

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

**EXPERIENCIAS EN EL USO SEGURO DE LOS
INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DE
PLAGAS DE SUELO EN CULTIVO
DE CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum officinarum*
L.) EN LA ZONA CAÑERA DE
GUATEMALA.**

TESIS

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

CARLOS RENE SANTIZO MOLINA

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

Guatemala, Mayo de 2003

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

RECTOR

Dr. M.V. LUIS ALFONSO LEAL MONTERROSO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

**DECANO Ing. Agr. EDGAR OSWALDO FRANCO
RIVERA**

**VOCAL PRIMERO Ing. Agr. WALTER ESTUARDO
GARCIA TELLO**

**VOCAL SEGUNDO Ing. Agr. MANUEL DE JESÚS
MARTINEZ OVALLE**

**VOCAL TERCERO Ing. Agr. ERBERTO RAUL ALFARO
ORTIZ**

**VOCAL CUARTO Br. WENER ARMANDO OCHOA
OROZCO**

VOCAL QUINTO Br. JUAN MANUEL COREA OCHOA

**SECRETARIO
QUEZADA**

Ing. Agr. EDIL RENE RODRÍGUEZ

Guatemala, Mayo de 2003

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señores representantes:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

**EXPERIENCIAS EN EL USO DE LOS INSECTICIDAS
PARA EL CONTROL DE PLAGAS DE SUELO EN
CULTIVO
DE CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum officinarum* L.)
EN LA ZONA CAÑERA DE GUATEMALA.**

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el presente trabajo de investigación satisfaga los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato agradecerles la atención a la presente.

Atentamente

Carlos Rene Santizo Molina

**EXPERIENCIAS EN EL USO SEGURO DE LOS
INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DE
PLAGAS DE SUELO EN CULTIVO
DE CAÑA DE AZUCAR (Saccharum officinarum
L.) EN LA ZONA CAÑERA DE
GUATEMALA.**

**EXPERIENCES IN THE SECURE APLICACION
OF INSECTICIDES TO CONTROL SOIL PESTS IN
SUGAR CANE (Saccharum officinarum L.) IN
GUATEMALA.**

RESUMEN

El cultivo de la caña de azúcar es atacado por diversas especies de plagas de suelo desde la siembra o rebrote hasta el momento de la cosecha entre las especies mas importantes están la gallina ciega y gusano alambre principalmente del genero *Phyllophaga* y *agriotes* respectivamente.

El daño causado por las plagas de suelo tiene un efecto directo en los rendimientos del cultivo, por lo que para minimizar estos efectos se hace necesario el uso del control químico con insecticidas granulados.

Los insecticidas más utilizados en los Ingenios Azucareros de Guatemala son los Organofosforados y Carbamatos los cuales poseen una toxicidad generalmente alta. Debido a esta particularidad de estos productos la presente investigación pretende dar a conocer su utilización bajo el concepto de uso seguro a través del conocimiento de las normas de protección personal y los equipos y métodos de aplicación utilizados por los Ingenios Azucareros.

Dentro de las normas de protección personal tenemos en primer lugar el entrenamiento y capacitación del personal a todo nivel tanto de los aplicadores como los supervisores de campo y bodegueros.

El uso de la ropa protectora tiene que ser acorde al clima del lugar donde se realicen las aplicaciones, el transporte y almacenamiento de los insecticidas es muy importante se debe dar capacitación a la persona encargada de la bodega.

Los equipos de aplicación que se utilizan en los Ingenios Azucareros son los equipos manuales de mochila tipo Swix Mex y los equipos mecanizados tipo Gandy acoplados a los implementos de mecanización.

Los métodos de aplicación más utilizados son al momento del surqueo con equipo manual o mecanizado, al momento del tapado mecánico y al momento de la fertilización, cabe mencionar que los equipos de aplicación como el equipo mínimo de protección (guates y mascarilla) son proporcionados por las casas comerciales que distribuyen los productos Insecticidas.

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Porque siempre a derramado en mí bendiciones y por darme la oportunidad de concluir una etapa de mi vida profesional.

MI MADRE

Candelaria Molina González, ser abnegado y sublime a quien debo mi ser, como un agradecimiento a sus múltiples sacrificios realizados para mi superación.

MI PADRE

Antonio Santizo Molina Q.E.P.D.

MI ESPOSA

Alma Verónica Orellana Salguero, por su amor, comprensión y apoyo incondicional en todo momento.

MIS HIJOS Karla Lisbeth,
Maria Isabel y Carlos Daniel Santizo Orellana, Con todo
mi amor y ternura, por ser parte importante de mi vida.

MIS HERMANOS Blanca Luz, Aurora, Julieta, Luis, Virginia
Rodrigo, Reina, Armando por su apoyo comprensión y cariño.

MI HERMANO José Eduardo Santizo Molina, Q.E.P.D. por su ejemplo
de superación y apoyo en información académica.

MIS SOBRINOS Con mucho amor.

MIS CUÑADOS Con cariño, por su amistad brindada.

TESIS QUE DEDICO

A:

Ñ MI PAIS GUATEMALA

Ñ FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

Ñ INSTITUTO "RAFAEL LANDIVAR"

Ñ INSTITUTO BASICO "EDUARDO TORRES"

AGRADECIMIENTOS

A:

Ing. Filadelfo Guevara Chávez, agradecimiento sincero por su valiosa colaboración y orientación en el presente trabajo de tesis.

Ing. Víctor Hugo Castellanos, por su amistad y colaboración en el presente trabajo de tesis.

Ing. Oscar Oswaldo Anleu Pérez, por su amistad y apoyo en la elaboración del presente trabajo de tesis.

Ing. Gustavo Guillermo Sagastume, por el apoyo y colaboración brindada del presente trabajo de tesis.

Jorge Leonidas López de León, por su tiempo invertido y su colaboración en la realización de este trabajo de tesis.

A BASF de Guatemala, por el apoyo en el cumplimiento de mis metas.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de este presente trabajo de tesis.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CONTENIDO	i
INDICE DE FIGURAS	ii
INDICE DE CUADROS	iii
RESUMEN	iv
1. INTRODUCCIÓN	1
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
3. MARCO TEORICO	3
3.1 Plagas de suelo de importancia económica en le cultivo de la caña de azúcar.	3
3.2 Uso de insecticidas de suelo en el cultivo de la caña de azúcar.	3
3.3 Modo de acción de los organofosforados y carbamatos.	4
3.3.1 Organofosforados y carbamatos	7
3.3.2 Toxicidad de los organofosforados y carbamatos	8
3.3.3 Signos y síntomas de exposición.	8
3.3.4 Causa de muerte en casos de envenenamiento por organofosforados y carbamatos.	9
3.3.5 Impacto ecológico de los organofosforados y carbamatos.	9
3.4 Toxicodinamica	10
3.5 Cuadro clínico	15
3.5.1 Intoxicación aguda	15
3.5.2 Intoxicación crónica	17
3.6 Marco Referencial	19
3.6.1 Descripción del área.	19
3.6.1.1 Aspectos generales de la zona cañera de Guatemala.	19
3.6.1.2 Aspectos generales de las plagas en la zona cañera.	20
4. OBJETIVOS.	21
4.1 General	21
4.2 Específicos	21
5. METODOLOGÍA	22
5.1 Recopilación de Información bibliográfica	22
5.2 Fase de campo	22

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
6.1 Normas para el uso seguro de los insecticidas	23
6.1.1 Información	23
6.1.2 Capacitación	23
6.2 Compra	24
6.3 Transporte	25
6.4 Actuación en caso de derrame	26
6.5 Almacenamiento	27
6.6 En el campo	28
6.7 Formulación	28
6.8 Envase	29
6.9 Instrucciones de empleo	30
6.10 Destrucción de los envases	31
6.11 Equipo de aplicación	32
6.12 Riesgos de intoxicación	34
6.13 Grados de peligro	34
6.14 Las precauciones especificadas son esenciales	34
6.15 Principios generales	37
6.16 Síntomas de intoxicación	37
6.17 Principales tipos de formulación de los insecticidas	39
6.18 Almacenaje en las fincas	41
6.19 Mantenimiento de las existencias en buenas condiciones	41
6.20 Emplazamiento y construcción de almacenes de Insecticidas	42
6.21 Reenvasado	43
6.22 Medidas de emergencias en los almacenes	43
6.23 Principios generales a cumplir	46
6.24 Tipos de residuos y productos sin usar	47
6.25 Residuos procedentes de derrames o escapes	47
6.26 Ropa o materiales de limpieza contaminadas	48
6.27 Manejo de plagas de suelo en el cultivo de caña de azúcar	48
6.28 La táctica del control químico como parte del manejo de plagas de suelo en el cultivo de caña de azúcar	49
6.29 Uso de insecticidas granulados en el cultivo de caña de azúcar	50
6.30. Pauta de uso y procedimiento de aplicación	50
6.31 Incorporación al suelo	50
6.32 Equipo utilizado en la aplicación de insecticidas granulados	51
6.33 Métodos de aplicación	51
6.34 Dosis de insecticidas utilizadas	53
7. CONCLUSIONES	54
8. RECOMENDACIONES	55
9. BIBLIOGRAFÍA	56
10. ANEXOS	58

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Sistema nervioso del insecto en reposo	4
2	La acetilcolina se produce cuando los nervios se estimulan	5
3	Tras el estímulo nervioso la acetilcolinesterasa para a la sinapsis nerviosa.	5
4	La acetilcolinestasa elimina la acetilcolina de la sinapsis nerviosa	6
5	Rregreso al sistema nervioso en reposo	6
6	Los organofosfodados y carbamatos bloquean la actividad de la acetilcolinesterasa	7
7	Hidrólisis de la acetilcolina por la acetilcolinesterasa	10
8	Transmisión del impulso nervioso por la acetilcolina	11
9	Regiones activas de la acetilcolinesterasa	11
10	Inhibición de la acetilcolinesterasa por organofosforados	12
11	Evejecimiento de la acetilcolinesterasa fosforilada	13
12	Eventos que llevan a la neuropatía tardía inducida por los organofosforados	14
13	Capacitación al personal de aplicación de insecticidas.	24
14	Envases retornables en bodega y en el campo.	29
15	Equipos de aplicación manual.	32
16	Equipos de aplicación mecanizada.	32
17	Uso del equipo de protección.	35
18	Equipo Gandy acoplado a un surqueador.	51
19	Granuladora de doble depósito.	51
20	Métodos de aplicación de los insecticidas	52

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Signos y síntomas de la intoxicación por organofosforados	16
2	Insecticidas granulados utilizados en el cultivo de caña de azúcar	50
3	Insecticidas mas utilizados y dosis por hectárea.	53

1. INTRODUCCION

El Cultivo de la Caña de Azúcar en Guatemala ocupa una Extensión de 181,218 hectáreas, lo cual lo ubica como uno de los más importantes, ya que genera gran cantidad de mano de obra y es fuente principal de divisas para el país (9).

Uno de los problemas que afecta la producción en el cultivo lo constituyen las plagas de suelo, las cuales son el componente más importante en la disminución de los rendimientos, por lo cual se hace necesario el Control Químico a través del uso de insecticidas granulados para su control (4). En los últimos años los Ingenios azucareros han incrementado sus áreas cultivadas y han renovado entre un 20 a 25% del área total cultivada, y es en ese momento de la siembra donde se utiliza la mayor parte de los insecticidas granulados los cuales son aplicados de diferente forma, ya sea en aplicaciones dirigidas al surco con equipos mecánicos al momento del surqueo o bien de forma manual con equipos granuladores de mochila previo a la siembra, dirigiendo el producto al fondo del surco.

El presente trabajo tiene la finalidad de dar a conocer la utilización de los insecticidas granulados bajo el concepto de uso seguro, a través del conocimiento de las normas de protección personal, conocimiento de los productos y equipos de aplicación utilizados.

Dentro de los insecticidas mas utilizados por los Ingenios en el cultivo de la caña de azúcar están los organofosforados y carbamatos, los cuales pertenecen a la clase toxicológica altamente tóxica por lo que es necesario la capacitación del personal sobre el conocimiento de las normas de protección personal y el uso de equipos de protección y de aplicación para hacer un uso seguro de los mismos.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En las últimas cuatro décadas el control de plagas agrícolas en el cultivo de la caña de azúcar se ha efectuado con el uso de plaguicidas sintéticos. Sin embargo, el conocimiento tecnológico sobre el uso correcto de estos productos no ha evolucionado

siempre a la par de su disponibilidad, lo que ha tenido como consecuencia serios problemas ambientales y de salud (6).

A raíz de todos estos problemas provocados por el mal uso de estos productos, las Casas Comerciales que los distribuyen le han puesto más atención a este problema, creándose así programas específicos para darle seguimiento a todas las aplicaciones de insecticidas granulados hasta el nivel del consumidor, brindándoles el apoyo técnico en cuanto a la capacitación de los aplicadores, pruebas de colinesterasa, equipo de protección y equipos de aplicación de mochila y mecanizados directamente al momento del surqueo, y la supervisión constante de técnicos agrícolas.

Siendo la caña de azúcar un cultivo extensivo y que utiliza volúmenes considerables de insecticidas granulados para el control de las plagas de suelo, se hace necesario dar a conocer los lineamientos para el uso seguro de estos productos y de esta forma minimizar los riesgos de las personas que directamente o indirectamente están involucrados con la utilización de los mismos.

3. MARCO TEORICO

3.1 Plagas de suelo de importancia económica en el cultivo de caña de azúcar

La caña de azúcar por lo general es un monocultivo que se siembra en áreas extensas, alterando en consecuencia el equilibrio natural. Esto permite que algunas plagas se reproduzcan, al disponer de una gran cantidad de sustrato para alimentarse. La distribución y la densidad de las especies de los insectos en una área dada, está relacionada íntimamente con los factores del ambiente, lo que produce aumentos o disminuciones en sus poblaciones (15).

En el cultivo de la caña de azúcar en la zona cañera de Guatemala, las plagas de la raíz de mayor importancia económica son: el gusano alambre (*Agriotes* sp. y *Conoderus* sp.), gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) y chinche hedionda (*Scaptocoris talpa*). La abundancia de cada especie varía según las condiciones climáticas y tipo de suelo de cada estrato de la zona cañera (7).

En los últimos años, el complejo de plagas de la raíz ha incrementado sus poblaciones en diferentes áreas de la zona cañera siendo la chinche hedionda (Heteróptera) la de mayor abundancia en el estrato alto (> 300 msnm), con valores promedio entre 73 y 125 insectos/m². la Gallina Ciega y el gusano alambre (Coleóptera), ocurren principalmente en los estratos medio (100 – 300 msnm), con 6.64 y 5.29/m² y bajo (0 – 100 msnm), con 33.02 y 17.85/m² respectivamente, afectando en forma gregaria el sistema radicular del cultivo y produciendo síntomas externos de amarillamiento, retardo en el desarrollo, pérdida de anclaje de la cepa y una disminución en la población de tallos que se refleja en una reducción del tonelaje de caña en cosecha. El potencial de daño es alto con reducciones promedio de 13.2 ton/ha y de 10 a 15 % de reducción en el rendimiento potencial del cultivo (13).

3.2 Uso de insecticidas de suelo en el cultivo de la caña de azúcar

La utilización de insecticidas granulados en el cultivo de la caña de azúcar, al momento de la siembra es una práctica común en dicho cultivo. Los insecticidas más utilizados de acuerdo a su grupo químico son los Organofosforados y Carbamatos, estos pertenecen al grupo de insecticidas inhibidores de colinesterasa y dentro de la clasificación de las clases toxicológicas están dentro de los de mayor toxicidad aguda (6).

3.3 MODO DE ACCION DE LOS ORGANOFOSFORADOS Y CARBAMATOS

Ambos son inhibidores de la acetilcolinesterasa y dan como resultado el aumento de los niveles de acetilcolina, lo cual da lugar a una sobreestimulación del sistema nervioso, normalmente de acción rápida (10).

Los organofosforados y carbamatos penetran el cuerpo del insecto por la absorción directa a través de la cutícula (piel) o por la ingestión del follaje tratado con el insecticida. El principio activo o ingrediente activo se traslada entonces al sitio específico de acción en el cuerpo del insecto, las sinapsis nerviosas (10).

En los insectos, el modo de acción de los organofosforados y carbamatos es idéntico: la inhibición de la actividad de la acetilcolinesterasa, una importante enzima responsable del funcionamiento normal del sistema nervioso del insecto. Ello da lugar a que el sistema nervioso se sobreestime a causa del exceso de actividad nerviosa, lo cual produce en el insecto un descontrolamiento de los sistemas vitales, como la respiración y la secreción de hormonas. El resultado es la muerte (Figura 1) (10).

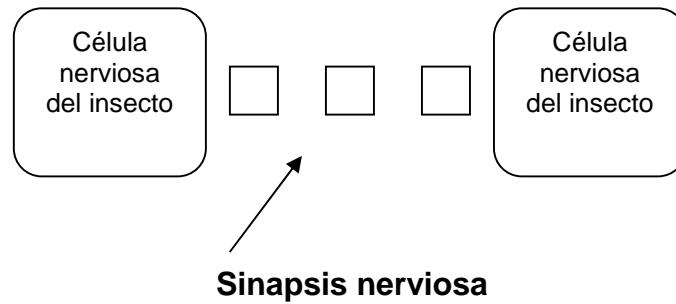


Figura 1. Sistema nervioso del insecto en reposo (10).

(Sin acetilcolina en la sinapsis)

Se muestra la sinapsis interneuronal o espacio entre dos terminaciones de células nerviosas o neuronas. En reposo (sin estímulos), la sinapsis interneuronal es un espacio vacío entre dos células. La transmisión de impulsos nerviosos no está ocurriendo en este momento. (Figura 2).

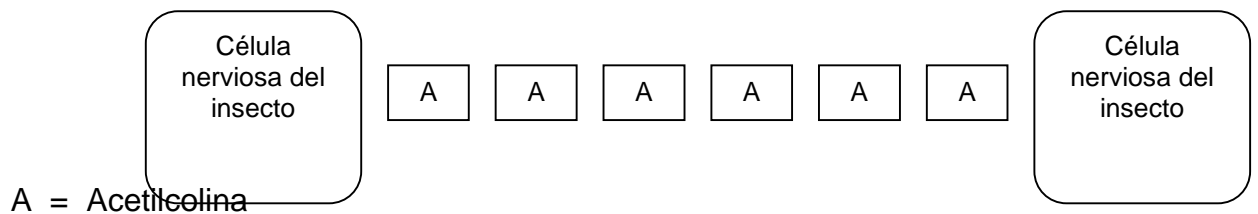


Figura 2. La acetilcolina se produce cuando los nervios se estimulan (10).

Cuando el sistema nervioso del insecto se estimula, los impulsos nerviosos se transmiten químicamente de una a otra neurona a través de la sinapsis. Por medio de ella, se libera acetilcolina para, químicamente, transmitir impulsos de una célula a otra (Figura 3).

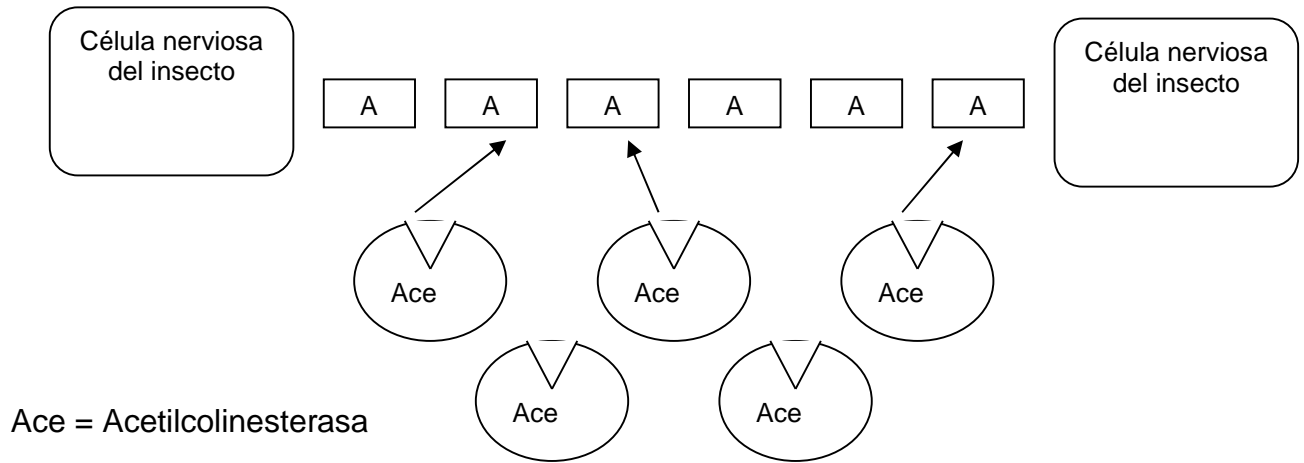
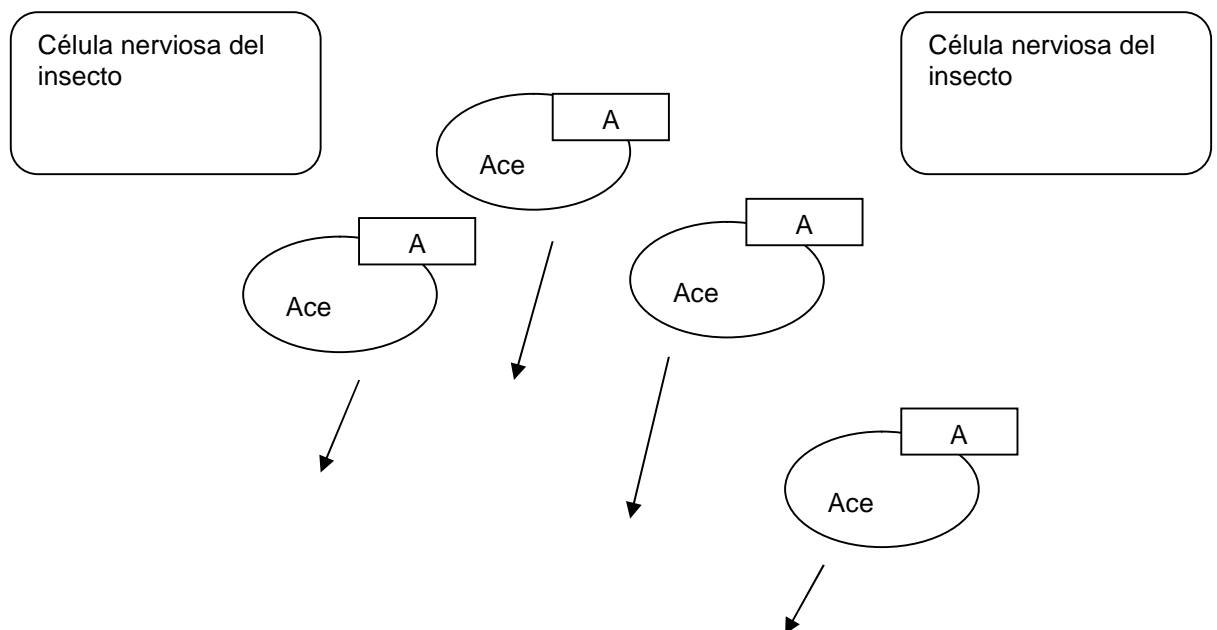


Figura 3. Tras el estímulo nervioso, la acetilcolinesterasa pasa a la sinapsis nerviosa. (10).

Después que el impulso nervioso ha pasado por la sinapsis nerviosa, la acetilcolina ya no es necesaria y debe eliminarse para evitar la estimulación continua y excesiva de las neuronas. Una enzima, la acetilcolinesterasa, pasa entonces a la sinapsis nerviosa para inhibir la actividad de la acetilcolina una vez que esta ya no sea necesaria (Figura 4).



Ace = Acetilcolinesterasa

Figura 4. La acetilcolinesterasa elimina la acetilcolina de la sinapsis nerviosa (10).

La acetilcolinesterasa elimina la acetilcolina de la sinapsis nerviosa luego de la transmisión nerviosa (Figura 5).

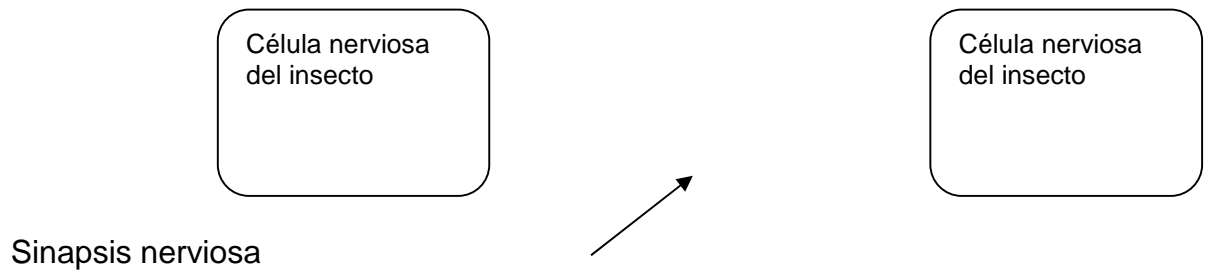


Figura 5. Regreso al sistema nervioso en reposo (10).

3.3.1 ORGANOFOSFORADOS Y CARBAMATOS

Las células nerviosas regresan al estado de reposo. El siguiente diagrama muestra como los insecticidas organofosforados y los carbamatos, así como los insecticidas-nematicidas sistémicos interrumpen el funcionamiento normal del sistema nervioso (Figura 6).

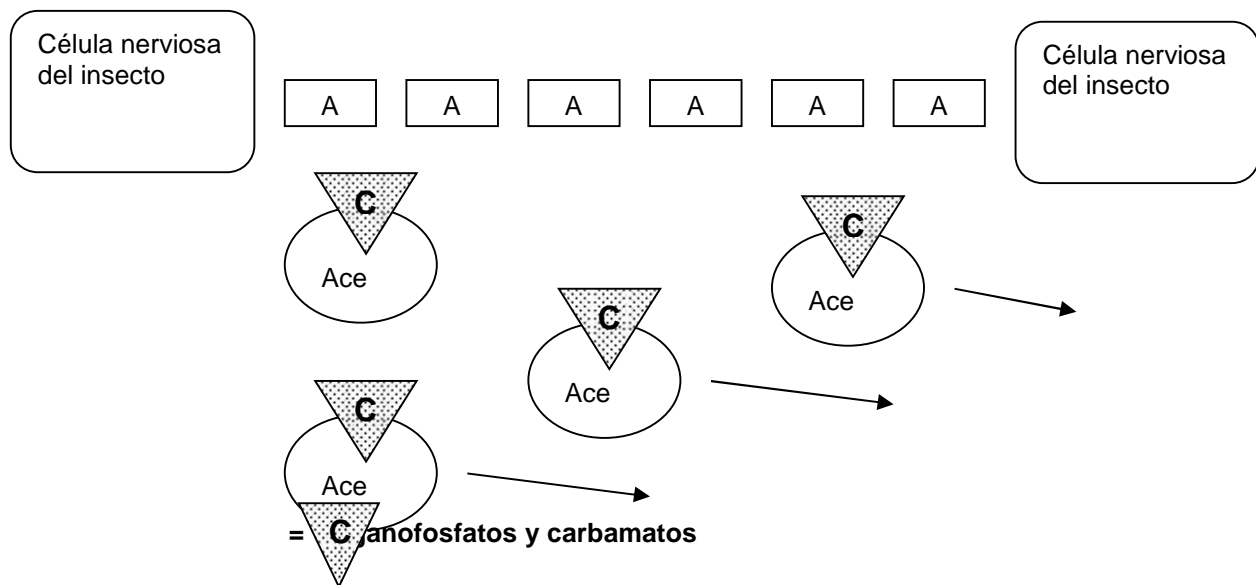


Figura 6. Los organofosforados y carbamatos bloquean la actividad de la acetilcolinesterasa (10).

Los organofosforados y carbamatos inhiben la actividad de la acetilcolinesterasa. Como se pudo apreciar en los diagramas anteriores, la acetilcolinesterasa elimina la acetilcolina de las sinapsis nerviosas luego de producirse la estimulación nerviosa. Estos insecticidas inhiben la actividad de la acetilcolinesterasa, lo cual da lugar a la acumulación de acetilcolina y la subsiguiente sobreestimulación del sistema nervioso del insecto. Es importante saber que tanto los insectos como los mamíferos (el hombre) cuentan con los mismos neurotransmisores: acetilcolina y acetilcolinesterasa. Estos insecticidas, por lo tanto, son tóxicos para los insectos y el hombre a través del mismo modo de acción (10).

3.3.2 Toxicidad de los organofosforados y carbamatos

Toxicidad es el término utilizado para describir el potencial nocivo inherente a una sustancia determinada. DL_{50} (dosis letal media) es la dosis en mg/kg de peso capaz de matar el 50 por ciento de los organismos de ensayo. Los valores DL_{50} se informan con referencia a la vía de administración (ingestión o absorción cutánea) del animal utilizado en el ensayo (11).

Por ejemplo: DL_{50} oral, rata; DL_{50} cutánea, conejo; etc.

Si bien los organofosforados y carbamatos como clases de insecticidas, son generalmente más tóxicos que los insecticidas organoclorados y los piretroides, cada uno de ellos cuenta con compuestos que poseen una toxicidad relativamente baja. En mamíferos, por ejemplo, Malatión (organofosforado) y Sevin (Carbaril) son insecticidas de amplio espectro que poseen una toxicidad baja, mientras que la toxicidad de los insecticidas Aldicarb, Carbofurano y Terbufós es muy alta (Anexo 1) (10).

3.3.3 Signos y síntomas de exposición

Los síntomas de la exposición a organofosforados y carbamatos son:

- Cefalea - Visión borrosa - Vómitos
- Fatiga - Nausea - Diarrea
- Vértigo - Calambres - Salivación
- Sudoración - Opresión de pecho - Contracciones

Puesto que el modo de acción de los organofosforados y carbamatos es idéntico, en casos de envenenamiento accidental ambos producen los mismos síntomas en el hombre. Muchos de los síntomas iniciales pueden confundirse fácilmente con los producidos por el agotamiento térmico y la falta de sueño durante períodos prolongados de trabajo, si se sospecha la exposición a organofosforados o carbamatos acuda al médico inmediatamente (10).

Se ha ideado un excelente sistema de monitoreo para cerciorarse de la seguridad de las personas que trabajan regularmente con organofosforados y carbamatos (por ejemplo, los obreros de las plantas de elaboración y los aplicadores). Esta prueba consiste en establecer los niveles de referencia, o sea los niveles normales de acetilcolinesterasa en sangre antes de la exposición al plaguicida, para después vigilar estrechamente estos niveles a intervalos regulares. La inhibición de los niveles de acetilcolinesterasa en sangre sugiere un problema debido a la inhibición de la enzima como resultado de la exposición a estos plaguicidas (10).

El antídoto más eficaz para tratar el envenenamiento por organofosforados y carbamatos es la atropina. El 2-PAM puede administrarse como coadyuvante de la atropina, pero solo en casos de intoxicación por organofosforados. Todos los tratamientos deben ser

administrados por un médico. Acuda al médico en todos los casos en que se sospeche envenenamiento (10).

3.3.4 Causa de muerte en casos de envenenamiento por organofosforados y carbamatos

A. Insuficiencia respiratoria

La muerte de los insectos o mamíferos a consecuencia del envenenamiento por organofosforados o carbamatos se deben en última instancia a la pérdida del control muscular y a la pérdida asociada de las funciones respiratorias (10).

3.3.5 Impacto ecológico de los organofosforados y carbamatos

Toxicidad para mamíferos: generalmente alta, pero con sus excepciones, como en el caso del Malati6n.

Persistencia ecol6gica: relativamente no persistentes; no se biomagnifican.

Los organofosforados y carbamatos se desintegran r6pidamente en el medio ecol6gico y no producen, como los organoclorados, problemas de persistencia. Sin embargo, en lo referente a la exposici6n aguda cut6nea y oral, estos plaguicidas son mucho m6s t6xicos que otros tipos de insecticidas aprobados usados en la actualidad (10).

3.4 TOXICODIN6MICA

La acci6n farmacol6gica predominante de los compuestos organofosforados es la inhibici6n de la enzima acetilcolinesterasa con consecuente acumulo de acetilcolina en las terminaciones nerviosas. Esta enzima promueve la hidr6lisis de la acetilcolina en colina y 6cido ac6tico (Figura 7) (16).

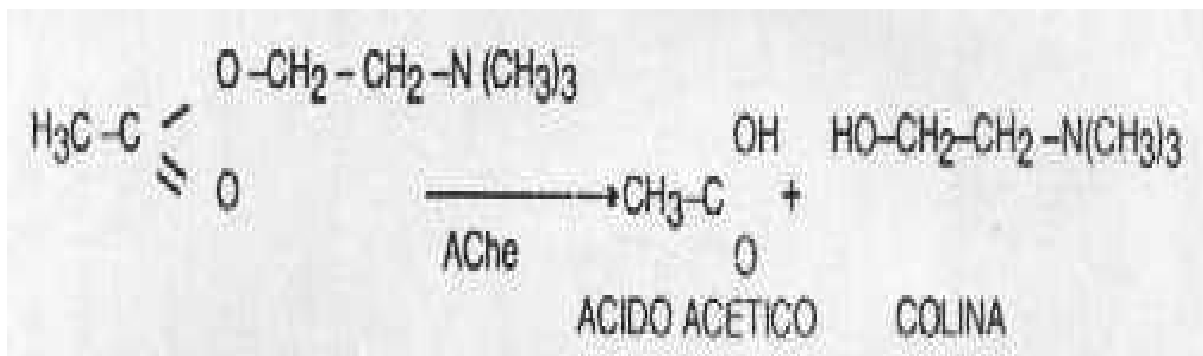


Figura 7: Hidrólisis de la Acetilcolina por la Acetilcolinesterasa (16).

La acetilcolina es el mediador químico necesario para la transmisión del impulso nervioso en todas las fibras preganglionares del Sistema Nervioso Central a, todas las fibras parasimpáticas pos-ganglionares y algunas fibras simpáticas posganglionares. Además de eso la acetilcolina es el transmisor neuro-humoral del nervio motor del músculo estriado (placa mioneural) y algunas sinapsis interneurales en el sistema nervioso central. La transmisión sináptica del impulso nervioso requiere que la acetilcolina sea liberada en el espacio intersináptico, siendo después ligado a un receptor pos-sináptico para posteriormente ser hidrolizada en pocos mili-segundos por la acetilcolinesterasa (Figura 8) (16).

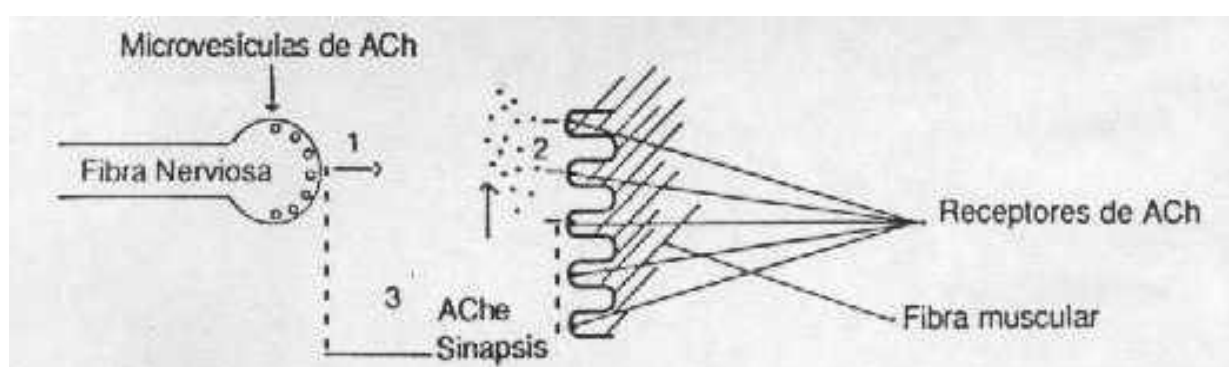


Figura 8: Transmisión del Impulso Nervioso por la Acetilcolina (ACh) (16).

- Liberación de acetilcolina en el espacio sináptico.
- Ligación de acetilcolina con receptores pos-sinápticos.
- Acción Hidrolítica de la acetilcolinesterasa (AChE) en la acetilcolina liberada.

Cuando la acetilcolinesterasa es inhibida, la transmisión colinérgica pos-sináptica no termina en el tiempo adecuado resultado en una superestimulación colinérgica.

Hay dos tipos de colinesterasa en el organismo humano:

- La acetilcolinesterasa o colinesterasa verdadera (sinónimo: acetilcolina acetilhidrolasa, colinesterasa específica, colinesterasa eritrocítica) se encuentra en el tejido nervioso en la unión neuromuscular y en los glóbulos rojos, teniendo una afinidad específica por la eritropoyesis, con renovación en 60 a 90 días. Su función en los glóbulos rojos es desconocida (Figura 9) (16).

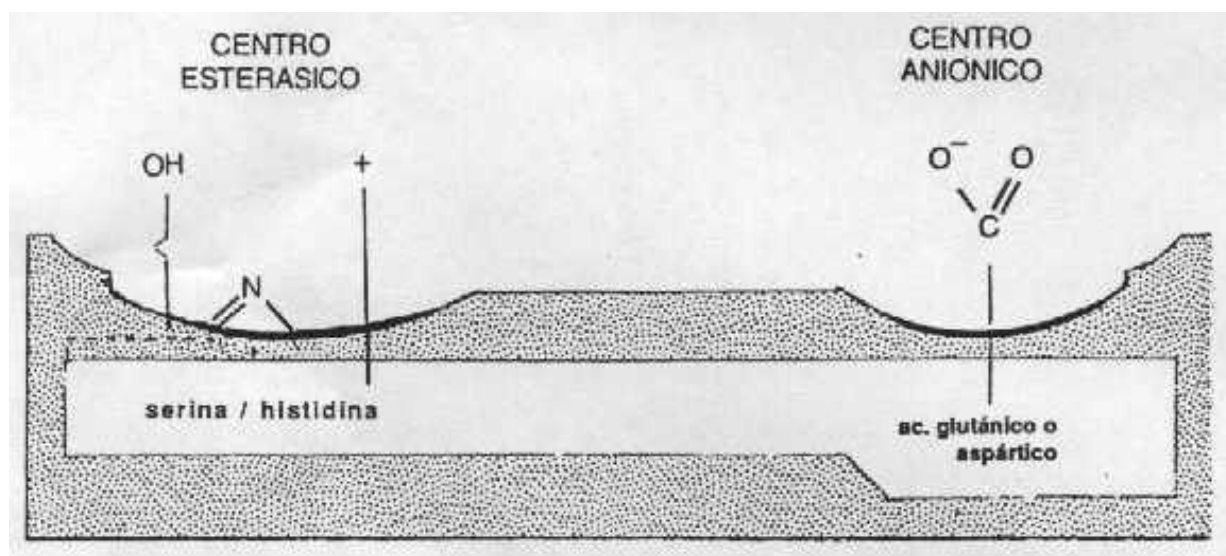
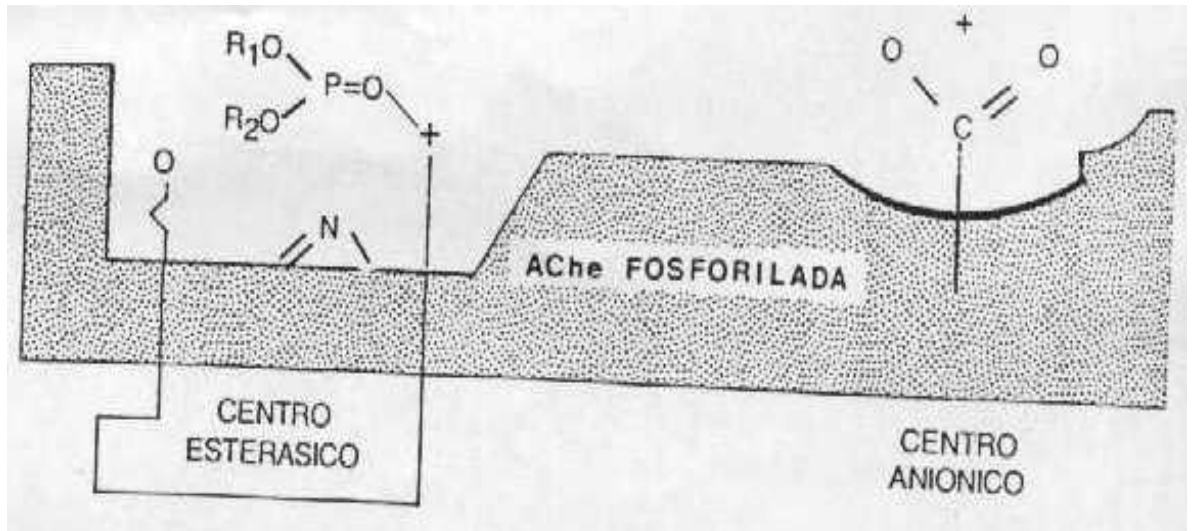


Figura 9. Regiones Activas de la Acetilcolinesterasa (16).

- La Pseudocolinesterasa (sinónimos: acilcolina, acilhidrolasa, colinesterasa inespecífica, colinesterasa plasmática o sérica) tiene la capacidad de hidrolizar una gran variedad de ésteres, incluyendo la acetilcolina y está localizada principalmente en el plasma, en el hígado y en los intestinos. Colinesterasa plasmática es un término genérico que cubre un grupo altamente heterogénico de enzimas, algunas veces dividido entre butiril y propionilcolinesterasa; de acuerdo con la afinidad por el sustrato y son sintetizadas a nivel hepático con renovación de 30 a 60 días. En el tejido nervioso, la

actividad de la colinesterasa plasmática está presente en células gliales y no en las neuronas. Su función fisiológica es desconocida y por esto, su inhibición no trae alteraciones funcionales aparentes. La inhibición acetilcolinesterica por los organofosforados se da a través de su unión con el centro esterásico de la enzima (Figura 10) (16).



Figura

10: Inhibición de la Acetilcolinesterasa por organofosforados (formación de la acetilcolinesterasa – AChE-fosforilada) (16).

La tasa de recuperación de la acetilcolinesterasa activa y libre, después de una intoxicación por organofosforados, varía con los diferentes tipos de compuestos, la gran mayoría de ellos llevan a una inhibición grande pero reversible. La reversión espontánea de la inhibición de la enzima ocurre a través de la hidrólisis de la acetilcolinesterasa fosforilada. Si no ocurre una reactivación espontánea de la enzima, se supone que se trata de una forma fosforilada muy estable que fue producida con pérdida de un grupo alquil (16).

Este fenómeno es conocido como “envejecimiento” de la enzima fosforilada (Figura 11). Esta reacción es importante para el resultado del tratamiento de la intoxicación, pues la capacidad de los derivados de la oxima de revertir la inhibición de la enzima “*in vivo*” depende de si esta reacción ocurre o no. Como la enzima fosforilada “envejecida” no puede ser reactivada por la oxima, la efectividad de esta sustancia en controlar la intoxicación es directamente correlacionada con la precocidad de su administración e inversamente a la tasa de “*envejecimiento*” ocurrido. En tales casos, el retorno de la actividad enzimática depende exclusivamente de la síntesis de una nueva molécula de la enzima (16).

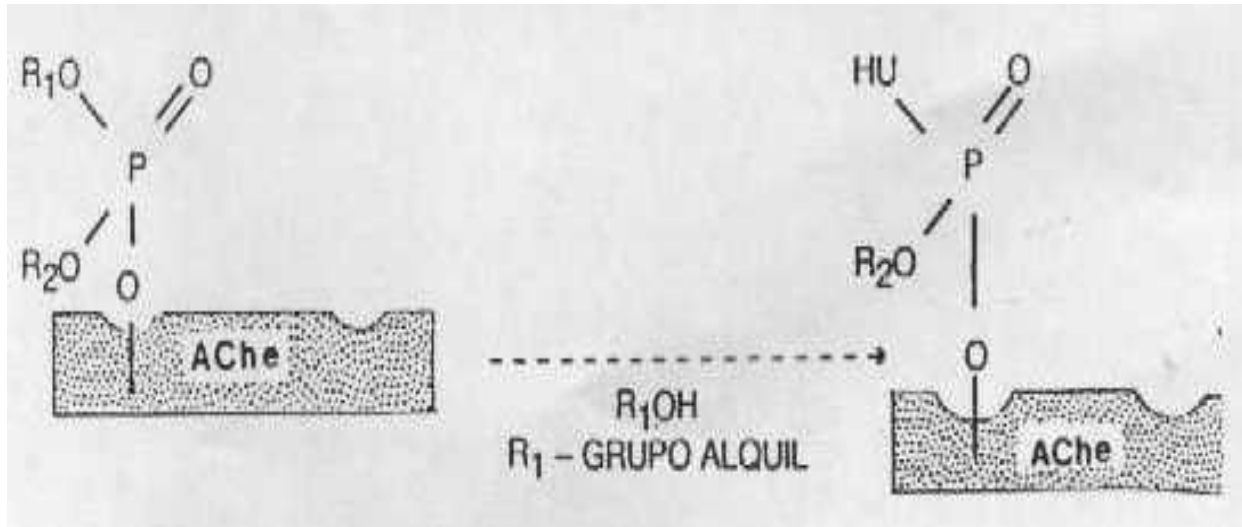


Figura 11. “Envejecimiento” de la acetilcolinesterasa fosforilada (16).

Los signos o síntomas de intoxicación son considerados como consecuencias indirectas de la inhibición enzimática. Entre tanto hay poca correlación entre el cuadro clínico y los niveles de inhibición, en órganos como el cerebro, pues ella aparece antes y dura más que los signos clínicamente detectables. Esto sugiere que los receptores específicos para la acetilcolina desarrollaron tolerancia. Algunos compuestos organofosforados pueden llevar al desarrollo de una neuropatía tardía, independiente de la inhibición de la acetilcolinesterasa. Se trata de la fosforilación de una esterasa neurotóxica (EN) – (neuropathy target esterase - NTE). Después de esta fosforilación hay un segundo paso que es una transformación del sustrato fosforilado en una forma envejecida, en la cual un grupo ligado al fósforo fue fraccionado en un residuo negativamente cargado, que permanece ligado a la proteína (Figura 12). Hay un tercer evento bioquímico todavía no conocido (16).

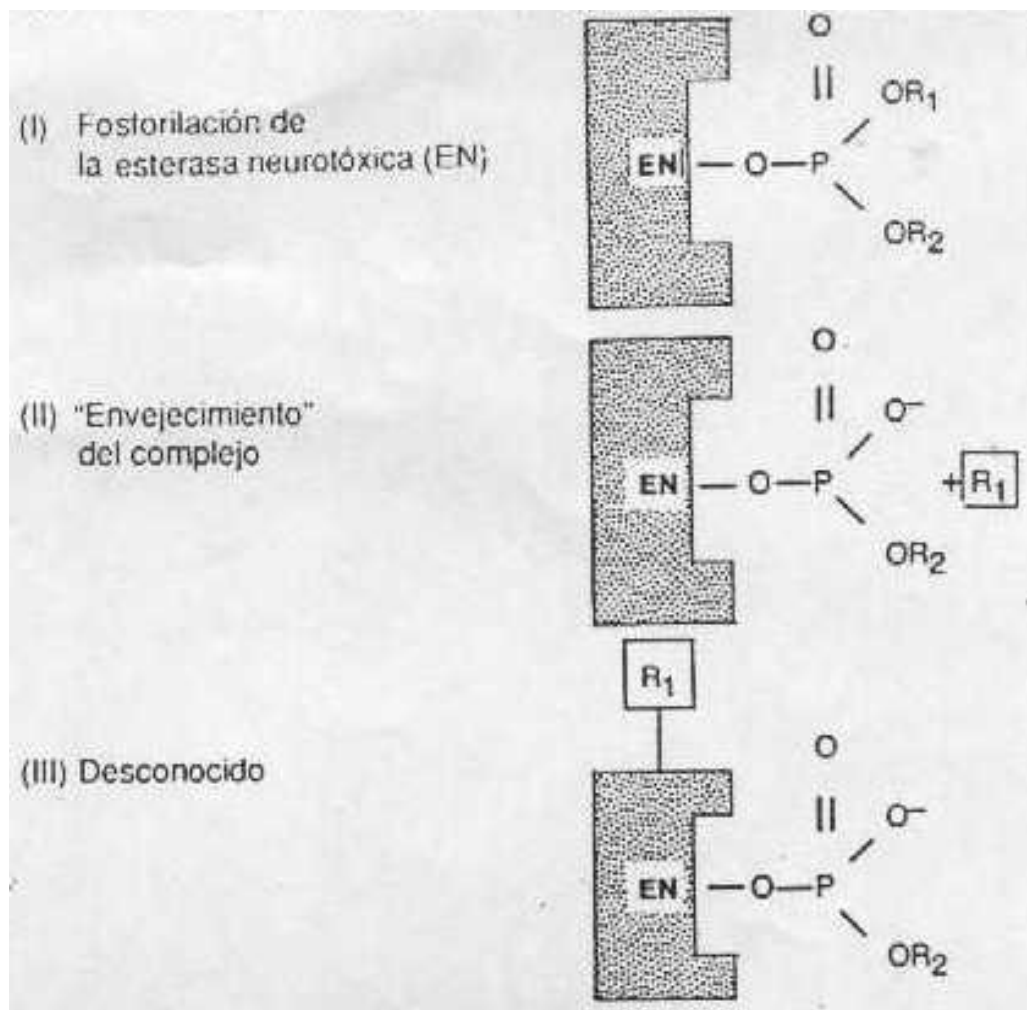


Figura 12.

La inactividad de esta enzima lleva a una degeneración axonal. Ello ocurre solamente con organofosforados de los grupos de los fosfatos, fosfonatos y fosforamidatos. Otros compuestos como los fosfinatos no son capaces de realizar esta reacción y en el caso de estos tendrían que ligarse a EN antes que un organofosforado axonopático pueda bloquear el receptor previniendo el desarrollo de la neuropatía (16).

La función fisiológica de esta esterasa, si es que existe alguna, es desconocida. Ella está presente en el hombre en el tejido nervioso, en el hígado en los linfocitos y las plaquetas. Actualmente existe una iniciativa para desarrollar indicadores biológicos para monitorear los riesgos de desarrollo de neuropatías ocasionadas por los organofosforados a través de la evaluación de la esterasa neurotóxica (16).

3.5 CUADRO CLÍNICO

3.5.1 INTOXICACIÓN AGUDA

El bloqueo de la acetilcolinesterasa central y periférica produce un acúmulo de acetilcolina en las terminaciones nerviosas. Los signos o síntomas que se suceden son características de la respuesta en dos estados (16):

- a) Estimulación inicial de la transmisión colinérgica.
- b) Depresión de la transmisión, que finaliza por parálisis de las sinapsis nerviosas, en las terminaciones motoras.

Los efectos pudieran ser predominantemente muscarínicos, nicotínicos o centrales de acuerdo con el insecticida considerado (Cuadro 1).

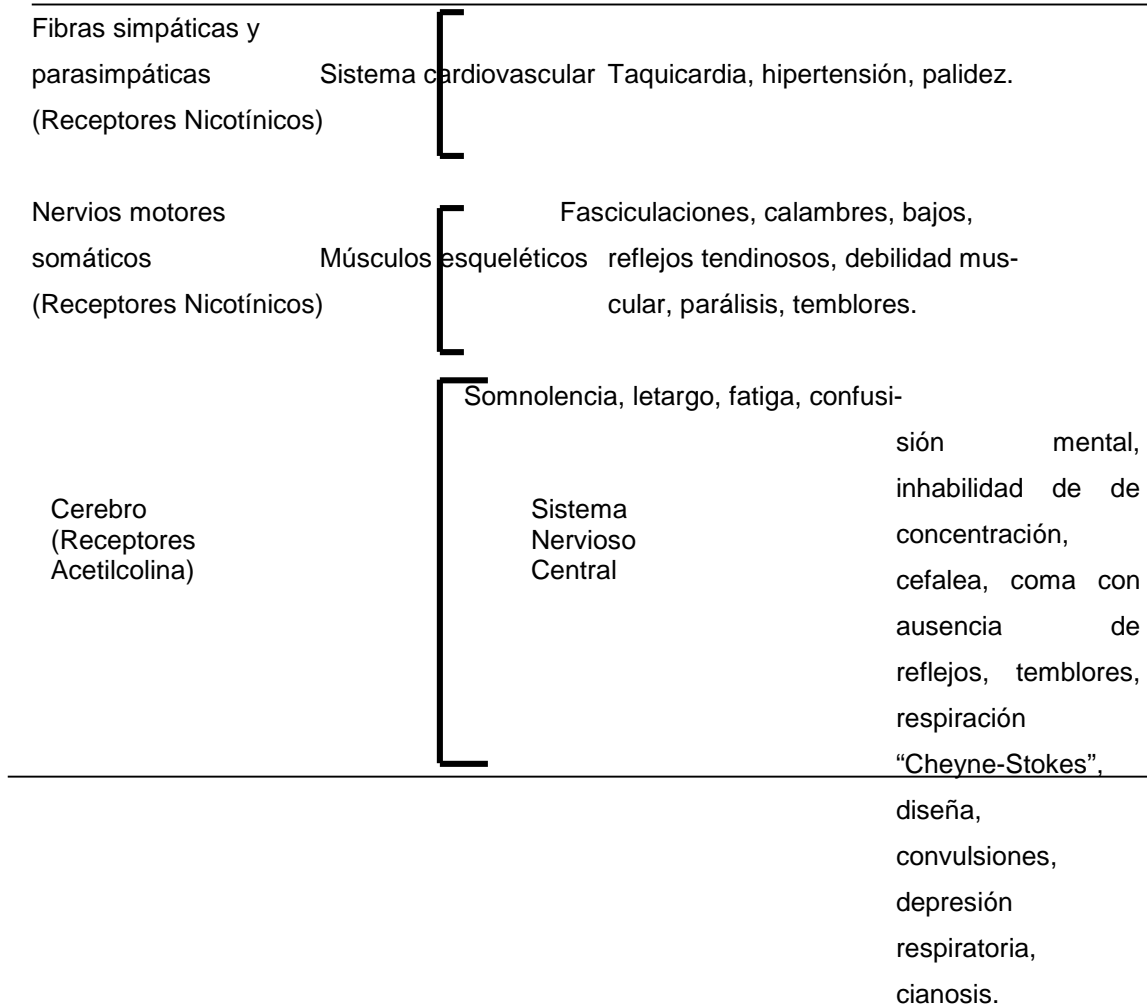
Cuadro 1. SIGNOS Y SÍNTOMAS DE LA INTOXICACIÓN POR ORGANOFOSFORADOS (16).

Tejidos nerviosos y receptores afectados	Áreas afectadas	Manifestaciones
Glándulas exocrinas		Sialorrea, lagrimeo, transpiración
Ojos		Miosis, Ptosis palpebral, visión borrosa, hiperemia conjuntival.
Fibras nerviosas posganglionares parasimpáticas muscarínicas)	Tracto gastrointestinal	Náuseas, vómitos, dolor abdominal, (receptores diarrea, tenesmo, incontinencia fecal.

Tracto respiratorio Hipersecreción bronquial, rinorrea, broncoespasmo, bradicardia, disnea.

Sistema cardiovascular Bradicardia, hipotensión.

Vejiga Incontinencia urinaria.



En la intoxicación aguda, de acurrencia más comunes, los efectos manifestados inicialmente son los muscarínicos: miosis, sudoración, aumento de las secreciones bronquiales, salivación, lagrimeo, vómitos, náusea y diarreas, bradicardia y dolores abdominales. En seguida los nicotínicos, cuando disminuyen la severidad de los anteriores, manifestados por: temblores o calambres, hipertensión arterial, fibrilación muscular y flacidez, eventualmente muerte por paro respiratorio. Los efectos centrales más comunes son: ansiedad, cefalea, comprometiendo la memoria, pérdida de la sensibilidad a la luz y al dolor, temblores involuntario, convulsiones y eventual parálisis del centro respiratorio. La muerte, cuando ocurre, es atribuida a paro respiratorio o edema pulmonar (16).

La exposición a los aerosoles de insecticidas organofosforados puede provocar efectos locales en los músculos lisos de los ojos y de las vías respiratorias, resultando en miosis y broncoconstricción. Las glándulas secretoras del aparato respiratorio son también afectadas por concentraciones mínimas de estos compuestos ocasionando aumento de la secreción nasal. En la piel puede haber sudoración y fasciculaciones (16).

3.5.2 INTOXICACIÓN CRÓNICA

Dentro de los efectos a largo plazo en la exposición de estos compuestos, el de mayor frecuencia es la neuropatía periférica tardía, el inicio de los síntomas de esta neuropatía puede ocurrir de una a tres semanas después de la intoxicación aguda. Este cuadro es caracterizado por dolores musculares y debilidad progresiva, que se inicia en los miembros superiores. Puede haber una discreta pérdida de la sensibilidad. La disminución de los reflejos tendinosos y la parálisis flácida de músculos distales, son señales iniciales que aparecen en el examen físico (16).

Señales piramidales leves o moderadas pueden también estar presentes. El cuadro patológico es típico de una axonopatía distal con degeneración nerviosa proximal progresiva (16).

La evaluación electroneuromiográfica revela un patrón de denervación parcial de los músculos afectados y un atraso significativo en los períodos de latencia el estímulo motor termina, en tanto que la velocidad de conducción motora máxima está normal o levemente disminuida en la mayoría de los casos. La recuperación de la neuropatía es muy lenta y puede ser incompleta (16).

Otros síntomas que pueden aparecer en exposiciones crónicas son: cefalea, pérdida de peso, sensación de peso en la cabeza, disminución de la memoria, alteración del sueño fatiga facial, pérdida del apetito y desorientación (16).

Alteraciones psíquicas, nistagmo, temblores de mano y otras alteraciones del sistema pueden ser observados en ciertos casos (16).

3.6 MARCO REFERENCIAL

3.6.1 Descripción del área

3.6.1.1 Aspectos Generales de la zona cañera de Guatemala

La zona cañera de Guatemala está limitada al sur por el Océano Pacífico; al norte por los departamentos de Escuintla, Suchitepéquez y Retalhuleu; al este por el departamento de Santa Rosa y al oeste por el departamento de Quetzaltenango (13).

Las industrias que se desarrollan en la región generan importantes fuentes de trabajo para la población de la zona. Las más importantes son los Ingenios azucareros, fábricas de aceite, destilerías, refinerías de petróleo, agroquímicos, camaronicultura, procesadoras de pescado y obtención de sal marina (13).

La agricultura representa la actividad más importante del Departamento de Escuintla. Las características genéticas y de fertilidad de los suelos, las condiciones del clima, las técnicas de explotación y los cultivos escogidos, favorecen el desarrollo de esta actividad. Los cultivos más destacados son la caña de azúcar (*Sacharum officinarum* L.), el algodón (*Gossypium hirsutum*), la soya (*Glicine max*), hule (*Hevea brasiliensis*), maíz (*Zea mays*), banano (*Musa*

spp), los frutales y los pastos, frutas y hortalizas varias; considerados base de la economía y alimentación regional nacional (13).

La ganadería en sus líneas de leche, cría, levante y engorde, constituye también un factor muy importante para el desarrollo de la región, dentro de las especies de pastos observadas, sobresalen el *Panicum maximum*, *Paspalum sp*, *Hyparrhenia ruffa* (13).

El tipo de explotación de las ganaderías es bastante complejo, observándose en algunas áreas explotaciones intensivas con un adecuado manejo tecnológico, mientras que en otras áreas predominan las explotaciones extensivas y semiextensivas (13).

3.6.1.2 ASPECTOS GENERALES DE LAS PLAGAS EN LA ZONA CAÑERA.

La zona cañera esta dividida en tres estratos: a) de 0 a 100 msnm Zona baja, b) Zona media de 100 a 300 msnm y c) la Zona alta a 300 msnm, de acuerdo a esta estratificación es mayor el número de insectos de una especie que de otra en cada estrato, siendo así chinche hedionda (*Scaptocoris talpa*) la de mayor abundancia en el estrato alto con valores promedios de 73 a 125 insectos por metro cuadrado; gallina ciega (*Phyllophaga* sp) y gusano alambre (*Agriotes* sp y *Conoderus* sp) ocurren principalmente en los estratos medio y bajo afectando en forma gregaria el sistema radicular del cultivo y produciendo síntomas externos de amarillamiento, retardo en el desarrollo, pérdida de anclaje de la cepa y una disminución en la población de tallos que se refleja en una producción de tonelaje de caña en cosecha el potencial de daño es alto con reducciones promedio de 13.2 toneladas por hectárea y de 10 a 15% de reducción en el rendimiento potencial del cultivo (7, 17).

4. OBJETIVOS

4.1 General

Dar a conocer las normas para el uso seguro y eficaz de los insecticidas, con énfasis en el control de plagas del suelo asociados al cultivo de la caña de azúcar en Guatemala.

4.2 Específicos

- a) Registrar las normas de protección personal para el uso de los insecticidas.
- b) Registrar el uso de equipo utilizado en las aplicaciones de insecticidas.
- c) Registrar los métodos de aplicación de los Insecticidas.

5. METODOLOGÍA

Para la realización del presente trabajo y poder alcanzar los objetivos planteados, la metodología se dividió en dos fases.

5.1 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Se visitó el Centro de Investigación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA) donde se hizo la revisión bibliográfica de los documentos relacionados al tema de los insecticidas de suelo usados en el cultivo.

5.2 FASE DE CAMPO

Para cumplir con esta fase se recolectó información de campo directamente con el personal de los Ingenios y las casas comerciales que tienen productos para el control de plagas de suelo, con la finalidad de recopilar la información de los insecticidas más utilizados, formas de aplicación y equipos de aplicación.

**6.
RESULTA
DOS Y**

6.1 Normas para el uso seguro de los Insecticidas

Los posibles usuarios de Insecticidas deben identificar la plaga, causante del problema, y en caso necesario, solicitar consejo de los servicios oficiales, estaciones de investigación o de los representantes comerciales. Hay circunstancias en que el empleo de Insecticidas no sería aconsejable; por ejemplo, cuando se pudiera aplicar algún método de control cultural o biológico (1).

6.1.1 Información

Cuando se considera necesario el empleo de un Insecticida debe obtenerse información sobre (1).

- a) Productos recomendados y donde se pueden conseguir.
- b) Dosis, diluciones, oportunidad y frecuencia de aplicación.
- c) Método o métodos de aplicación.
- d) Coste por unidad de superficie.

6.1.2 Capacitación

Cuando en una determinada región se introduce por primera vez el empleo de Insecticida o si se ha producido un cambio importante en las técnicas, debe organizarse la capacitación de los usuarios, en cooperación con organismo oficiales y organizaciones comerciales. Tal capacitación debe cubrir principalmente los puntos citados mas arriba, con especial énfasis en la actuación práctica del aplicador (1).

Además de la capacitación, las que empleen por primera vez, las organizaciones comerciales tienen la obligación de asegurar que el personal de ventas y los distribuidores, son capaces de aconsejar y efectuar demostraciones sobre su empleo y su manipulación segura (Figura 13) (1).



Figura 13. Capacitación al personal de aplicación de insecticidas (8).

6.2 Compra

a) Abastecerse con antelación

Para estar seguros de que todo estará preparado en el momento oportuno de aplicación, el almacenista y los usuarios deben comprobar que el abastecimiento de Insecticidas, los aparatos de aplicación y sus repuestos han sido preparados y reunidos con tiempo suficiente. Esto es particularmente importante en zonas alejadas y cuando el transporte puede retrasarse por el mal tiempo (1).

b) Comprar el producto adecuado

Los compradores deben asegurarse que el producto adquirido es el recomendado para su empleo y que están claramente etiquetados con los nombres comerciales patentados y los comunes.

c) No comprar envases que estén deteriorados

Antes de comprar Insecticidas se deben examinar los envases con todo cuidado y deben rechazarse todos los que estén deteriorados o presenten filtraciones o cuyos precintos presenten aspectos de haber sido manipulados o estén rotos o que falten las etiquetas originales (1).

6.3 Transporte

a) Obedecer las leyes y regulaciones

En muchos países el transporte de los Insecticidas esta sujeto a diversas leyes y regulaciones, con el propósito de que tal operación sea lo más segura posible actuar eficazmente contra los accidentes cuando se presenten. Donde no existan tales regulaciones, pueden seguirse las siguientes recomendaciones (1).

b) Separación entre pasajeros, ganado y mercancías

Siempre que sea posible no se deben cargar Insecticidas en vehículos que transporten viajeros, animales, alimentos u otras materias para el consumo o empleo humano o animal. Si esto no es posible, separar entonces los Insecticidas todo lo que sea factible, de los pasajeros y del resto de la carga. Después de la descarga siempre debe limpiarse el vehículo (1).

c) Carga cuidadosa

Cargar y descargar los envases de los Insecticidas con cuidado. Nunca ponerles encima otras mercancías pesadas que pudieran aplastarlos, ni tampoco dejarlos caer desde lo alto. Clavos sobresalientes, tiras metálicas y astillas que pidieran existir en los vehículos, pueden perforar los envases y producir derrames por lo que estos deben eliminarse antes de cargar (1).

6.4 Actuación en caso de derrame

a) Si se produce algún derrame (1).

- i. Mantener alejados a personas y animales.
- ii. No fumar, o emplear cerca del derrame iluminación con llamas libres.
- iii. Retirar los envases dañados y colocados en el suelo horizontalmente, lejos de viviendas, puntos de agua y donde el terreno pueda absorber el vertido.
- iv. Emplear tierra o aserrín para cubrir el liquido derramado; a continuación barrer cuidadosamente y enterrar, donde no halla posibilidad de contaminar manantiales o acequias.
- v. Lavar a fondo todas las partes contaminadas del vehículo, lejos de manantiales y acequias.
- vi. Usar ropa protectora durante las operaciones de lavado.

- b) Si alguna persona resulta contaminada (1).
 - i. Quitar y lavar la ropa afectada.
 - ii. Lavar repetidamente las zonas alcanzadas de la piel, con abundante jabón y agua; en caso de duda solicitar ayuda médica.

- c) Si algún alimento ha resultado contaminado (1),
 - i. Quemar o enterrar profundamente en el suelo, si puede hacerse de forma segura y fácil.
 - ii. Los alimentos contaminados nunca deben comerse o dar a los animales, esto puede ser fatal.

6.5 Almacenamiento

- a) No almacenar los Insecticidas con alimentos o piensos

Los Insecticidas son mercancías costosas que pueden estropearse y quedar inservibles e incluso llegar a ser peligrosas si no se almacenan en condiciones adecuadas. Consultar la etiqueta para conocer las instrucciones de almacenamiento y evitar especialmente temperaturas extremas. Programar las compras cuidadosamente, para reducir el tiempo de almacenamiento y evitar sobrantes (1).

Siempre deben almacenarse en lugares seguros, lejos del alcance de los niños y personas no autorizadas, animales, alimentos y surtidores de agua.

- b) Obedecer las leyes y regulaciones

En los países que cuentan con leyes y regulaciones relativas al almacenamiento de Insecticidas, estas deben cumplirse. Si no es así, debe observarse el siguiente proceso (1).

- c) Pequeños almacenes y tiendas

i. Almacenar separadamente

Almacenar los Insecticidas separados, bajo llave, de preferencia en edificios diferentes, pero, sobre todo, lejos de alimentos y otras mercancías. No debe haber posibilidad de contaminación y tampoco de que un producto pueda ser confundido con cualquier otro producto (1).

Los envases de alimentos y bebidas nunca deben usarse para guardar los Insecticidas. Se debe tener especial cuidado para no emplear como pienso las semillas tratadas con Insecticidas. Los herbicidas deben almacenarse separados de los demás Insecticidas (1).

d) Deterioro

Inspeccionar los envases periódica y regularmente, para comprobar si aparecen señales de deterioro o pérdidas. Aplicando el sistema de almacenamiento "primero dentro / primero fuera", se reduce el peligro de daños debidos a deterioros. Eliminar las pérdidas o derrames y los envases o bidones estropeados. Si el contenido está en buenas condiciones, puede reenvasarse; pero solo en envases o bidones apropiados, debidamente etiquetados, con etiquetas originales y bajo la responsabilidad de los reenvasadores (1).

Los materiales inaprovechables deben incinerarse en una zona bien ventilada, lejos de las personas, animales, viviendas o cultivos o enterrarse profundamente, cuidando que no haya posibilidad de contaminar pozos o fuentes. Los envases estropeados, no quemables, deben perforarse a continuación, aplastarse y enterrarse (1).

6.6 En el campo

- a) No almacenar los Insecticidas en las viviendas. Mantenerlos siempre en sus envases originales.
- b) Mantenerlos alejados del alcance de los niños, preferiblemente bajo llave en armarios o cajones independientes y donde nunca pueden confundirse con alimentos o bebidas.
- c) Mantenerlos secos, pero lejos del fuego, sin que reciban directamente la luz del sol.

6.7 Formulaciones

Los Insecticidas son formulados por los fabricantes (hacen productos aplicables) en forma tal, que mejoran la actividad y la seguridad de cada producto y también los adaptan a la forma en que van a emplearse. Hay varios tipos de formulaciones, líquidas y sólidas; algunas: "listas para su empleo"; otras deben ser diluidas antes de su aplicación, generalmente con agua. Los materiales inertes utilizados pueden ser piedra pómez, fibra celulosa, arena, etc. (1).

6.8 Envases

El envasado varía de acuerdo con el tipo de formulación, las propiedades químicas de los ingredientes, las cantidades que deben venderse y la clase de manipulación que pueden sufrir desde que salen del fabricante hasta que llegan al usuario. Todos los envases son precintados adecuadamente por el fabricante, para impedir derrames y pérdidas, y para que destaque claramente si han sido manipulados de alguna forma (1).

Ejemplo de tales precintos son:

- a) Anillos de plástico "removibles" alrededor de cápsulas roscadas.
- b) Precintos de metal a presión bajo cápsula roscada.
- c) Sello de aluminio o plástico sobre la boca del envase.

Los compradores deben examinar cuidadosamente los precintos y deben rechazar cualquier envase que no los conserve intactos (1).

- a) Envases retornables: Actualmente las empresas de Agroquímicos ya cuentan con envases retornables los cuales son la mejor opción para evitar el contacto del aplicador con el producto y también se protege el ambiente al no quemar bolsas y otros recipientes ya que estos envases regresan a la formuladora donde son llenados nuevamente (Figura 14) (8).



Figura 14. Envases retornables en bodega y en el campo (8).

b) Envases no autorizados

En el momento de la compra se deben elegir los envases, de acuerdo con la superficie que se piensa tratar, evitando comprar cantidades excesivas de Insecticidas. No dividir el contenido de los envases originales en pequeñas cantidades ni reenvasarlos (1).

6.9 Instrucciones de empleo

Siempre deben estar accesibles las instrucciones básicas de empleo, impresas en el idioma apropiado, en la etiqueta de cada envase. En un folleto adjunto debe proporcionarse información complementaria; los compradores deben preguntar si tales folletos están disponibles y, siendo así, deberían tenerlos a mano durante todo el tiempo de empleo del producto, para consultar rápidamente cualquier duda (1).

LEER SIEMPRE LA ETIQUETA O PEDIR INSTRUCCIONES antes de comenzar a emplear un producto. Comprobar particularmente (1):

- a) Si el producto es el adecuado para el fin deseado.
- b) Que precauciones deben observarse.

a) Medición y mezclas

Se seleccionó en la etiqueta la dosis recomendada, debiendo seguir las instrucciones adecuadas para la preparación del producto, en función del área que vaya a tratarse y del equipo que se emplee (1).

Los métodos adoptados para medir y preparar el producto para su empleo, puede variar de acuerdo con el producto y la extensión de su aplicación (1).

Productos "listos para su empleo", tales como polvos y gránulos, pueden ser añadidos directamente desde sus envases a las tolvas de los aparatos de aplicación (1).

- b) Al medir y mezclar, seguir este Código de Empleo (1):

- i. Es esencial evitar contactos del producto con la piel; usar por ello ropa protectora. La que sea recomendada en la etiqueta. Si se produce contaminación de la piel o de la ropa, lavarla inmediatamente con abundante agua limpia. Las salpicaduras a los ojos deben lavarse con agua durante diez minutos por lo menos.
- ii. Mantener alejado a los niños y animales.
- iii. Tener cuidado de no contaminar los surtidores de agua o depósitos de agua donde puedan beber los animales.
- iv. Usar el equipo adecuado:
 - a) Medida: jarras con graduaciones para líquidos y para polvos. Cuando las medidas se proporcionan con el envase o estos ya vienen graduados. Usarlos. No emplear nunca las manos como medida.
 - b) Cubos o bidones con bastón o paletas para mezclar. No revolver nunca con las manos o con los brazos los insecticidas.
 - c) Embudo.
 - d) Filtro.
- v. Usar el agua lo mas limpia que sea posible; filtrar las impurezas.
- vi. Cerrar los envases después de su empleo, para evitar pérdidas o contaminaciones y almacenarlos con cuidado. Mantenga siempre los Insecticidas en sus envases originales; no los pase nunca a botellas de bebida o a envases de comestibles.
- vii. Pequeñas cantidades sobrantes de Insecticidas, concentrados o ya preparados, podrán eliminarse, echándolos en una excavación en el suelo, lejos de viviendas, pozos, acequias, canales y cultivos (1).

6.10 Destrucción de los envases

Los procedimientos recomendados para su destrucción son (1).

- a) Quemar los envases de cartón, o llevarlos al centro de recolección mas cercano de AGREQUIMA.
- b) Los fuegos deben hacerse lejos de los cultivos y viviendas. No exponerse a los humos de tales fuegos y alejar a los niños.
- c) Si es envase retornable las casas comerciales son los encargados de recogerlos en las fincas.

6.11 Equipo de aplicación

El tipo de equipo de aplicación usado, depende de la forma en la que se vaya a emplear el producto. Por ejemplo: pulverización, espolvoreo o gránulos, y de la amplitud del trabajo (8).

El equipo a utilizarse en las aplicaciones de Insecticidas deben ser los apropiados como los Equipos Swiss Mex o manuales y los Equipos Gandy o mecanizados (Figura 15 y 16) (8).



15. Equipos de aplicación manual (8)



Figura

Figura 16. Equipo de aplicación mecanizada.

Es responsabilidad de todos los comprometidos en el empleo de Insecticidas, asegurar que todo el personal empleado en las aplicaciones, ya sea aplicadores o ayudantes, este debidamente capacitado para la obtención de resultados efectivos y seguros (8).

Los detalles de cualquier enseñanza deberían adecuarse a la situación y a la técnica implicada y deben cubrir adecuadamente los siguientes aspectos de la aplicación (8):

- a) Elección del equipo
- b) Revisión del equipo
- c) Llenado
- d) Calibración
- e) Funcionamiento
- f) Limpieza y mantenimiento; repuestos
- g) Herramientas
- h) Reparación – por el especialista

Antes de que comience la época de tratamientos se debe asegurar que se cuenta con el conveniente surtido de máquinas y con una amplia

gama de repuestos. Los fabricantes de maquinaria deben proporcionar manuales de funcionamiento y reparación para consulta (8).

- a) Al final del trabajo de cada día, se limpia y revisa el equipo. Se dedica especial atención a un meticuloso lavado, si el equipo no se va a utilizar durante un cierto tiempo; los restos de Insecticidas pueden causar corrosiones y atascos.
- b) Se llevan al campo las herramientas y repuestos mas necesarios, de forma que puedan hacerse rápidamente las reparaciones: mangueras, boquillas, baterías, destornilladores, llaves, alicates, etc.
- c) Si es posible y, particularmente, si un cierto número de máquinas funcionan en batería, llevar una máquina completa de repuestos al campo, para ganar tiempo si alguna se estropea.
- d) No se emplean equipos que presente pérdidas. Los derrames causan contaminación ambiental.
- e) No se usan equipos de mala calidad, puede ser peligroso. Pulverizaciones o espolvoreos escasos o defectuosos darán pobres resultados y pueden ser una pérdida de tiempo y dinero.

Hay muchas técnicas para la aplicación de los Insecticidas en el campo, dependiendo de la plaga y del equipo que se vaya a usar. Estas técnicas deben enseñarse a los aplicadores en cursos locales de capacitación. Sin embargo, hay un cierto número de principios básicos comunes a la mayor parte de las situaciones, que permiten a los usuarios obtener resultados efectivos, sin riesgos para ellos mismos, otras personas y el medio ambiente (8).

- a) No aplicar Insecticidas sin la capacitación adecuada.
- b) No permitir que los niños apliquen Insecticidas o queden expuestos a ellos; mantenerlos alejados de las áreas que vayan a ser tratadas.
- c) Leer y seguir las instrucciones de la etiqueta o solicitar información sobre dosis, técnica, ropa protectora, momentos y plazos de aplicación, intervalos hasta la recolección, etc.
- d) Mantener a las personas y animales lejos de los cultivos tratados recientemente.

6.12 Riesgos de intoxicación

Los Insecticidas son peligrosos solo cuando se emplean inadecuadamente. Los usuarios deben ser informados y preparados para que se comprendan los riesgos potenciales y las precauciones que deben tomarse para evitarlos, para los diferentes productos (2).

No obstante, el objetivo más importante debe ser reducir al mínimo la exposición de las personas y de los animales domésticos; los aplicadores también deben ser conscientes de su responsabilidad para evitar la contaminación del medio ambiente (2).

6.13 Grados de peligro

Los Insecticidas pueden emplearse con seguridad respetando las instrucciones de las etiquetas y siguiendo estrictamente las correctas prácticas de aplicación. Las precauciones deben adaptarse al grado de peligro; las etiquetas del producto y los folletos darán las instrucciones sobre este aspecto (3).

¡LEER SIEMPRE LA ETIQUETA DEL PRODUCTO!

¡SIGA SUS INSTRUCCIONES!

6.14 Las precauciones especificadas son esenciales

a) Equipo protector

Los aplicadores deben reducir al mínimo los contactos con la piel de cualquier producto. Para prevenir la contaminación de la piel deberían usar ropa especial, usándola solo durante la preparación y la aplicación. Toda la ropa debe lavarse muy bien después de cada día de trabajo (Anexo 2) (2).

El trabajo durante las horas mas frescas del día resulta mas como para los aplicadores que deben usar ropas protectoras y puede estimular su empleo (Figura 17) (8).



Figura 17. Uso del equipo de protección (8).

b) Precauciones

i) Técnicas de aplicación segura

Con el objeto de reducir el mínimo el riesgo para los aplicadores, otras personas y el medio ambiente en general, debe cumplirse los siguientes (2):

- a) Iniciar las aplicaciones temprano.
- b) Trabajar de tal forma que el viento arrastre al producto lejos de los aplicadores, no sobre ellos.
- c) Mantener alejados a cualquier persona y a los animales.
- d) No dejar nunca abandonados Insecticidas o equipo.
- e) Reunir todos los desechos y restos, tales como envases vacíos para su destrucción.

ii) Higiene

La higiene personal es de máxima importancia para todos los que se dedican a la aplicación de Insecticidas. Los usuarios deben ser educados para (2):

- a) Lavarse las manos y cara antes de comer, beber o fumar.
- c) No comer o beber, ni fumar durante el trabajo
- d) No tocarse la cara u otra zona descubierta del cuerpo, con guantes o manos sucias.
- e) Lavarse con cuidado inmediatamente después de trabajar y lavar la ropa también diariamente.
- f) Asegurarse de que se cumplen todas las precauciones recomendadas en la etiqueta del producto.

iii) Reentrada en los cultivos tratados

Con algunos Insecticidas deben observarse un intervalo entre el tratamiento del cultivo y la reentrada en el mismo. Con esto se persigue que los residuos disminuyan a un nivel aceptable y también prevenir el riesgo de contaminación para los agricultores que trabajan en los cultivos tratados o pasan por ellos. Cuando existen tales riesgos, la etiqueta del producto especifica el periodo mínimo que debe transcurrir antes de reentrar. Estos períodos deben ser estrictamente observados e incluso cuando no se dan explícitamente, una precaución

recomendable es dejar parar siempre al menos 24 horas, desde la última aplicación (2).

iv) Plazo de seguridad

Cuando deba observarse, las recomendaciones adjuntas a los productos especificará el plazo de tiempo que deberá transcurrir entre el último tratamiento y a la recolección de la cosecha. Este plazo debe respetarse escrupulosamente para asegurar que los residuos del producto en la cosecha estén dentro de los límites aceptables (2).

v) Destrucción de restos

Después de la aplicación de cualquier producto, la zona de operaciones debe quedar limpia de todo resto del producto o de los envases y el equipo se debe vaciar y limpiar (3).

La rapidez es esencial para el tratamiento de cualquier incidente de contaminación, para primero impedir envenenamiento, particularmente cuando una persona ha quedado expuesta a un producto altamente tóxico, como los que llevan en la etiqueta una calavera cruzada con dos tibias. En tal caso, llamar inmediatamente a un médico o trasladar al paciente a un hospital, con la máxima rapidez que sea posible y llevar también y mostrar la etiqueta del producto. Las primeras medidas de ayuda que se dan mas adelante son las que pueden aplicarse en el campo para el tratamiento de irritaciones o casos leves de envenenamiento. También se citan las medidas que deben tomarse antes de que el médico pueda llegar hasta el paciente, o en tanto este llega al hospital (3).

6.15 Principios generales

Es mucho más fácil evitar las intoxicaciones que curarlas; para ellos es necesario manejar los Insecticidas con sumo cuidado (2).

La gente puede enfermar de forma natural cuando están manejando Insecticidas y, por ello, es imposible establecer, antes de prescribir un tratamiento, si hay implicado un producto. Un tratamiento inadecuado puede hacer que las condiciones del paciente empeoren (2).

Mantener al paciente tranquilo y cómodamente instalado y obtener inmediatamente atención médica, para ofrecerle las mayores posibilidades de recuperación. Si la respiración cesa, practicarle inmediatamente respiración artificial (2).

Pocos plaguicidas tienen antídotos. Si existen, la etiqueta debe detallar su empleo. Los antídotos solo deben ser administrados por personas calificadas. Nunca administrar alcohol o leche, cuando exista sospecha de intoxicación (2).

6.16 Síntomas de intoxicación

a) Tratamiento de urgencia

Los síntomas pueden estar localizados. Por ejemplo, irritación de la nariz, garganta, piel u ojos o aparece mas generalizados. Hasta cierto punto, las medidas apropiadas como primera ayuda o urgentes, depende de la forma de exposición al producto (2).

b) Ingestión oral

Aunque las posibilidades de una ingestión oral accidental de Insecticidas, son mucho mas reducidas que las de otras rutas de intoxicación, cuando se produce, puede suponer un considerable riesgo (2).

A menudo va acompañada por vómitos, dolores abdominales y diarrea, síntomas que son comunes a la mayor parte de productos químicos. La persona que haya ingerido insecticida, debe ser tratada rápidamente por un médico sobre el terreno o en un hospital. Entretanto, mantener al paciente tranquilo y confortablemente instalado, protegiéndole tanto del frío como del calor. Si es posible, administrarle carbón activado medicinal. Debe ser siempre prioritario procurar atención medica tan rápidamente como sea posible y entregar al médico la etiqueta del envase que contenía el producto (2).

c) Inhalación

Puede producirse especialmente cuando se trabaja en ambientes cerrados. Si se sospecha un intoxicación, aunque sea ligera (2):

- 1) Retirar al paciente del trabajo.
- 2) Aflojar la ropa del cuello y pecho.

La absorción de un producto por inhalación, puede producirse síntomas semejantes a los experimentados como consecuencia de ingestión oral o exposición dermal (2).

d) Dermal

Los insecticidas penetran rápidamente por la piel. Las salpicaduras de Insecticidas concentrados sobre la piel, deben lavarse inmediatamente; preferiblemente con jabón y agua; pero al menos con abundante agua limpia. Quitar inmediatamente la ropa contaminada y lavar la piel que estaba en contacto con ella. Si aparecen ampollas en la piel

o si hay heridas, aplicar cremas calmantes. Si el producto químico es de los que penetran rápidamente por la piel, es posible que, como en los casos de inhalación, aparezcan síntomas similares a los que aparecen después de una ingestión oral (2).

e) Ocular.

En los casos en que los insecticidas hayan penetrado en los ojos:

- 1) Lavar los ojos concienzudamente, con agua fresca y limpia, durante diez minutos por lo menos.
- 2) Cuando la irritación de los ojos sea grave, llevar al paciente al médico rápidamente.

6.17 Principales tipos de formulaciones de los Insecticidas

- a) Granular,
- b) Floable,
- c) Polvo mojable

a) Ropa de trabajo y su cuidado (3).

i. La ropa de trabajo debe ser cómoda y a la vez brindar la protección necesaria durante las labores agrícolas.

ii. El requisito mínimo para todo tipo de aplicación de Insecticidas es llevar ropa ligera que cubra la mayor parte del cuerpo. Esto significa mangas largas, pantalones largos, botas o zapatos y un sombrero.

iii. Casi toda la ropa de trabajo es de algodón o poliéster. Mientras mas grueso o mas pesado sea el tejido, mayor será su protección contra la penetración del producto. Sin embargo estos tejidos mas pesados son mas incómodos. En lo posible escoja ropa gruesa, que a la vez sea lo bastante cómoda como para usarla durante la jornada de trabajo.

iv. En ocasiones los atuendos de la zona dan suficiente protección y pueden usarse para el trabajo.

v. La ropa de trabajo debe mantenerse en buenas condiciones para que no tenga roturas o partes gastadas por donde el producto pueda contaminar la piel. El calzado debe inspeccionarse frecuentemente para ver que no este dañado y se repara o reemplaza, según el caso.

vi. La ropa y las botas de trabajo deben lavarse al término de cada jornada con jabón o detergente.

Vii. Hay que lavar la ropa aparte y mantenerla en un lugar separado.

c) Protección de las manos, ojos y cara

Al verter, mezclar y vaciar un producto, se recomienda el uso de guantes y protección a los ojos. Puesto que este proceso se realiza en unos minutos, estas precauciones pueden tomarse en cualquier clima (3).

d) Uso, cuidado y conservación de los guantes (3)

Se pueden comprar distintos tipos de guantes. Algunos dan mayor protección que otros, según el tipo de producto que se use.

Los guantes no reducirán necesariamente la contaminación del producto, a menos que se usen y cuiden debidamente.

Examine sus guantes detenidamente antes de ponérselos, para ver si hay señales de desgaste o roturas entre los dedos. En caso de duda, cámbielos (3).

No se toque otras partes del cuerpo con los guantes mientras este usando un insecticida.

Al terminar, los guantes deben enjuagarse en agua antes de sacárselos.

Al final de cada jornada hay que lavar los guantes por dentro y por fuera y luego secarlos, antes de volver a usarlos.

e) Empleo y cuidado de las mascarillas faciales (3)

Las mascarillas faciales se usan para proteger la vista y son mas convenientes que los anteojos en climas cálidos, pues no se empañan tan fácilmente y ofrecen mayor protección a la cara. Examine su equipo detenidamente antes de usarlo, para ver si hay daños o roturas. En caso de duda, cámbielo.

Limpie su equipo protector cuando sea necesario, para asegurar una buena visión después de usarlo.

6.18 Almacenaje en las fincas

Cualesquiera que sean la cantidad y variedad de Insecticidas que se van a usar o almacenar , según las condiciones de la finca, existe un número de medidas básicas que deben tomarse para reducir los desperdicios y minimizar los riesgos que son aplicables en todos los casos (3).

Las medidas descritas en esta sección concuerdan con los principales requisitos que se deben cumplir, cuando han de almacenarse grandes cantidades de productos. Sin embargo, se deben seguir los principios básicos, aun cuando las cantidades almacenadas sean pequeñas (3).

Estas medidas se refieren a (3):

- a) Seguridad
- b) Mantenimiento de las existencias de Insecticidas en buenas condiciones.
- c) Precauciones de emergencia.

Los Insecticidas se deben almacenar siempre encerrados bajo llave, en un lugar seguro, fuera del alcance de personal no autorizado para su manejo, niños y animales (2).

Cuando se trate de pequeñas cantidades, el almacén puede ser solo una estantería cerrada o una caja, fuera del alcance de los niños o animales, pero NO DEBE estar situado dentro del área de almacenaje de alimentos o cerca del fuego, estufas o lámparas y; no debe guardarse en habitaciones habitadas. Cuando las cantidades de Insecticidas almacenadas sean importantes, como en grandes fincas, plantaciones o cooperativas, el almacén de Insecticidas debe ser un edificio separado o una parte de un edificio que pueda ser completamente cerrada (2).

6.19 Mantenimiento de las existencias en buenas condiciones

CONSULTAR LAS INSTRUCCIONES DE LAS ETIQUETAS REFERENTES A LAS CONDICIONES DEL ALMACENAJE Y, EN CASO DE DUDA, CONSULTAR AL DISTRIBUIDOR.

Para asegurar que las existencias de Insecticidas se guardan en buenas condiciones para su uso, se debe prestar atención a los siguientes cuatro puntos (2):

- a) Emplazamiento y construcción del almacén, de forma que se minimice el deterioro a causa de condiciones climáticas.

- b) Colocación y apilamiento de los envases de forma que se eviten desperfectos y se facilite su inspección.
- c) Uso de las existencias “Primero las mas antiguas”.
- d) Inspecciones regulares.

6.20 Emplazamiento y construcción de almacenes de Insecticidas

Donde sea posible, los almacenes de Insecticidas se deben de situar en terrenos altos, para evitar inundaciones y con cubiertas a prueba de lluvia. Los suelos deben ser impermeables y sin grietas para permitir su fácil limpieza y deben estar diseñados para contener derrames y el agua contaminada utilizada contra el fuego; por ejemplo con un reborde de 15 centímetros. Si existen desagües, no deben estar directamente conectados a colectores públicos sino a un deposito individual. Los almacenes deben estar ventilados adecuadamente, para evitar temperaturas excesivamente altas y humedad que pueden deteriorar los Insecticidas, en especial en las regiones tropicales o subtropicales (2).

Con esto, también se evita la acumulación de vapores. Deberá establecerse algún tipo de ventilación a nivel del suelo, para prevenir la acumalción de vapores pesados. En los lugares sometidos a temperaturas invernales muy bajas, puede ser necesario emplear aislantes y calor para prevenir la congelación de los productos almacenados. Las ratas pueden destruir bolsas y cajas; por ello los almacenes deben ser protegidos contra ellas, por ejemplo, cubriendo todas las aberturas de las paredes con una tela metálica o barrotes metálicos. Los grandes almacenes de Insecticidas deben estar rodeados, por ejemplo por una banda de tierra, como una segunda barrera de seguridad, para contener los derrames o agua contaminada, utilizada para apagar fuego (2).

Alternativamente, alrededor del almacén se debe construir un desagüe, que vierta en un sumidero, desde el cual se pueda bombear y eliminar el producto (3).

Cuando se observe o sospeche que exista deterioro o pérdida, todos los paquetes afectados deben ser trasladados y aislados. Los paquetes contiguos deben ser cuidadosamente inspeccionados y apartados para limpiarlos si esta contaminados (3).

6.21 Reenvasado

En una finca no se debe reenvasar, excepto en casos de emergencia, ya que se corre el peligro de empaquetar materiales no aptos y usar incorrectamente las etiquetas. Sin embargo, en casos de emergencia, los envases con pérdidas se deben traspasar a envases mayores o bolsas de polietileno muy duras y resistentes. Donde se almacena o manipulan grandes cantidades de productos se deben disponer de algunos envases vacíos para estos casos. Las medidas de seguridad recomendadas por el fabricante para el manejo de los productos deben ser observados durante el reenvasado (3).

Los envases deben cerrarse con seguridad y etiquetarse correctamente – preferiblemente con la etiqueta original del producto – pero si no es posible, con una copia precisa. El producto debe utilizarse lo antes posible (3).

LOS INSECTICIDAS NO SE DEBEN PONER NUNCA EN BOTELLAS DE BEBIDAS O ENVASES DE COMESTIBLES.

6.22 Medidas de emergencia en los almacenes

En cualquier sitio donde se almacenen Insecticidas, sea cualquier su escala, se deben tomar precauciones para prevenir accidentes y daños, así como los problemas consiguientes que acarrearán los residuos y su eliminación. En caso de que ocurran, se tomarán medidas rápidas y efectivas contra (3):

- a) Fuego
- b) Derramamiento y pérdidas
- c) Contaminación del personal

a) Fuego

Los Insecticidas de cultivos, especialmente aquellos formulados como líquidos que puedan ser inflamables, presenta mayores riesgos de incendio y pueden emanar vapores inflamables a temperaturas normales. Por tanto, es esencial una buena ventilación (tanto a nivel del suelo como del techo); los envases no se deben dejar abiertos. Los escapes y derrames deben ser corregidos inmediatamente. EN EL INTERIOR DE LOS ALMACENES SE DEBE PROHIBIR FUMAR Y ENCENDER FUEGOS. Las instalaciones y equipo de calor y eléctricas se deben construir, instalar y mantener , de acuerdo con las normas de seguridad contra la explosión y el fuego establecidas en las respectivas legislaciones nacionales (3).

En el exterior de los almacenes de Insecticidas, se deben colocar carteles indicando “PELIGRO INSECTICIDAS SOLO PERSONAL AUTORIZADO”; carteles y símbolos indicando “PROHIBIDO FUMAR, PROHIBIDO ENCENDER FUEGO” deben colocarse en lugares muy visibles en el interior y exterior. Es importantísimo que estas normas se cumplan (3).

En todos los almacenes se debe disponer de agua, arena y tierra, a fin de poder apagar pequeños incendios o para absorber derrames o escapes. En los almacenes grandes de

dispondrá de extintores que deben revisarse periódicamente para asegurarse de que están correctamente cargados (3).

Incluso en los pequeños almacenes, es recomendable que al menos se disponga de un extintor de incendios. Los extintores se deben colocar en lugares de fácil acceso, en caso de emergencia, por ejemplo, próximos a una puerta. A la entrada del almacén, en un lugar accesible, se debe disponer permanentemente de mascarar antigas, guantes y botas para dos personas por lo menos. Se deben revisar regularmente. Se debe obtener de los bomberos locales consejos sobre los mejores equipos, sugerencias y normas sobre el uso del agua (3).

b) Derrames y escapes

Los derrames en los almacenes suelen producirse cuando se mueven los envases cerrados inadecuadamente, o cuando los Insecticidas se dosifican. Por tanto, hay que asegurarse que los recipientes o paquetes que han sido abiertos, son tapados adecuadamente después de su empleo. Se debe disponer de un equipo apropiado de medidas (tapas para grandes bidones, embudos, jarras, platillos, etc.). cuando se efectúa un reenvasado desde latas y bidones se deben sujetar de forma que el aire pueda penetrar libremente en el interior del envase para evitar las salidas bruscas del líquido. Los productos en polvo se deben mantener cerca del envase receptor, para evitar que se produzcan nubes de polvo (3).

c) Contaminación del personal

Si los envases de Insecticidas se guardan en buenas condiciones y son manejados cuidadosamente, por personal vistiendo la ropa de protección recomendada en las etiquetas, no deberá ocurrir ninguna contaminación (3).

Las pérdidas o derrames durante el empleo de productos pueden ocurrir por:

- i. Derrame al llenar los aparatos de aplicación
- ii. Pérdidas durante la aplicación
- iii. Excedentes de producto, cuando se ha finalizado la aplicación.

i) Derrames al llenar los aparatos de aplicación

Los derrames de concentrados suelen producirse cuando se intenta levantar un envase demasiado pesado hasta la abertura de llenado del pulverizador o al intentar rellenar un

recipiente con una abertura pequeña, sin embudo. Por tanto, se deberían usar siempre recipientes de tamaño manejable y embudos para pequeñas aberturas (3).

ii) Escapes durante la aplicación

Los derrames producidos durante la aplicación ocasionan pérdidas de Insecticidas muy costosas y riesgosas para los aplicadores y otros. Esto se debe normalmente a roturas o conexiones desajustadas en los equipos de aplicación. Se deben revisar las partes vulnerables, antes y durante su utilización y tan pronto se detecten fallos, corregirlos. La limpieza y el mantenimiento regular reducirán los fallos (3).

iii) Productos sobrantes al terminar una aplicación

En lo posible, se debe calcular cuidadosamente la cantidad correcta de producto que se precisa para un área de aplicación específica, de forma que no haya excedentes. Sin embargo, esto es muy difícil de conseguir cuando se trata de grandes superficies y se usan grandes cantidades. En tales circunstancias, es mejor calcular por defecto y dejar al final una pequeña parte sin tratar, para la cual se puede hacer un cálculo exacto hasta finalizar el trabajo (3).

Si se siguen estrictamente los procedimientos recomendados, las cantidades de residuos de Insecticidas que se generan en las fincas se podrían reducir enormemente. Sin embargo, cuando se producen los residuos, se pueden eliminar por métodos que (3):

- a) Sean seguros para aquellos que los manejan
- b) Dejan limpias las áreas y los objetos contaminados
- c) Reduzcan el peligro de contaminación ambiental

Los métodos de eliminación recomendados se exponen con detalle en las siguientes secciones, de acuerdo con el origen del residuo, a saber:

- i. Productos en desuso procedentes de viejas existencias o sobrantes que ya no se necesitan
- ii. Derrames o escapes y los materiales usados para absorberlos
- iii. Objetos contaminados.
- iv. Envases y paquetes, como bidones, latas botellas y bolsas. Sin embargo, hay una serie de principios generales sobre o relacionados con la eliminación de Insecticidas, que deben tenerse siempre en cuenta (3).

6.23 Principios generales a cumplir

CUMPLIR SIEMPRE LAS NORMAS LEGALES LOCALES.

- a) Eliminar siempre los residuos cuando surjan. Evitar la acumulación de grandes cantidades a eliminar.
- b) Consultar la etiqueta del producto para conocer las instrucciones específicas.
- c) En caso de existir alguna duda, solicitar los consejos de un experto; por ejemplo del suministrador del producto.
- d) Vestir siempre ropa protectora apropiada cuando se eliminen residuos de Insecticidas.
- e) No eliminar nunca los residuos de Insecticidas de modo que se pueda poner en peligro, a persona, ganado doméstico, fauna silvestre, cultivos u otras plantas, alimentos almacenados o suministros de agua.
- f) Nunca deshacerse de los Insecticidas indiscriminadamente (3).

6.24 Tipos de residuos y Productos sin usar

- a) Si un producto sin usar esta en buenas condiciones, debe considerarse si puede utilizarse en posteriores ocasiones o lo pueden usar en cualquier finca cercana. Si no, y si el envase esta sin abrir, pedirle al vendedor o distribuidor local si puede encontrar otros usuarios.
- b) Si esto no es posible, o el producto esta deteriorado, preguntar al suministrador si puede aceptarlo para su destrucción.
- c) Si no puede, preguntar al distribuidor local si existe un incinerador **AUTORIZADO** disponible, donde se puedan eliminar los Insecticidas sin riesgo, quemándolos a altas temperaturas. Hay que tener en cuenta que la mayoría de incineradores no queman a suficiente temperatura (por ejemplo encima de 1,000° C) para destruir los Insecticidas con seguridad.
- d) En el caso de que no exista ninguna otra opción, si la cantidad es pequeña se debe enterrar el producto.
- e) Las grandes cantidades requieren una eliminación especial. Consultar al fabricante o a las autoridades locales (3).

6.25 Residuos procedentes de derrames o escapes

Cuando se manipulan productos derramados o procedentes de escapes, se debe vestir la ropa protectora, tal como guantes, botas y gafas, que se recomienda en la etiqueta de producto (3).

En el momento en que se produzca un derrame o se detecte un escape, se debe (3).

- a) Mantener fuera del área afectada a las personas no autorizadas, a los niños y a los animales.
- b) Prevenir residuos adicionales cerrando los envases adecuadamente, cambiando su posición para detener el derrame o colocándolo dentro de otro envase.
- c) Los residuos secos, como polvos o granulados, cubrirlos con arena o tierra seca y barrerla dentro de envases con tapa para su eliminación segura. El uso de arena humedecida o agua puede liberar gases tóxicos o inflamables de ciertos productos (Consultar las etiquetas).
- d) Con los residuos líquidos usar cal, arena, tierra o cualquier otro material que observa los productos derramados. Introducir esto en envases con tapa para eliminarlo.
- e) Lavar con agua la zona contaminada por el derrame. No permitir que esta agua vaya a ningún desagüe, corrientes de agua, pozo o charca, si es necesario secarlo antes con materiales más absorbentes para eliminarlo.
- f) Asegurarse que los restantes envases en la zona del derrame queden completamente descontaminados, lavándolos meticulosamente. Controlar el agua de este lavado tal como se dice anteriormente (3).

6.26 Ropa o materiales de limpieza contaminadas

La ropa ligeramente contaminada debe lavarse con detergente y desaguarse varias veces con abundante agua y por separado de otra ropa. Los artículos altamente contaminados y los que realmente no se pueden descontaminar, por ejemplo, botas de piel, trapos o limpiadores de algodón, etc. Que se hayan usado para limpiar derrames, se deben quemar, preferiblemente en un incinerador con **AUTORIZACIÓN** y si no, enterrarlos. La ropa se debe desgarrar o cortar antes de enterrarse (3).

6.27 Manejo de plagas de suelo en el cultivo de caña de azúcar

En Guatemala las estrategias de control de plagas que se implementan en caña de azúcar, son: prevención, Supresión y manejo (7).

El comité de Manejo Integrado de Plagas en Caña de Azúcar (7), considera que las estrategias de control deben basarse en los principios de Manejo integrado de Plagas (MIP)

como son: Conocimiento de la Biología y fluctuación poblacional de las plagas, el monitoreo de las poblaciones de la plaga, determinación de umbrales económicos y búsqueda e implementación del control biológico. Sobre la base de estos fundamentos se pueden implementar las siguientes tácticas de control: Utilización de controles Culturales, Utilización de Métodos Físicos y Mecánicos, Utilización de Agentes de microbiológicos y Utilización del Control Químico.

Anteriormente las aplicaciones de Insecticidas se realizaba en un 100% en las siembras nuevas y renovaciones, pero actualmente se aplican dependiendo de los muestreos que se realizan en los campos de siembra, esto es coordinado por el departamento de investigación de cada ingenio.

6.28 La táctica del control químico como parte del manejo de plagas de suelo en el cultivo de caña de azúcar

Los productos para la protección de cultivos (fitosanitarios) son y continuarán siendo elementos claves en los programas de manejo de plagas en el cultivo de caña de azúcar. La comprensión de la naturaleza de estas herramientas y la aplicación conciente de ese conocimiento hará tomar ventaja de su considerable poder y minimizar sus efectos secundarios (4).

Actualmente se dispone de una amplia gama de productos químicos en el mercado para el control de plagas de suelo en dicho cultivo. Los ingenios azucareros seleccionan los productos de acuerdo a los siguientes criterios:

- a) Que sea efectivo contra las plagas problema de la región, durante su aplicación.
- b) Costo por manzana
- c) Respaldo técnico de la casa comercial que lo distribuye.

6.29 Uso de insecticidas granulados en el cultivo de caña de azúcar

a. Insecticidas Granulados

La utilización de insecticidas granulados en el cultivo de la caña de azúcar, al momento de la siembra es una práctica común en la mayoría de los ingenios, los más utilizados son los organofosforados y carbamatos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Insecticidas de suelo utilizados en el cultivo de caña de azúcar en los Ingenios en el momento de la siembra (5).

Nombre Comercial	Counter	Mocap	Furadan	Forater	Lorsban
Nombre técnico	Terbufos	Ethoprop	Carbofuran	Terbufos	Clorpirifos
Grupo químico	Organofos- forado	Organofos- forado	Carbamato	Organofos- forado	Organofos- Forado
Dosis	14 kg./ha. 15GR	14 kg./ha. 15GR	16 kg./ha, 5GR	14 kg./ha. 15GR	15 kg./ha. 15GR
Frecuencia de aplicación	Al momento de la siembra	Al momento de la siembra	Al momento de la siembra	Al momento de la siembra	Al momento de la siembra

6.30 Pautas de uso y procedimientos de aplicación

Los Insecticidas granulados son usados en una serie de situaciones diferentes de control de plagas en el cultivo de caña de azúcar, al momento de la siembra, en la fertilización, etc. Pero por lo general son aplicados según las recomendaciones de uso de administración del producto. Estas recomendaciones de administración y el tipo de equipo de aplicación usado también influyen sobre la probabilidad de que se produzcan problemas de intoxicación al personal relacionado, buena dosificación del producto, derivas y derrames (5).

6.31 Incorporación al suelo

Los insecticidas granulados los incorporan directamente al suelo durante el surqueo mediante equipos mecanizados, y a veces en forma manual utilizando equipos de mochila especiales para granulados. Este proceso esta exento de deriva ya que el producto queda esencialmente debajo de la superficie de la tierra (14).

6.32 Equipo utilizado en la aplicación de insecticidas granulados

Con la finalidad de garantizar la seguridad de los aplicadores y la correcta dosificación en el campo los ingenios azucareros le han puesto bastante énfasis al respaldo técnico que las casas comerciales les brindan en cuanto al equipo de aplicación que les proporcionan para la aplicación de los productos.

Los equipos que se utilizan en la aplicación de los insecticidas granulados son:

- a) Equipo mecánico Granuladora Gandy (Figura 18).
- b) Equipo manual Granuladora de mochila Swiss Mex (Figura 19).



Figura 18. Equipo gandy acoplado a un surqueador. Figura 19. Granuladora de doble depósito.

6.33 Métodos de aplicación

Existen diferentes métodos de aplicación de los insecticidas granulados, los mas utilizados por los ingenios son lo siguientes (Figura 20):

- a) En banda al fondo del surco al momento del surqueo.
- b) En banda sobre la semilla de forma manual con equipo granulador Swiss Mex.
- c) En banda sobre la semilla al momento del tapado mecánico.
- d) En banda al momento del ferticultivo.



a) Aplicación al momento del surqueo

b) Aplicación manual después del surqueo



c) Aplicación al momento del tapado.

d) Aplicación al momento de la fertilización

Figura 20. Métodos de aplicación de los insecticidas.

6.34 Dosis de insecticidas utilizadas

Se utilizan diferentes dosis dependiendo del insecticida que se esté usando, pero las más utilizadas de acuerdo a las recomendaciones de los productos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Insecticidas más utilizados en los Ingenios al momento de la siembra y dosis por hectárea

Nombre Comercial	Counter	Mocap	Furadan	Forater	Lorsban
Nombre técnico	Terbufós	Ethoprop	Carbofurán	Terbufós	Clorpirifós
Grupo químico	Organofos- Forado	Organofos- forado	Carbamato	Organofos- forado	Organofos- forado
Dosis 10G.	21 kg/ha.	21 kg/ha.	10 kg/ha.	21 kg/ha.	10 kg/ha.
Dosis 15G.	14 kg/ha.	14 kg/ha.		14 kg/ha.	15 kg/ha.
Dosis 5G.	_____	_____	16 kg/ha.	_____	_____

La mayor cantidad de insecticidas se utiliza al momento del surqueo y da inicio en el mes de Diciembre, que es la época que inicia la zafra y las últimas renovaciones se realiza en el mes de Junio. Los lotes que no dan los rendimientos requeridos son renovados aproximadamente después de 6 a 7 cortes.

7. CONCLUSIONES

- 7.1 El entrenamiento y capacitación sobre los riesgos y la correcta forma de aplicación es una norma fundamental para hacer un uso seguro de los Insecticidas, ya que el uso, selección y mantenimiento del equipo de protección personal disminuye el riesgo de intoxicaciones.
- 7.2 Las aplicaciones manuales con granuladoras de mochila han disminuido debido al uso de equipos mecanizados tipo Gandy los que mas se usan y es la mejor opción para la aplicación de los Insecticidas en los Ingenios en el cultivo de la caña de azúcar en Guatemala.
- 7.3 Método de aplicación de Insecticidas mas utilizado por los Ingenios, es al momento de surqueo con incorporación del producto al suelo, siendo este método el mas seguro, y el de mayor riesgo para los aplicadores es al momento del tapado de la caña, con aplicación manual.

8. RECOMENDACIONES

- 8.1 Establecer un programa de capacitación al inicio de la temporada de aplicación que involucre a los aplicadores, como al personal de bodega y supervisores de campo y que incluya el equipo de protección que se utilice de acuerdo al clima, para que sea aceptado por los aplicadores y lo usen durante toda la aplicación.
- 8.2 Programar con anticipación todas las aplicaciones para que estas se realicen con equipo mecanizado tipo Gandy.
- 8.3 Se recomienda que los aplicaciones se realicen de forma mecanizada al momento del surqueo con incorporación del producto al suelo, previa calibración de los equipos antes de la aplicación para que la dosis sea la recomendada por el distribuidor del producto.

9. BIBLIOGRAFIA

1. AGREQUIMA/LACPA. 2001. Normas para el manejo seguro y eficaz, de productos para la protección de cultivos. 38 p.
2. _____. 2001 a. Normas de protección personal en el uso de productos para la protección de cultivos. 17 p.
3. _____. 2001 b. Normas para la eliminación de residuos de productos para la protección de cultivos. 29 p.
4. ANDREWS, K., BARNES, M., HOFFMAN, H. 1989. Utilización del control químico. In: Andrews, K. & J. Quezada. (eds), Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura, Estado Actual y Futuro. Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. p. 300-326
5. BADILLA, F. 1994. Manejo Integrado de Jobotos (*Phyllophaga* spp), en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica. Costa Rica, DIECA. 27 p.
6. CAMPOS, M. DE; FINKELMAN, J. 1998. Situación actual del uso y manejo de plaguicidas en Guatemala. Guatemala, OPS/OMS. 107 p.
7. CENGICAÑA. 2000. Centro Guatemalteco de Investigación de la Caña de Azúcar. Boletín Técnico CAÑAMIP. Guatemala. No. 2. 1-3 pp.
8. MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTOS 1999. Programa de seguridad departamento de servicios técnicos Cyanamid de Costa Rica. 30 p.
9. MELGAR, M., MENESES, A 1999. Boletín estadístico Cengicaña. Año 1, No. 1. 7 p.
10. MODO DE ACCION DE LOS INSECTICIDAS ORGANOFOSFORADOS Y CARBAMATOS. Módulo de entrenamiento técnico Cyanamid 1995. p. 4.

11. ORTIZ, G.A. 2002. El registro de plaguicidas de uso agrícola en Guatemala y dentro del contexto de armonización en los países de América Central. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía.

- 12. SIMMONS, Ch.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.**
13. SIMPOSIO NACIONAL DE PLAGAS DE SUELO. 2001. (Guatemala) Memorias Guatemala, CENGICAÑA. p. 15-20.
14. SOLOMON, K. R. 1998. Evaluación Toxicológica y ecotoxicológica de productos fitosanitarios 90 pag.
15. SUBIRUZ, F. 1995. El cultivo de la caña de Azúcar. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José Costa Rica. Pp. 211-292.
16. TOXICOLOGÍA DE LOS COMPUESTOS ORGANOFOSFORADOS, Centro de control de intoxicaciones –UNICAMP y Cyanamid Química de Brasil. 40 p.
17. WILSON, G. 1,956. Control of. Cane grub pest, Desmolepida albohirtum and Lepidota frenchi, by benzene hexachloride. Tech commun. Bur. Sug. Exp. Stns. 41p.

ANEXOS



ANEXO 2

CLASIFICACION TOXICOLOGICA

CLASE	Toxicidad aguda, según la DI 50 (mg/kg de peso de l.a.) en ratas			
	ORAL		DERMICA	
	SOLIDOS	LIQUIDOS	SOLIDOS	LIQUIDOS
ia Extremadamente Peligroso	5 ó menos	20 ó menos	10 ó menos	40 ó menos
Ib Altamente Peligroso	5 - 550	20 - 200	10 - 100	40 - 400
II Moderadamente Peligroso	50 - 500	200 - 2,000	100 - 1,000	400 - 4,000
III Ligeramente Peligroso	500 - 2,000	2,000 - 3,000	Más de 1,000	Más de 4,000
IV Precaución	Más de 2,000	Más de 3,000		

Los envases de plaguicidas tienen en la etiqueta una franja cuyo color identifica la toxicidad.

Rojo = Extremadamente y altamente peligroso

Amarillo = Moderadamente peligroso

Azúl = Ligeramente peligroso y

Verde = Precaución.

Cedia