali, C. : Effect of Irradiation and Exposure to Nitrogen on Mortality of Adults of Tribolium confusum. In: Proceedings of the IV International Working Conference on Stored-Product Protection. p. 13-28 Tel-Aviv, Israel. Jerusalem. Maor-Wallach Press.
- 42) Cardona, C. 1986. La Resistencia de Variedades de Frijol a los Gorgojos del Grano Almacenado. De: Memorias de la II Mesa Redonda Latinoamericana sobre Prevención de Perdidas Postcosecha de Granos. p. 10-11. Cali, Colombia.
- 43) Carrillo, S.V. 1985. Evolución del Control Biológico de Insectos en Mexico. Folio Entomológico Mexicano. No. 65 p. 139-146 México.
- 44) CENICCANDSA. 1990. Memoria de Trabajos del CENICCANDSA octubre de 1990. p. 3-5. Centro Nacional de Investigación, Certificación y Capacitación.
- 45) Chandler, H. y S.M. Ahmed. 1985. Potentiation of some new plant products as grain protectants against insect infestations. Bulletin of grain Technology. 21 (3): 179-188.
- 46) Ciba Geigy. 1988. La seguridad depende de Usted. División Agricultura, Servicio de Asesoramiento en Cuestiones de Aplicación de Agroquímicos. S.12. Ciba Geigy Mexicana, S.A. de C.V.
- 47) Ciba Geigy. 1990. Diacap 300 CS. Información Técnica. Ciba Geigy Mexicana, S.A. de C.V. División Agropecuaria.
- 48) Ciba Geigy. 1990. Snip Cebo Mata Moscas. Información Técnica. Ciba Geigy Mexicana, S.A. de C.V. División Agropecuaria.
- 49) Ciba Geigy. 1990. Descubra ... Alfadaex el máximo control. Información Técnica. Ciba Geigy Mexicana, S.A. de C.V. División Agropecuaria.
- 50) Commercial Ultrasonic. Pest Control System. 1991. Prosonics, INC. U.S.A.
- 51) Concon, M.J. 1988. Food Toxicology. Principles and Concepts. Food Science and Technology. Part A. Contaminants and Additives. Part B. p. Part. A 25-38, p. Part. B 67-95. Marcel Dekker Inc. U.S.A.
- 52) Coombs, C.W., C.J. Billings, and J.E. Porter. 1977. The effect of yellow split-peas Pisum sativum and other pulses on the productivity of certain strains of Sitophilus oryzae and the ability of other strains to breed thereon. J. Stored Prod. Res. 13: 33-58.

- 53) Coronado R., Márquez A. 1990. Introducción a la Entomología. p. 8-36. Editorial Limusa. México, D.F.
- 54) Cortez, R.M.; Lopez, G.; Borboa J.; Wong, F.J.: 1989. Utilización de Extractos Vegetales para el Control de Rhyzopertha dominica en Trigo Almacenado en el Estado de Sonora. II Reunión Nacional sobre la Problemática de Postcosecha de Granos y Semillas. Sociedad Mexicana de Postcosecha de Granos y Semillas. p. 18-23 Celaya, Guanajuato.
- 55) Cremlyn, R. 1980. Pesticides. Preparation and Mode of Action. John Wiley & Sons. , 28-146. Great Britain.
- 56) Cuevas, R.; Estrada, B.; Guerra, J. 1990. Manual Operativo sobre el Control de Calidad en Alimentos. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP, Guatemala.
- 57) Dell'Orto, T.H. 1987. Prevención y Control de Plaga en Granos Almacenados. Seminario Nacional de Manejo de Granos Almacenados. Santiago de Chile. Publicado por la Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago de Chile.
- 58) Dell'Orto, T.H. y Arias V.C. 1985. Insectos que Dañan Granos y Productos Almacenados. Of. Reg. de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile.
- 59) Department of Agriculture. s/fecha. Report No. 178. Aeration of Grain in Commercial Storages. U.S.A.
- 60) Department of Agriculture. s/fecha. Report No. 337 Operating Grain Aeration Systems in the Corn Belt. U.S.A.
- 61) Department of Agriculture. s/fecha. Report No. 919 Drying ear Corn by Mechanical Ventilation. U.S.A.
- 62) Desoupey, J. 1981. A method of trapping the confused flour beetle Tribolium confusum Duval. J. Econ. Entomology 24: 1079-1081.
- 63) Diario Oficial de la Federación. 1988. Catálogo Oficial de Plaguicidas. Tomo CDXIV, No. 10, México, D.F. lunes 14 de marzo.
- 64) Díaz, A.A.L. 1986. Control no Químico de Insectos de Granos Almacenados. Conferencias Magistrales. p. 16-35. Conasupo. México.
- 65) DOW. 1991. Recirculations of Methyl Bromide for Fumigation of Bulk Grain Storage with Measured Safety and Results. Información Técnica.

- 66) Drehmann, P. s/fecha. We do it all. Drehmann, P. & Flooring Company. New Jersey, U.S.A.
- 67) Eaton, J.T. 1990. Eaton's Full Line of Pest Control Products. Información Técnica. Eaton & Co, Inc. U.S.A.
- 68) Electracat. 1991. The Ultimate Non-Chemical Pest Control System. Lake Ozark. Missouri, U.S.A.
- 69) Epoleon. 1990. Información Técnica. Epoleon Corporation of America. California, U.S.A.
- 70) F.A.O. 1961. Manual of Fumigation for Insect Control. Agricultural Studies No. 56. Food and Agricultural Organization of the United Nations.
- 71) Fairfield American Corporation. s/fecha. Resistance Management. Questions and Answers. New Jersey, U.S.A.
- 72) Farkas, J. 1988. Irradiation of Dry Food Ingredients.p.56-59. Boca Raton, Florida U.S.A. CRC. Press, Inc.
- 73) FMC. 1991. Pest Control Literature Roundup. Pest Control Special ties.
- 74) FMC. 1991. Pest Control. Termite Control.
- 75) Gallo, D., Nakano D. 1978. Manual de Entomología Agrícola. p. 125-205. Editora Agronômica Ceres. São Paulo Brasil.
- 76) Gil, G.M. 1990. Manual de Secado y Aireación para Capacitación de Técnicos en Conservación de Granos. ANDSA. Centro Nacional de Investigación, Certificación y Capacitación.
- 77) Gilbert, D. 1971. Insect Light Traps Factory Mutual System.
- 78) Gilbert, D. 1989. Industrial Insectology. Don Gilbert. 5611, Krueger Dr., Jonesboro, AR 72401.
- 79) Golob, P., J. Mwambula, V. Mhango y F. Ngulube. 1982. The use of locally available material as protectants of maize grain against insect infestation during storage in Malawi. J. Stored Prod. Res. 18: 67-74
- 80) Gutiérrez Díaz, Luis Jorge M.C. 1991. Comunicación Personal. Programa de Postcosecha. Campo Experimental Zacatepec, Morelos.

- 81) Gutiérrez, D.L. y Jiménez, S.R. 1989. Distribución de los Insectos que Dañan los Productos Almacenados en algunas Localidades de la República Mexicana. Memorias del Primer Simposio Nacional sobre Problemas Entomológicos de Granos Almacenados. p. 17-48. Sociedad Mexicana de Entomología.
- 82) Gutiérrez, D.L. y Jiménez, S.R. 1990. Insectos que Infestan los Granos y Productos Almacenados. (Listado de Especies que se Reportan a Nivel Mundial). p. 24-38. Sociedad Mexicana de Entomología.
- 83) Harnisch, R. 1980. Testing the effectiveness of Natural Substances Used to Inhibit Infestation of Stored Maize by Sitophilus zeamais. In: Post Harvest Problems. p. 15-67, 78-83. Eschborn, Germany. Germany Agency for Technical Cooperation Eschborn, Germany.
- 84) Helios/Roussel Uclaf. 1991. Helios División Higiene y Protección Ambiental. E-Obiol. Información Técnica.
- 85) Helios/Roussel Uclaf. 1991. Helios División Higiene y Protección Ambiental. Biothrine. Información Técnica.
- 86) Herrera, P.J.; Sánchez, H.; Lagunes, A. 1989. Uso de Polvos Minerales y Vegetales para el Control de Plagas en Maíz Almacenado en la Región de la Mititca Poblana. II Reunión Nacional sobre la Problemática de Postcosecha de Granos y Semillas. Sociedad Mexicana de Postcosecha de Granos y Semillas. Celaya, Guanajuato.
- 87) Hoechst. s/Fecha. Penncap-M. Insecticida Microencapsulado. Información Técnica. Química Hoechst de México, D.F.
- 88) ICI. 1991. Actellic. Public Health Insecticide Technical Profile. Información Técnica.
- 89) ICI. 1991. Icon. Insecticida para la Salud Pública. Perfil Técnico. Información Técnica.
- 90) ICI. 1991. Productos para la Salud Pública. Cympetator. Información Técnica. Imperial Chemical Industries PLC. Londres, Inglaterra.
- 91) Jamieson, M. y P. Jobber. 1975. p. 18-25, 56-68, 102-105. Manejo de los Alimentos. Ed. Pax. México.
- 92) Jay, E.; D'Orazio, R. 1983. Progress in the Use of Controlled Atmosphere in Actual field Situation in the United States In: Controlled Atmosphere and Fumigation Symposium. Perth, Australia.
- 93) Kanaujia, K.R. and H.S. Sidhu. 1981. Influence of Tr-p

design, pheromone Source and Release on Moth Trapping of Angoumois Grain Moth, Sitotroga cerealella. Curr. Sci. 50: 512-514.

94) Koor Chemicals Group. 1991. Catálogo de Productos Protectores de Cultivos. Información Técnica. Agrochemicals Division. Makteshim Agan Sabinsky. Israel.

95) Lagunes, T.A. y J.C. Rodríguez M. 1982. Clasificación de las Insecticidas y Acaricidas en base a sus Mecanismos de Resistencia. En: Temas Selectos sobre manejo de Insecticidas Agrícolas Vol I y II. p. Vol. 1 18-26, 45-63. Centro de Entomología y Acarología. Colegio de Post-graduados, Chapingo. México.

96) Lagunes, T.A. y J.C. Rodríguez M. 1990. Polvos Minerales y Vegetales; una opción de Combate de Insectos Plaga en el Almacenamiento Rústico. II Simposio Nacional de Entomología de Productos Almacenados. "Perspectivas de la Investigación en México". p. 16-29. Sociedad Mexicana de Entomología.

97) Lathrop, F.H. y L.G. Keirstead. 1946. Black pepper to control the bean weevil. J. Econ. Entomol. 39: 534-535.

98) Ledesma López, F.J. 1987. Insecticidas y dosis para tratar trampas de cartón corrugado para insectos de granos almacenados. Caso: Teórico Práctico de Licenciatura, Facultad de Agronomía, p. 108-110. UANL. México.

99) Leos Martínez, J.; T.A. Granovsky.; H.J.; Williams, S.B.; Vinson and W.E. Burkholder. 1987. Pheromonal Trapping Methods for Lesser Grain Borer. Rhyzopertha dominica. Environ. Entomol. 16: 747-751.

100) Levinson, H. S. and A. R. Levinson. 1977. Infragated Manipulation of Storage Insects by Pheromones and Food Attractants a Proposal. Z. Angew. Entomol. 84: 337-343.

101) Lombardi, M.; Qualia, G.; Catani, P.; Caproni, E. 1983. Changes in the Reological Characteristics and Quality of Wheat at Different Moisture Contents Stored Under Nitrogen. In: Controlled Atmosphere and Fumigation Symposium. p. 28 Perth, Australia.

102) López Games, M.A. 1987. Sistemas de Liberación de Feromonas en Trampas para Palomillas de Granos Almacenados. p. 15-18. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía, UANL, México.

103) Loschiavo, S.R. and J.M. Atkinson . 1973. An Improved TRap to Detect Beetles in Stores Grain. Curr. Entomol 105: 437-440.

- 104) Luna, C. F.C. 1990. Dosis de Desinfestación y Calidad de Granos Desinfestados por Irradiación. Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. México.
- 105) Macgregor, L. R. 1981. Insectos de Granos Almacenados, Resistencia a Insecticidas y Granos Almacenados Resistentes a Insectos. Seminario: Futuro del Almacenamiento en el año 2000. p. 10-19. UNAM-CENICCANSA. México.
- 106) Malik, M.M. y S.H. Mujtaba. 1984. Screening of some indigenous plants as repellents or antifeedants for stores grain insects. J.Stores Prod. Res. 20: 41-44.
- 107) Metcalf, C.L. y Flint, W.P. 1969. Insectos Destructivos e Insectos Útiles. p. 18-45, 67-95, 108-265. Ed. Continental. México, D.F.
- 108) Metcalf, R.C. 1955. Organic Insecticides. p. 38-49, 55-99. Interscience Publishers, Inc. USA.
- 109) Micro-Gen. s/fecha. Sanitary, Effective Fly Control. Micro-Gen Equipment Corp. San Antonio Texas. U.S.A.
- 110) Millipore Corporation. 1991. The Same Fate Awaits Anyone. Información Técnica.
- 111) Miyakado, M. 1986. The search for new insecticidal and fungicidal compounds from plants. J. Pestic. Sci. 11 (3): 483-492.
- 112) Muller, D. 1982. Pheromones: New Weapon Against Stores Product Insects Pest Control. Información Técnica.
- 113) Naragnan, C.R.; R.P. Sing y D.D. Sawainap. 1980. Phagode Terreny of Various of neem oil against Schirtocerca gregaria. Entomology abstr. 13(10) Indian Jour. Entomol. 43 (3): 469-472.
- 114) National Academy of Sciences. 1971. Principles of Plant and Animal Pest Control Vol. 3. Insect-Pest Management and Control. p. 75-96. Subcommittee on Insect Pests. Committee on Plant and Animal Pests. Agricultural Board. National Research Council. Washington D.C.
- 115) Organización Panamericana de la Salud. 1991. Irradiación de Alimentos. Memorias del Seminario Nacional (7-9 noviembre, 1991). p. 25-37, 84-97. Editor Bustos R., Rocabado O. ININ, S.S., OPS, OMS, México, D.F.
- 116) Ortiz, C.A. 1980. Utilización de Metil-Pirimifos en la Conservación de Granos Almacenados. En: Memorias del Coloquio Internacional. p. 5, 36-45. Oaxtepec, Morelos, México. Ed. por el Instituto de Biología-UNAM.

117) Ortíz, C.A. 1990. Manual de Procedimientos para el muestreo de Granos. ANDSA. Centro Nacional de Investigación, Certificación y Capacitación.

118) Pereira, J. & R. Wohlgenuth. Neem (*Azadirachta indica*) of West Africa Origin as a Protectant of Stored maize. Z. Angew. Entomol. 94:(2):208-214. Biol. Abstr. 75(10): 7413.

119) Pérez Mendoza, Joel M.C. 1991. Comunicación Personal. Entomología de Granos Almacenados. Centro Experimental Batio, Guanajuato.

120) Pérez, M.J. 1983. Marco de Referencia de Manejo PosOotcosecha de Granos y Semillas en el Edo. de Campeche. CAECAM. CIAPY. INIA. México. (Sin publicar).

121) Pérez, M.J. 1990. Uso de Polvos Minerales y OVegetales para el Control de Insectos de Almacén. Curso: Taller de Insectos en Granos Almacenados. Pabellón de Arteaga, Ags.

122) Pérez, M.J. 1991. Aspectos Biológicos sobre la Resistencia a los Insecticidas. Curso: Taller de Insectos en Granos Almacenados. Pabellón de Arteaga, Ags.

123) Pérez, M.J. 1991. El Uso de Insecticidas en el Combate de Insectos de Almacén. En: Curso "Taller de Insectos en Granos Almacenados". Pabellón de Arteaga, Ags.

124) Piña, V.G. 1990. Irradiación de Granos para Desinfestación, Conceptos del Proceso de Irradiación. Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. México. p.p. 102.

125) PLM. 1991. Guía de Productos Especializados para el Control de Plagas. Editor M.A. González. Ediciones PLM. México D.F.

126) Pountain, A. s/fecha. Higiene Actual. Boletín Informativo No. 1, Organó Informativo de la Subdivisión Salud Animal. Product Manager Higiene Ciba Geigy. Basilea, Suiza.

127) Prevett, P. F. 1974. Entomología de los productos almacenados. En Manejo de los Alimentos Vol. 3. Ecología del Almacenamiento. p. 65-86. Eds. Jamieson & Jobber Editorial. Pax-México.

128) Professional Pest Managment. 1984. Flytek. Información Técnica. A Division of Zoecor Corporation. Dallas, USA.

129) Professional Pest Managment. 1987. Genecor 9% . Información Técnica. A Division of Zoecor Corporation. Dallas, USA.

130) Professional Pest Management. 1989. Dianex. Información Técnica. A Division of Zoecon Corporation. Dallas, USA.

131) Professional Pest Management. 1989. Safrotin 1 %. Información Técnica. A Division of Zoecon Corporation. Dallas, USA.

132) Purdue University. s/fecha. Pest Control Technology. Food Processing Personnel. West Lafayette. Indiana. U.S.A.

133) Quaglia, G.; Cavaioli, R.; Catani, P.; Shejbal, J.; Lombardi, M. 1980. Preservation of Chemical Parameters in Cereal Grains Stored in Nitrogen. p. 28-38, 46-47. In: Controlled Atmosphere Storage of Grains an International Symposium. Rome Italy.

134) Ramírez Martínez, Mario Dr. 1991. Comunicación Personal. Unidad de Investigación en Granos y Semillas. Instituto de Biología. UNAM.

135) Ramírez, M.M. 1981. Insectos y Almacenamiento de Granos. Naturaleza No. 2: 92-102. México, D.F.

136) Ramírez, M.M. 1990. Combate Físico y Biológico de Insectos de Almacén. En: Curso "Taller de Insectos en Granos Almacenados". Pabellón de Arteaga, Ags.

137) Ramírez, M.M. 1991. Trampas por medio de Feromonas. Curso: Taller de Insectos en Granos Almacenados. Pabellón de Arteaga, Ags.

138) Reichmut, C. 1986. Low Oxygen Content to Control Stored Products Insects. In: Proceedings of the IV International Working Conference on Stored Protection. Tel Aviv, Israel. Jerusalem Maar Wallach Press.

139) Rius Alonso, C. s/fecha. El Uso de Productos Químicos para el control de Hongos e Insectos. Sección de Química Orgánica. Facultad de Química. U.N.A.M., copias de artículos proporcionados por el Dr. Rius.

140) Roger, G.B. 1988. How to Know the Insect. Brown. Co. Pub. U.S.A.

141) Roman, M. D. 1990. Extractos y Polvos Vegetales con Propiedades Insecticidas: Una Alternativa en el Combate del Gorgojo del Maíz Sitophilus zeamais. Tesis Profesional. p. 18, 36-38, 49, 73-82. Universidad Autónoma de Chapingo. México.

142) Rosenthal, G.A. 1986. The Chemical Defenses of Haigher Plants. Scientific American. Vol. 254 No. 1. p: 76-81

143) Sagan, V.K. 1991. The Pesticide Scandal. Información Técnica. Family Circle U.S.A.

144) SARH. 1988. Manual de Agroquímicos. Químico-Farmacéuticos. Alimenticios y Biológicos Veterinarios. Vol. 1. Plaguicidas. p. 36-40. Dirección General de Sanidad y Protección Agropecuario y Forestal. México D.F.

145) Schmutterer, H. 1985. Wich insect pests can be controlled by application of neem seed kernel extracts under field conditions. Zangew Entomol. 100 (5): 468-475.

146) Secretaría de Salud. 1991. Catálogo de Plaguicidas Autorizados. Secretaría de Salud. México, D.F.

147) Sharama, Y. 1985. Effect of alk flower extract on diferent larvae stages of the lesser grain borer R. dominica. Fab. J. of Adv. Zoology 6 (1): 8-12. (Rev. Appl. Ent. 74 (8):439).

148) Sharama, Y. 1985. A new indigenous plant antifeedant against R. dominica. Bulletin of Grain Technology 21 (3): 223-225.

149) Shell. 1991. Insecticidas Shelltox. Información Técnica. Shell México S.A. de C.V. México, D.F.

150) Specimen Label. 1991. Ficam W. Información Técnica. Kill Master II. Arizona, U.S.A.

151) Specimen Label. 1991. Ficam 2 1/2 G. Información Técnica. Kill Master II. Arizona, U.S.A.

152) Specimen Label. 1991. Ficam Clorpirifos. Información Técnica. Kill Master II. Arizona, U.S.A.

153) Specimen Label. 1991. Ficam D 1% Dust insecticide. Información Técnica. Kill Master II. Arizona, U.S.A.

154) Specimen Label. 1991. Ficam PLUS + Sinergized Pyrethrins. Información Técnica. Kill Master II. Arizona, U.S.A.

155) Specimen Label. 1991. Ficam Plus P/S. Información Técnica. Kill Master II. Arizona, U.S.A.

156) Specimen Label. 1991. Ficam Wasp. Información Técnica. Kill Master II. Arizona, U.S.A.

157) Unidad de Investigación en Granos y Semillas. 1991. UNAM-INIFAP. Insectos de Granos Almacenados. Memorias del Curso Teórico Práctico. (12 a 16 agosto, 1991). Pabellón de Arteaga, Ags.

158) Valdovinos, A.M.A. 1990. Irradiación de Granos para Desinfestacion. Aplicación del Proceso a Nivel Industrial. p. 145-162, 192-208. 225. Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. México.

159) Valle, V.P. 1992. Control de Plagas en la Industria de Alimentos. Desarrollo de Proveedores. Productos de Maíz. S.A. de C.V.

160) Vázquez Badillo, Mario Ernesto M.C. 1991. Comunicación Personal. Unidad de Investigación en Granos y Semillas. Instituto de Biología. UNAM.

161) Velasco, P. H. 1987. Formas de Almacenaje y Evaluación del Daño de Insectos en Granos Almacenados Postcosecha. Año 4 No. 7.

162) Williams, H.J.; R.M.Silvestein, W.E. Burkholder and A. Khorramshahi. 1981. Dominicalure land 2: Components of aggregation pheromone from male lesser grain borer Rhyzopertha dominica. J. Chem. Ecol. 7: 759-780.