

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AGRÍCOLA



**ESTUDIO SOBRE EL MANEJO Y NIVEL DE RESIDUOS DE
METAMIDOFÓS, OXAMIL Y ENDOSULFÁN EN EL CULTIVO DE
CHILE DULCE (Capsicum annum) DURANTE LA ÉPOCA SECA,
VALLE DE ZAPOTITÁN.**

POR:

HAYDÉE RIVERA CUELLAR

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

SAN SALVADOR, MAYO DE 2002.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA: DRA. MARÍA ISABEL RODRÍGUEZ

SECRETARIA GENERAL: LIC. LIDIA MARGARITA MUÑOZ

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO: ING. AGR. FRANCISCO LARA ASCENCIO

SECRETARIO: ING. AGR. JORGE ALBERTO ULLOA ERROA

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AGRÍCOLA:

DRA. FRANCISCA CAÑAS DE MORENO

ASESORES:

DRA. GLORIA RUTH CALDERÓN

DRA. FRANCISCA CAÑAS DE MORENO

ING. AGR. GALINDO ELEAZAR JIMÉNEZ

JURADO CALIFICADOR:

LIC. DIGNA DALICIA PADILLA DE GARCÍA

LIC. CLEOTILDE ALICIA MARTÍNEZ DE GÓCHEZ

ING. AGR. OSCAR MAURICIO CARRILLO TURCIOS

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo realizar una investigación de residuos en el cultivo de chile dulce (*Capsicum annum*), con el propósito de determinar los plaguicidas de mayor uso en la zona y su manejo, en el Valle de Zapotitán, situado en la jurisdicción de los departamentos de La Libertad, Santa Ana y Sonsonate, durante los meses de Enero y Febrero del año 1999, por medio del paso de encuestas; luego se procedió a la toma de muestras al azar que fueron analizadas en el Laboratorio Unificado de Control de Alimentos y Medicamentos (LUCAM) de Guatemala, por medio de Cromatografía de Gas, obteniendo como resultado que las muestras no están contaminadas con residuos, por lo que el cultivo de chile dulce, durante el período de investigación fue apto para el consumo humano.

A la memoria de mi Angelito

Rafael Alexander Morazán Rivera

*Cuyo dulce y triste recuerdo
permanecerá por siempre en mi corazón*

AGRADECIMIENTOS

A mis asesores, Dra. Francisca Cañas de Moreno, Dra. Gloria Ruth Calderón e Ing. Agr. Galindo Eleazar Jiménez, por los valiosos conocimientos aportados para la realización de esta investigación.

A la Organización Panamericana de la Salud (OPS), por el financiamiento otorgado.

A la Agencia de Extensión del CENTA de Zapotitán, especialmente al Ing. Agr. Francisco López, por la ayuda prestada en la fase de campo.

A la Señora Lilly Solis Galdámez por toda su colaboración y ayuda en la elaboración del documento de graduación.

DEDICATORIA

A Jehová Dios: Por ser un Padre amoroso que me ha colmado de bendiciones.

A mis Padres: Carlos Rivera Alvarado y Mercedes de Rivera, por demostrarme su amor con hechos, no con palabras. Los quiero.

A mis Hermanos: Ruth de Villalta, Marcos Antonio Rivera Cuellar, Carlos Rivera Cuellar, Juan Rivera Cuellar y Samuel Rivera Cuellar, con quienes puedo contar siempre.

A mis Sobrinos: Gabriela, Martha, Rebeca y Milena Rivera Rivas; Alejandra y Marcela Rivera Sosa; Sergio Villalta Rivera, con mucho cariño.

A mi Tía Conchita: Mi segunda madre, por ser una persona especial, la otra “Abuelita” de mis hijos. Con mucho amor.

A mi Tía-Hermana Teté, por su cariño y por querer a mis hijos.

A mis Cuñadas: Ethel Rivas y María Elena de Rivera, a quienes considero también mis Hermanas.

A mis Amigos: Delmy Reyes Paz, Silvia Carolina Oliva, Julia del Carmen García, Yesenia Marisol Pérez, Gabriel Alberto Hernández y Walter Omar Novoa por su amistad sincera y su apoyo en los buenos y malos momentos.

Especialmente a mis Hijos: Ruth Andrea y Daniel Alexander Morazán Rivera, con todo mi amor, quienes le han dado sentido a mi vida y por quienes vale la pena esforzarse.

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁGINA
RESUMEN.....	iv
AGRADECIMIENTOS	vi
DEDICATORIA	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Cultivo del Chile Dulce.....	3
2.1.1. Clasificación botánica.....	3
2.1.2. Requerimientos de clima y suelo.....	4
2.1.2.1. Clima.....	4
2.1.2.2. Suelo.....	5
2.1.3. Época de siembra.....	5
2.1.3.1. Siembra.....	6
2.1.4. Plagas.....	7
2.1.5. Cosecha.....	9
2.2. Aspectos Básicos sobre Plaguicidas.....	9
2.2.1. Conceptos.....	9

2.2.2.	Mecanismos de acción.....	10
2.2.2.1.	Insecticidas de contacto.....	10
2.2.2.2.	Insecticidas estomacales.....	11
2.2.2.3.	Insecticidas sistémicos.....	11
2.2.2.4.	Fumigantes.....	12
2.2.3.	Factores ambientales que influyen en la eficacia de los plaguicidas.....	12
2.2.4.	Manejo seguro de los plaguicidas.....	12
2.2.4.1.	Selección del plaguicida adecuado	12
2.2.4.2.	Aplicación de plaguicidas.....	13
2.2.4.3.	Compra, transporte y Almacenamiento.....	13
2.2.4.4.	Transporte.....	14
2.2.4.5.	Almacenamiento.....	14
2.2.4.6.	Desechos de agroquímicos y envases usados.....	15
2.2.5.	Formulaciones.....	16
2.2.5.1.	Envases.....	16
2.2.6.	Instrucciones de empleo.....	17
2.2.7.	Medición y mezclas.....	17
2.2.8.	Empleo, mantenimiento y reparaciones.....	20
2.2.9.	Empleo de plaguicidas en el campo.....	21

2.2.10. Precauciones.....	23
2.2.10.1. Hombre.....	23
2.2.10.2. Animales domésticos.....	25
2.2.10.3. Medio ambiente.....	25
2.2.10.4. Técnicas de aplicación segura.....	26
2.2.10.5. Higiene.....	26
2.2.10.6. Reentrada en los cultivos tratados...	27
2.2.10.7. Plazo de seguridad.....	28
2.3. Descripción de los Plaguicidas.....	28
2.3.1. Descripción de los insecticidas organoclorados	28
2.3.1.1. Endosulfán.....	29
2.3.1.2. Características generales del Endosulfán.....	29
2.3.1.3. Toxicología.....	31
2.3.1.4. Signos y síntomas de intoxicación....	31
2.3.2. Descripción de los insecticidas Organofosforados.....	31
2.3.2.1. Características generales del Metamidofós.....	33
2.3.2.2. Toxicología.....	34
2.3.2.3. Signos y síntomas de intoxicación....	35
2.3.3. Descripción de los insecticidas carbamatos.....	35

2.3.3.1.	Características generales del Oxamilo.....	36
2.3.3.2.	Toxicología.....	37
2.3.3.3.	Signos y síntomas de intoxicación....	38
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	39
3.1.	Características de la zona de estudio.....	39
3.1.1.	Ubicación geográfica.....	39
3.1.2.	Condiciones climáticas.....	39
3.1.3.	Características edáficas.....	40
3.2.	Fase de campo.....	41
3.2.1.	Fase de reconocimiento de la zona de estudio...	41
3.2.2.	Contenido de la encuesta.....	41
3.2.3.	Paso de encuestas.....	42
3.2.3.1.	Tabulación de datos de la encuesta....	42
3.2.4.	Toma de muestras.....	43
3.2.5.	Traslado de Muestras al Laboratorio.....	43
3.3.	Fase de Laboratorio.....	43
3.3.1.	Principio del Método de Luke.....	44
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
4.1.	Población de usuarios de Metamidofós, Oxamil y Endosulfán.....	46
4.2.	Superficie cultivada de Chile Dulce.....	46

4.3. Cultivares de Chile Dulce utilizado.....	46
4.4. Siembra.....	46
4.5. Dosis y frecuencia de aplicación.....	47
4.6. Método de aplicación.....	51
4.7. Concentración residual.....	52
5. CONCLUSIONES.....	55
6. RECOMENDACIONES.....	57
7. BIBLIOGRAFÍA.....	58
8. ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Principales plagas del Chile Dulce, síntomas y control.	8
2. Superficie cultivada de Chile Dulce (<i>Capsicum annum</i>). Valle de Zapotitán.....	46
3. Dosis y frecuencias de aplicación de Metamidofós, Oxamil y Endosulfán en el cultivo de Chile Dulce (<i>Capsicum annum</i>). Valle de Zapotitán.....	48
4. Concentración residual de plaguicidas en el cultivo de Chile Dulce (<i>Capsicum annum</i>). Valle de Zapotitán.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Molécula de Endosulfán.....	31
2. Molécula de Metamidofós.....	34
3. Molécula de Oxamil.....	38
4. Superficie porcentual de áreas cultivadas con Chile Dulce (Capsicum annum).....	47
5. Dosis porcentual y usuarios de Metamidofós.....	49
6. Dosis porcentual y usuarios de Oxamil.....	49
7. Dosis porcentual y usuarios de Endosulfán.....	50
8. Frecuencia porcentual y usuarios de Metamidofós....	51
9. Frecuencia porcentual y usuarios de Oxamil.....	51
10. Frecuencia porcentual y usuarios de Endosulfán.....	51
11. Concentración porcentual y número de muestras de Metamidofós.....	54
12. Concentración porcentual y número de muestras de Endosulfán.....	54

1. INTRODUCCIÓN.

La utilización de productos agroquímicos para la producción de alimentos, se ha visto siempre como la mejor alternativa de obtener los mejores rendimientos, ya que un solo plaguicida o en combinación con otros, elimina una gran cantidad de plagas. Es hasta ahora que se están analizando los resultados del uso inadecuado de agroquímicos, al observar la resistencia de las plagas, los índices de envenenamiento y muerte de los usuarios y el deterioro del medio ambiente.

En El Salvador, el monitoreo de los plaguicidas, se ha realizado de forma esporádica por no contar con laboratorios especializados para el análisis de los mismos, ni con fondos suficientes para costearlos, es por esta razón que se realizó un estudio sobre el manejo de plaguicidas en el cultivo de chile dulce en el Valle de Zapotitán, por ser ésta la zona de producción de muchas hortalizas de consumo nacional, y por ser el chile dulce un cultivo que además de consumirse completo, forma parte de la dieta diaria.

El estudio consistió en el monitoreo de usuarios de plaguicidas en el cultivo de chile dulce, por medio del paso de encuestas, siendo el Metamidofós, Oxamil y Endosulfán los de mayor aplicación; como el

número de agricultores se vio reducido debido a las condiciones climatológicas adversas provocadas por el Huracán “Mitch”, se tomaron 22 muestras al azar que correspondían al total de productores, se detectó el nivel residual de endosulfán y metamidofós, en cada muestra de cultivo, por Cromatografía de Gas se compararon los Límites Máximos de Residuos permitidos establecidos por la FAO/Codex alimentarius.

Los resultados obtenidos indican que las muestras analizadas están muy por debajo de los Límites Máximos de Residuos, por lo que se concluye que la producción de chile dulce durante la investigación fue apta para el consumo humano.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Cultivo del Chile Dulce.

El chile dulce es una hortaliza que ha aumentado su popularidad en el país en los últimos años. Entre las razones para ello se encuentra: el alto valor nutritivo y la buena rentabilidad que ofrece al productor. El chile dulce es una de las hortalizas con alto contenido de vitaminas A, B y C, además de algunos minerales (CENTA, 1996).

Para su consumo, el chile puede utilizarse en estado verde, maduro o seco, entero o molido. Se le incluye en ensaladas, salsas, aderezos, encurtidos, rellenos y sopas. Se le cultiva para el aprovechamiento de sus frutos que según la variedad toman diferentes formas y su sabor puede ser dulce o picante, su color verde, rojo o amarillo (Gudiel, 1987; Seeling, 1968).

2.1.1. Clasificación botánica.

La planta es originaria de América, pertenece a la familia de las Solanáceas, tribu Solaneae, subtribu Solaninae, género Capsicum y especie annum.

La planta de chile es monoica y autógama, aunque con un porcentaje de polinización cruzada que puede llegar hasta un 45%. Presenta flores pentámeras de color blanco, axilares. Su fruto es una

baya con cavidad entre la placenta y la pared del fruto. Estos toman diferentes formas y colores y presentan la parte aprovechable de la planta.

Según la variedad, la planta alcanza alturas de 0.60 m a 1.20 m, con tallo semileñoso, ramas erguidas, hojas alternas y lanceoladas. La altura, vigor, color del follaje y rendimiento de la planta varía según los cultivares, manejo del cultivo, condiciones ambientales de la zona, etc. (CENTA, 1996; Gudiel, 1987; Lagos, 1973).

2.1.2. Requerimientos de clima y suelo

2.1.2.1. Clima.

El chile dulce es exigente en climas cálidos y secos con temperaturas de 18-27° C durante el día y de 15-18° C durante la noche.

Las temperaturas del suelo óptimas para germinación son entre 18-35° C, la germinación ocurre generalmente entre los 8 a 10 días después de sembrada la semilla.

El cultivo produce altos rendimientos con una precipitación entre 600 a 1250 mm, bien distribuidos durante su desarrollo, pero lluvias intensas durante la floración ocasionan la caída de la flor y mal desarrollo de frutos y durante el período de maduración ocasiona la pudrición de los mismos.

La humedad relativa óptima es entre 70-90% (CENTA, 1996; Gudiel, 1987).

El chile se adapta a altitudes de 300 hasta 2000 m.s.n.m. dependiendo de la variedad, adaptándose mejor en climas cálidos y templados, es decir, a altitudes de 1300 m.s.n.m.; sin embargo se adapta aún en climas fríos hasta 2000 m.s.n.m. (CENTA, 1996).

2.1.2.2. Suelos.

Los suelos ideales son los de textura ligera a intermedia (franco arenosos, francos profundos y fértiles, en menor grado el franco arcilloso), con adecuada capacidad de retención de agua y buen drenaje. El pH óptimo es de 5.5-7.0 (CENTA, 1996; Gudiel, 1987).

2.1.3. Época de siembra.

Las siembras se inician a partir de agosto y se incrementan a finales de la época seca (octubre-noviembre), se realizan principalmente en este período, debido a la disminución del riesgo de pérdidas en la producción provocadas por el ataque de plagas y enfermedades (Alarcón, 1997).

2.1.3.1. Siembra.

La siembra del chile se realiza en dos fases: Semillero y transplante.

- a) El semillero deberá ubicarse preferiblemente en un lugar plano, despejado (para que los rayos del sol incidan directamente) y con fuente de agua cercana.

Entre los 10 a 12 días después de sembrado el semillero, cuando las plantitas están empezando a emerger, es conveniente proteger el semillero contra el ataque de insectos vectores de virus cubriéndolo con Agribón hasta que llegue la época de transplante. Si no se puede conseguir el material antes descrito, se debe hacer uso del control químico.

El semillero deberá regarse mañana y tarde tratando que el suelo quede completamente húmedo.

- b) Transplante. El transplante se realiza aproximadamente a los 30 días después de la siembra del semillero, generalmente las plántulas a esta edad deberán tener entre 10 y 12 cm de altura y entre 4 y 5 hojas verdaderas.

Las horas adecuadas para el transplante son las últimas de la tarde, entre las 6 y 10 a.m.; si hay condiciones de poco sol, ambiente nubloso, el transplante puede hacerse durante todo el día.

Es recomendable sembrar en camellones durante la época lluviosa con el fin de evitar problemas de enfermedades por la excesiva humedad.

La siembra definitiva se realiza en camellones cuyo distanciamiento entre sí y entre plantas depende de la variedad utilizada (CENTA, 1996).

2.1.4. Plagas.

En el siguiente cuadro se presentan las principales plagas del chile dulce, síntomas y control.

Cuadro 1. Principales plagas del chile dulce, síntomas y control.

PLAGA	SÍNTOMA-DAÑO	CONTROL
Pulgones, Áfidos <i>Myzus persicae</i> , <i>Macrosiphum solanifolii</i> , <i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Chupadores de savia de las hojas y brotes, típicamente de las yemas terminales. Inyectan toxinas y transmiten virus. Causan enrollamiento o rizado apretado de las hojas, así como amarillamiento. Poblaciones altas provocan el apareamiento de Fumagina.	Acephato, diazinon, Metamidofós, monocrotofós, imidacloprid, endosulfán, furatiocarb, terbufos, tenpropatrin, bifentrin, dimetoato, carbofurano.
Cortadores, tierreros, cuerudos. <i>Agrotis spp.</i> , <i>Feltia spp.</i> , <i>Spodoptera spp.</i>	Cortan los tallos durante la noche, se alimentan del follaje y de los frutos.	Cebos basándose en tricolorfon, carbaril o de acephato, teflubenzuron, flufenoxuron, fenuderato, chlorflurazun, permetrina, clorpirifos, bacillus thuringiensis, prefenofos, endosulfán.
Ácaro blanco <i>Polyphagotarsonemus</i>	Raspan lamina foliar y chupan la savia. Deforman	Flufenoxuron, bifentrin, fenpropatrin,

<i>latus</i> , Araña roja, <i>Tetranychus sp.</i>	las hojas jóvenes y la nervadura central se distorsiona en forma de zigzag. Los bordes de las hojas jóvenes se enrollan hacia el haz.	monocrotofos, Metamidofós, diazinon, oxitioquinox, amethoato.
Picudo del chile <i>Anthonomus eugenii</i>	El adulto se alimenta de frutos, flores, hojas tiernas y yemas. La larva se alimenta de la fruta, causando la necrosis de las semillas y tejidos placentales. Los síntomas de daño externo al fruto son pequeños puntos con depresiones de los orificios de alimentación y postura del picudo adulto; asimismo, se presenta amarillamiento, madurez prematura y caída del fruto.	Endosulfán, monocrotofós, clorpirifos, cipermetrina, cyflutrin, alfacipermetrina, fenpropatrin, permetrina.
Mosca blanca Bemisia tabaci	Chupan savia, causan amarillamiento, moteado y encrespamiento de las hojas, necrosis y defoliación, cuando las poblaciones son muy densas. Puede desarrollarse Fumagina en hojas, reduciendo la eficiencia fotosintética. Son vectores del virus del mosaico amarillo del tomate y chile.	Fenpropatrin, bifentrin, monocrotofos, endosulfán, diazinon, thiocidan, buprofenesin, butocarboxime.
Gusano perforador del fruto. <i>Heliothis sp.</i>	Las larvas perforan el fruto, penetran al interior del mismo y favorecen la entrada de hongos y bacterias.	Cipermetrina, fenvalerato, permetrina metomil, clorpiritos, deltametrine, ciflutrin, endosulfán, protofenos, teflubenzuron, flufenoxuron, <i>Bacillus thuringiensis</i> , fenpropatrin (1)

Fuente: CENTA, 1996.

2.1.5. Cosecha.

La cosecha, dependiendo de la variedad sembrada, se inicia entre 70 a 100 días después de la siembra definitiva, cuando los frutos presentan una apariencia lustrosa o cerosa, sin que hayan perdido su color verde oscuro.

La cosecha termina aproximadamente a los 140 días después del inicio de la misma dependiendo de la humedad y fertilidad del suelo, así como de la incidencia de plagas y enfermedades (CENTA, 1996; Gudiel, 1987).

2.2. Aspectos Básicos sobre Plaguicidas

2.2.1. Conceptos.

- *Plaguicida*, es el nombre general que se aplica a un grupo de productos químicos, principalmente formado por insecticidas, funguicidas y herbicidas.

En todo el mundo, el empleo en aumento de plaguicidas se está convirtiendo en una labor necesaria para la producción estable y económica de los cultivos; pero es una labor que si se emprende sin la debida consideración, puede ser peligrosa, ineficaz y ruinoso (GIFAP, 1983).

- *Insecticidas*, son sustancias que matan a los insectos, debido a su acción química y a su acción de penetración.

La acción de los insecticidas en los insectos ocurre de la siguiente manera: floculando proteínas, inhibiendo la colinesterasa y desequilibrando otros sistemas.

De acuerdo a su naturaleza química se les clasifica en:

1. Compuestos inorgánicos o minerales: A) Arsenicales, b) Fluoruros, c) Azufre.
2. Compuestos orgánicos sintéticos: a) Clorados, b) Fosforados, c) Carbamatos.
3. Compuestos orgánicos naturales: a) Rotenona, b) Nicotina.

2.2.2. Mecanismos de acción.

Los insecticidas se clasifican en:

1. Insecticidas de contacto
2. Insecticidas estomacales
3. Insecticidas sistémicos.
4. Fumigantes.

(Cortez, 1984).

2.2.2.1. Insecticidas de contacto.

- *Insecticidas de contacto*, son aquellos que necesitan entrar en contacto con el insecto para ejercer su acción tóxica a través de la cutícula de éste.

Controlan los diversos estadios de la plaga. La mayoría de los insecticidas tienen esta propiedad (Cortez, 1984).

2.2.2.2. Insecticidas estomacales.

- *Insecticidas estomacales*, son los que necesitan ser ingeridos junto con partes de la planta, para ejercer su acción tóxica en el intestino de los insectos (Cortez, 1984).

2.2.2.3. Insecticidas sistémicos.

- *Insecticidas sistémicos*, son los que al ser aplicados al suelo o sobre la planta, ésta los absorbe y circulan en la savia para ejercer su acción tóxica en los insectos que succionan los jugos de las plantas al alimentarse de ella.

Los insecticidas sistémicos ejercen su acción en forma endometatóxica y endolítica. En la primera forma, el insecticida no cambia su composición química para ejercer su acción, mientras que en la segunda, se transforma en el interior de la planta en metabolitos que son los que ejercen la acción tóxica (Cortez, 1984).

2.2.2.4. Fumigantes.

- *Fumigantes*, son productos que actúan en forma de gases, penetrándole al insecto a través de los espiráculos del aparato respiratorio y lo matan por asfixia.

2.2.3. Factores ambientales que influyen en la eficacia de los plaguicidas.

1. Temperatura: vaporización y degradación del producto.
2. Lluvia: deslave, pérdida de ingrediente activo.
3. Luz: causa degradación del producto.
4. Suelo: absorción y degradación el producto. (Cortez, 1984).

2.2.4. Manejo seguro de los plaguicidas.

2.2.4.1. Selección de los plaguicidas.

El plaguicida deberá seleccionarse de acuerdo al equipo de aplicación que se posea, la topografía del terreno, el cultivo y la plaga a controlar; los factores que deben tomarse en cuenta son la toxicidad del producto y su persistencia, pues pudiera causar problemas de residuos a la siguiente cosecha o cultivo.

El plaguicida deberá aplicarse cuando la plaga no puede ser controlada por otros medios y se haya demostrado previo recuento, que la población de insectos está causando daño económico (Cortez, 1984).

2.2.4.2. Aplicación de plaguicidas.

Para la aplicación de plaguicidas deben guardarse ciertas normas de seguridad como son: el uso de guantes, mascarillas, overoles y botas de hule, el equipo de aplicación no debe tener fugas de tóxico y deberá calibrarse antes de la aplicación; además, usar la dosificación necesaria para que controle a las plagas y no dañe al cultivo.

Las aplicaciones deberán hacerse en horas tempranas o cuando la plaga que se desea controlar esté presente y que no haya mucho viento (Cortez, 1984).

2.2.4.3. Compra, transporte y almacenamiento.

Comprar el producto adecuado.

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

Antes de comprarlos, se deben examinar con todo cuidado los envases de los plaguicidas y deben rechazarse todos los que estén deteriorados o presenten filtraciones o cuyos tapones presenten aspectos de haber sido manipulados o estén rotos, o falten las etiquetas originales (GIFAP, 1983).

2.2.4.4. Transporte.

- Obedecer las leyes y las regulaciones.

En muchos países el transporte de los plaguicidas está sujeto a diversas leyes y regulaciones, con el propósito de que tal operación sea lo más segura posible y actuar eficazmente contra los accidentes cuando se presenten.

Donde no existan tales regulaciones pueden seguirse las siguientes recomendaciones:

- Separación entre pasajeros, ganado y mercancías.

Siempre que sea posible, no se deben cargar plaguicidas en vehículos que transporten viajeros, animales, alimentos u otras materias para consumo humano o animal. Si no es esto posible, separar entonces los plaguicidas todo lo que sea posible, de los pasajeros y del resto de la carga (GIFAP, 1983).

2.2.4.5. Almacenamiento.

Los plaguicidas 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.

Siempre deben almacenarse en lugares seguros, lejos del alcance de los niños y personas no autorizadas, animales, alimentos y surtidores de agua (GIFAP, 1984).

El almacenamiento debe hacerse en un lugar especial para ello, no importando la cantidad, todos los plaguicidas deben de ser almacenados en envase original, debidamente rotulados para no confundirlos, debe de llevarse un inventario de los productos guardados a fin de controlarles la edad y evitar que se vuelvan inservibles, deben examinarse con frecuencia a fin de verificar la existencia de fugas, derrames o cualquier otro signo de deterioro; junto a los plaguicidas, jamás deben de almacenarse productos que sirvan como alimentos, bebidas o medicinas. El edificio de almacenamiento deberá estar bien ventilado y seco; tener el piso de cemento provisto de resumidero a fin de poder lavar el lugar en caso de derrames o fugas. El máximo tiempo de almacenamiento de un producto debe ser de 2 años (Cortez, 1984).

2.2.4.6. Desechos de agroquímicos y envases usados.

Cualquiera que sea la cantidad de producto a desechar, debe de tomarse medidas de seguridad y la mejor manera de efectuarlo es hacer pequeños pozos a un metro de profundidad y poner cal o carbón en el fondo, luego vaciar el producto o el envase en el interior y cubrirlo con

heces de animales y una capa de suelo, luego se coloca cal nuevamente y se repite el proceso. No debe ponerse producto, ya que cuando el pozo tenga solo unos 20 cms de profundidad, hay que rellenarlo con tierra y apisonarlo fuertemente (Cortez, 1984).

2.2.5. Formulaciones.

Los plaguicidas son formulados por los fabricantes en forma tal que mejoran la actividad y la seguridad de cada plaguicida, 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 y otras deben ser diluidas antes de su aplicación, generalmente en agua (GIFAP, 1983).

2.2.5.1. 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 manipulaciones que pueden sufrir desde que salen del fabricante, hasta que llegan al usuario.

Todos los envases llevan sello de seguridad, para impedir derrames y pérdidas o para detectar si han sido manipulados de alguna forma.

Los compradores deben examinar cuidadosamente los sellos de seguridad y deben rechazar cualquier envase que no los conserve intactos.

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 plaguicidas.

No dividir el contenido de los envases originales en pequeñas cantidades ni reenvasarlas para venderlas por botellas, bolsas o botes (GIFAP, 1983).

2.2.6. Instrucciones de empleo.

Siempre deben estar asequibles las instrucciones básicas de empleo, impresas en el idioma apropiado, en la etiqueta de cada envase. Leer siempre la etiqueta o pedir instrucciones antes de comenzar a emplear un plaguicida. Comprobar particularmente si el plaguicida es el adecuado para el fin deseado y que precauciones deben observarse (GIFAP, 1983).

2.2.7. Medición y mezclas.

Seleccione en la etiqueta la dosis recomendada, debiendo seguir las instrucciones adecuadas para la preparación del plaguicida, en función del área que vaya a tratarse y del equipo que se emplee.

Respetar siempre la dosis y diluciones recomendadas; recordar que dosis más elevadas no producen mejor efecto. Dosis bajas pueden ser menos eficaces.

Los métodos adoptados para medir y preparar el plaguicida para su empleo, podrán variar de acuerdo con el producto y la extensión de su aplicación.

Al medir y mezclar, tomar en cuenta:

1. Es esencial evitar contactos del producto con la piel; utilizando equipo protector. Si se produce contaminación de la piel o de las ropas, lavarlas inmediatamente con abundancia de agua limpia. Las salpicaduras a los ojos, deben lavarse durante diez minutos por lo menos.
2. No repartir ni mezclar plaguicidas en o cerca de viviendas, o donde se estabule ganado.
3. Mantener alejados a los niños y a los animales.
4. Tener cuidado de no contaminar los surtidores de agua, o charcas donde puedan beber los animales.
5. Usar el equipo adecuado:
 - a) Medida (jarras graduadas para líquidos y para polvos, medidas también graduadas) Cuando las medidas se proporcionan con el envase, o éstos vienen ya graduados, usarlos. No emplear nunca las manos como medida.

- b) Uso de paletas para mezclar, no revolver nunca con las manos o los brazos los líquidos.
 - c) Embudo.
 - d) Filtro.
6. Usar el agua lo más limpia posible, filtrar las impurezas.
 7. Verter cuidadosamente los líquidos, evitando salpicaduras y derrames, si es necesario, emplear un embudo. No succione nunca con un tubo ningún plaguicida líquido.
 8. Manejar los polvos de empleo directo y los mojables cuidadosamente, para evitar que se levante polvo. Colocarse contra el viento, para que el polvo o las salpicaduras que pudieran formarse, sean arrastrados lejos del operario.
 9. Después de su empleo, hay que lavar todo el equipo. El agua del lavado debe echarse en una excavación del suelo, lejos de viviendas, pozos, acequias, canales y cultivos. Las vasijas para medir y mezclar los plaguicidas, no deben usarse para ninguna otra cosa.
 10. Cerrar los envases después de su empleo, para evitar pérdidas o contaminaciones y almacenarlos con cuidado. Mantenga siempre los plaguicidas en sus envases originales; no los pase nunca a botellas de bebida o a envases de comestibles.

11. Pequeñas cantidades sobrantes de plaguicidas, concentrados o ya preparados, podrán eliminarse echándolos en una excavación en el suelo, lejos de viviendas, pozos, acequias, canales y cultivos.

Nunca emplee los envases de plaguicidas para contener alimentos, piensos o beber o conservar agua, debido a que es muy difícil limpiarlos adecuadamente (GIFAP, 1983; QUINTEGRA, 1993; BAYER, 1992).

2.2.8. Empleo, mantenimiento y reparaciones.

- Empleo, mantenimiento y reparaciones.

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

Es responsabilidad de todos los comprometidos en el empleo de plaguicidas, asegurar que todo el personal empleado en las aplicaciones, ya sea como aplicadores o ayudantes, esté debidamente capacitado para la obtención con seguridad, de resultados efectivos.

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:

- Selección del equipo.
- Revisión del equipo.
- Llenado.

- Calibrado.
- Funcionamiento.
- Limpieza, mantenimiento y repuestos.
- Herramientas.
- Reparaciones.

Al final del trabajo de cada día, limpiar y revisar el equipo.

Dedicar especial atención a un meticuloso lavado, si el equipo no se va a utilizar durante un cierto tiempo; los restos de plaguicidas pueden causar corrosiones y atascos.

No emplee un equipo que presente pérdidas. Los derrames pueden causar contaminaciones en la piel y también pueden producir una defectuosa aplicación y causar daños en los cultivos. No use equipo de mala calidad, puede ser peligroso; pulverizaciones o espolvoreos escasos o defectuosos, darán pobres resultados y pueden ser una pérdida de tiempo y dinero, y causar daños en los cultivos (GIFAP, 1983).

2.2.9. Empleo de plaguicidas en el campo.

Hay muchas técnicas para la aplicación de los plaguicidas en el campo, dependiendo del cultivo, la plaga, enfermedad o mala hierba 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:

- No aplicar plaguicidas sin la capacitación adecuada.
- No permitir que los niños apliquen plaguicidas o queden expuestos a ellos, mantenerlos alejados de las áreas que vayan a ser tratados.
- Cuando se estén aplicando plaguicidas no debe haber otros trabajadores en el área tratada.
- Leer y seguir las instrucciones de la etiqueta, o solicitar información sobre dosis, técnica, ropas protectoras, momentos y plazos de aplicación, intervalos hasta la recolección, etc.
- Observar las condiciones atmosféricas, particularmente el viento, que puede ser causa de derivas. El viento puede hacer que los tratamientos sean ineficaces, al arrastrar a los plaguicidas lejos de su objetivo, lo que además puede ser peligroso, si tal deriva los lleva sobre el aplicador, otros cultivos, aguas, animales o viviendas. Algunos plaguicidas son arrastrados fácilmente por el agua de lluvia y precisan de un período libre de ella, después de su aplicación, para ser eficaces.
- Mantener a las personas y a los animales lejos de los cultivos tratados recientemente (GIFAP, 1983).

2.2.10. Precauciones.

- Riesgos.

Los plaguicidas se hacen peligrosos solo cuando se emplean inadecuadamente. Los usuarios deben ser informados y preparados para que comprendan los riesgos potenciales y las precauciones que deben tomarse para evitarlos, para los diferentes productos.

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 (GIFAP, 1983).

2.2.10.1. Hombre.

Tres son los caminos principales por los que los plaguicidas pueden entrar en el cuerpo humano:

- A través de la piel (absorción dermal)
- A través de la boca (ingestión)
- Por medio de la respiración (inhalación).

El contacto con la piel, es la causa más común de envenenamiento con plaguicidas. Puede ocurrir no solo con derrames o salpicaduras e concentrados directamente sobre la piel, sino también usando ropas contaminadas, o por exposición continua a la pulverización.

Los productos químicos pasan rápidamente de la ropa a la piel y pueden penetrar en el cuerpo incluso a través de la piel y pueden sana y sin heridas. Los ojos, boca, lengua y la región genital, son zonas particularmente expuestos cuando se manipulan productos.

Durante tiempo caluroso deben tomarse especiales medidas, debido a que el sudor aumenta la capacidad de absorción de la piel.

La entrada por la boca, puede ser particularmente peligrosa; pero las precauciones para evitarla son simples:

- No comer, ni beber, ni fumar con las manos contaminadas por plaguicidas. Después de manejar o de aplicar plaguicidas hay que lavarse siempre cuidadosamente las manos.
- No almacenar plaguicidas en botellas de bebidas o en envases de alimentos.
- No transportar o almacenar los plaguicidas junto con alimentos para evitar su contaminación.
- Mantener los cebos raticidas y las semillas tratadas con plaguicidas alejados de los alimentos para evitar su consumo accidental.

La inhalación puede ser peligrosa si se emplean productos volátiles en espacios cerrados o con aire en calma (GIFAP, 1983).

2.2.10.2. Animales domésticos.

Los animales domésticos también pueden resultar envenenados a través de la piel, al comer concentrado o bebiendo agua contaminada. Por esto deberían ser alejados durante las operaciones de aplicación y no dejarlos pasar a las áreas tratadas recientemente, para evitar su contaminación (GIFAP, 1983).

2.2.10.3. Medio ambiente.

Siempre que se estén empleando plaguicidas, hay posibilidad de que por accidente o por falta de conocimiento, puedan escapar fuera del área de cultivo que está siendo tratada. La contaminación resultante del medio ambiente, puede ser un peligro para la vida silvestre y para el hombre.

Áreas con riesgo especial son:

- Pozos, acequias y canales.
- Tierras cultivadas, donde existen o vayan a existir cultivos que puedan quedar contaminados.
- Campos no cultivados, ocupados por plantas y animales silvestres.

Las causas más comunes de tal contaminación son derrames y goteos durante el transporte, almacenamiento y aplicación incorrectos, destrucción de los envases, restos de plaguicidas, lavado de envases y equipos, sobredosis durante el tratamiento y aplicación con fuertes

vientos o por otra parte, demasiada proximidad a áreas susceptibles tales como aguas corrientes (GIFAP, 1983).

2.2.10.4. Técnicas de aplicación segura.

Con objeto de reducir al mínimo el riesgo para los Aplicadores, otras personas y el medio ambiente en general debe cumplirse lo siguiente:

- No trabajar con viento fuerte.
- Trabajar de tal forma que el viento arrastre al plaguicida lejos de los Aplicadores, no sobre ellos.
- No intentar desatascar las boquillas obstruidas soplando directamente con la boca. Límpielas con agua, o con algún objeto blando, tal como un tallo herbáceo.
- Mantener alejados a cualquier persona y a los animales.
- No dejar nunca abandonados plaguicidas o equipo.
- Reunir todos los desechos y restos, tales como envases vacíos, para su destrucción (GIFAP, 1983).

2.2.10.5. Higiene.

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

- Lavarse la cara y manos antes de comer, beber o fumar.

- No comer, ni beber ni fumar durante el trabajo.
- No tocarse la cara u otra zona desnuda del cuerpo, con guantes o manos sucios.
- Lavarse cuidadosamente inmediatamente después de trabajar y lavar también la ropa diariamente.
- Asegurarse de que se cumplen todas las precauciones recomendadas en la etiqueta del producto (GIFAP, 1983).

2.2.10.6. Reentrada en los cultivos tratados.

Con algunos plaguicidas debe observarse un intervalo entre el tratamiento del cultivo y la reentrada en el mismo.

Con esto se consigue 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 período 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 pasar al menos 24 horas, siempre desde la última aplicación (GIFAP, 1983).

2.2.10.7. Plazo de seguridad.

Cuando deba observarse, la etiqueta especificará el plazo de tiempo que deberá transcurrir entre el último tratamiento y la recolección de la cosecha. Este plazo debe respetarse escrupulosamente para asegurar que los residuos del plaguicida en la cosecha están dentro de límites aceptables (GIFAP, 1983).

2.3. Descripción de los Plaguicidas.

2.3.1. Descripción de los insecticidas organoclorados.

Los compuestos organoclorados son altamente estables, característica que los hace valiosos por su acción residual contra insectos y a la vez peligrosos debido a su prolongado almacenamiento en la grasa de los mamíferos. Dentro de este grupo de insecticidas se encuentran compuestos tan importantes como el DDT, BHC, Clordano y Dieldrín.

Desde el punto de vista de mecanismos de resistencia, los organoclorados se dividen en tres grupos que son:

- DDT y sus derivados.
- Grupo del benceno y
- Grupo de los ciclodienos, al que pertenece el endosulfán.

- Grupo de los Ciclodienos.

Bajo esta denominación se engloba a los insecticidas que se distinguen por poseer una estructura química formada por dos anillos y por poseer uno o dos puentes de metano, uno localizado en el anillo clorinado y otro en el anillo no clorinado.

2.3.1.1. Endosulfán.

El endosulfán presenta un espectro de acción insecticida similar al del aldrín, excepto que también es acaricida.

Es el único ciclodieno que se comercializa sin grandes restricciones en México, sin embargo su uso está siendo prohibido en varios cultivos y está supeditado a contar con supervisión de personas autorizadas y capacitadas para ello. En la actualidad es una herramienta muy útil para el combate de la mosquita blanca en hortalizas y la broca del café (Lagunes; et. al. 1994).

2.3.1.2. Características generales del endosulfán.

- Nombre común: Endosulfán
- Clasificación química: Ciclodieno
- Acción biológica: Insecticida y acaricida con acción de contacto y estomacal.
- Dosis letal media (DL 50): 40 mg/kg

- Categoría toxicológica: II, altamente tóxico
- Formulación: Concentrado emulsionable
- Concentración: 360 gr. de ingrediente activo/litro
- Dosis: 1.4 – 2.8 Lt/Ha
1.0 – 2.0 lt/Mz
- Período de reingreso: No ingresar a las áreas tratadas hasta transcurridos 24 horas después de la aplicación (QUINTEGRA, 1993; Rosenstein, 1993; Bayer, 1992).
- Nombre químico: Hexacloro-hexahidro metano 2, 3, 4-benzodioxatíepin 3- oxido (Rosenstein, 1993).
- Estructura química:

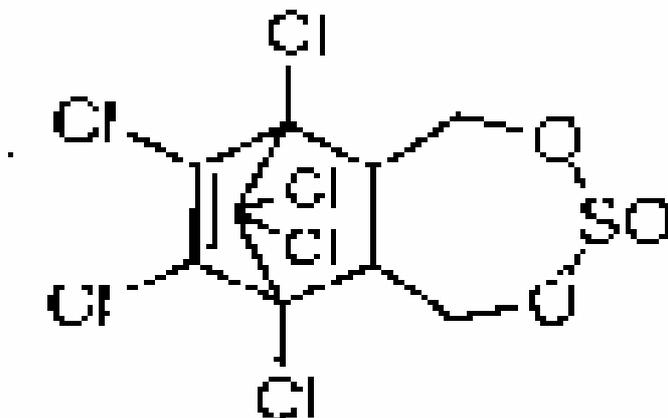


Fig. 1. Molécula de Endosulfán.
Fuente: Morgan (1982).

2.3.1.3. Toxicología.

La mayoría de los organoclorados se absorben eficazmente por vía intestinal o a través de la piel. En dosis adecuadas interfieren en la transmisión axónica de los impulsos nerviosos y por lo tanto, perjudican la función del sistema nervioso, principalmente la del cerebro. Como resultado se producen cambios de conducta, disturbios sensoriales y del equilibrio, actividad muscular involuntaria y depresión de los centros vitales, particularmente los que controlan la respiración. Debido a su lipofilia, todos los organoclorados pueden ser excretados en la leche de las mujeres en período de lactancia (Morgan, 1982).

2.3.1.4. Signos y síntomas de intoxicación:

Irritación de la nariz, garganta y ojos, hipersensibilidad a estímulos externos, náuseas, dolor de cabeza, vista borrosa, vómito, diarrea, contracción de la pupila y en casos graves convulsiones fuertes (Rosentein, 1993; Morgan, 1982).

2.3.2. Descripción de los insecticidas organofosforados.

El desarrollo de estos insecticidas data de la segunda guerra mundial, cuando los técnicos alemanes encargados del estudio de materiales que podrían ser empleados en la guerra química, descubrieron y sintetizaron una gran cantidad de compuestos orgánicos

del fósforo. Posteriormente, los trabajos hechos por el químico alemán Gerhard Schruder en el campo de la agricultura, permitieron comprobar que muchos de los compuestos orgánicos del fósforo presentaban toxicidad elevada contra insectos perjudiciales.

Estas experiencias iniciaron del estudio y aplicación de una nueva serie de materiales en el control de plagas agrícolas. Desde la publicación de los estudios hechos por Schruder en 1947, se han preparado y probado a nivel de campo muchos compuestos organofosforados de diversos tipos, los cuales son cada vez más prometedores debido a sus propiedades físicas y químicas.

La mayoría de los organofosforados actúan como insecticidas de contacto, fumigantes y de acción estomacal, pero también se encuentran materiales sistémicos, que cuando se aplican al suelo y a las plantas son absorbidos por hojas, tallos, corteza y raíces, circulan en la savia haciéndola tóxica para los insectos que se alimentan al succionarla. A este grupo de insecticidas pertenece el Metamidofós (Lagunes; et. al., 1994).

2.3.2.1. Características generales del Metamidofós.

Nombre común: Metamidofós

Clasificación química: Compuesto organofosforado

Acción biológica: Insecticida-acaricida con acción de contacto, estomacal y sistémica.

Dosis letal media (DL 50): 29.9 mg/kg.

Categoría toxicológica: II – altamente tóxico.

Formulación: concentrado soluble.

Concentración: 600 gr. de ingrediente activo/litro

Dosis: 0.7 – 2.1 lt/Ha

0.5 – 1.5 lt/Mz

Período de reingreso: Dejar transcurrir 24 horas para poder ingresar a las áreas tratadas con este producto (QUINTEGRA, 1993; Rosenstein, 1993; Bayer, 1992).

Nombre químico: O,S – Dimetil fosforamidotioato (Rosenstein, 1993).

Estructura química:

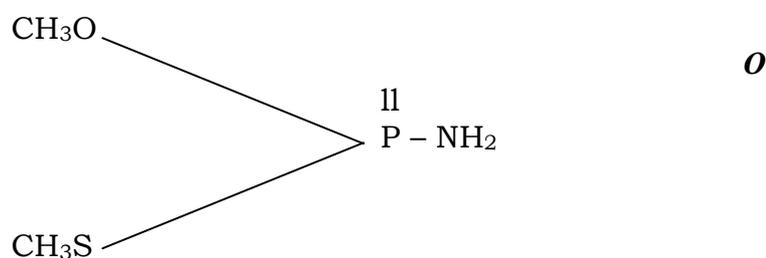


Fig. 2. Molécula de Metamidofós.
Fuente: BAYER (1994).

2.3.2.2. Toxicología.

Los organofosforados envenenan los insectos y los mamíferos principalmente por fosforilación de la enzima acetilcolinesterasa al nivel de las terminaciones nerviosas. Esta enzima es crítica para la transmisión normal de los impulsos desde las fibras nerviosas hasta los tejidos inervados. Antes que se manifiesten los síntomas y signos de envenenamiento, una proporción crítica de la enzima tisular debe ser inactivada por fosforilación.

Cuando la dosis es suficiente, la pérdida de la función enzimática permite la acumulación de acetilcolina (la sustancia que transmite el impulso) en las uniones colinérgicas neuroefectoras (efectos muscarínicos) y en las uniones mioneurales del esqueleto y en los ganglios autónomos (efectos nicotínicos). Los compuestos organofosforados también impiden la transmisión de impulso nerviosos en el cerebro, causando trastornos en el sensorio, en la función motora, en el comportamiento y en el ritmo respiratorio. La depresión de la respiración constituye la causa de muerte más común en envenenamiento por organofosforados. La recuperación total depende fundamentalmente de la producción de la nueva enzima.

Los organofosforados se absorben fácilmente por inhalación, ingestión y a través de la piel. La toxicidad depende hasta cierto punto de la proporción en que los organofosforados específicos se metabolizan

en el organismo (principalmente por hidrólisis en el hígado), limitando así la cantidad de plaguicida disponible para atacar la enzima acetilcolinesterasa en otros tejidos (Morgan, 1982).

2.3.2.3. Signos y síntomas de intoxicación.

Pueden manifestarse hasta con 12 horas de retraso, bajo las siguientes formas: náuseas, vómito, visión borrosa, salivación y sudoración excesiva, debilidad muscular, vértigo, cefalea intensa, calambres abdominales, diarrea, o presión torácica, respiración difícil, cianosis, aprehensión, ansiedad, confusión mental, dificultad al hablar, convulsiones y pérdida de los reflejos (Rosenstein, 1993; Morgan, 1982).

2.3.3. Descripción de los insecticidas carbamatos.

En los años 60 apareció un tercer grupo de insecticidas conocidos como carbamatos. Los carbamatos presentan una persistencia y toxicidad intermedia entre los organoclorados y los organofosforados, tienen usos variados, principalmente como insecticidas, herbicidas y fungicidas.

Los carbamatos actúan al igual que los organofosforados inhibiendo a la acetilcolina en las sinopsis nerviosas.

El desarrollo exitoso de los insecticidas organofosforados, estimuló el estudio de otros compuestos que poseen actividad anticolinesterásica.

Cuando se observa la actividad de los carbamatos, sorprende el hecho de que compuestos de carácter análogo se comporten en ocasiones como herbicidas carentes de acción insecticida y otras veces como insecticidas ausentes de fitotoxicidad.

Los insecticidas carbámicos se distinguen por su carácter de selectividad, ya que pequeñas modificaciones en su estructura hacen que el producto tenga actividad contra algunas especies de insectos. Otra característica es la falta de correlación que existe entre la actividad tóxica sobre diversos insectos y la toxicidad en mamíferos. (Lagunes; et. al., 1994).

2.3.3.1. Características generales del oxamilo

Nombre común: Oxamilo.

Clasificación química: Carbamato

Acción biológica: Insecticida – acaricida – Nematicida, con acción de contacto y sistémico.

Dosis letal media (DL 50): 5.4 mg/kg.

Categoría toxicológica: 1 extremadamente tóxico.

Formulación: Líquido soluble

Concentración: 2 lb. de ingrediente activo/galón

Dosis: 1.4 – 2.1 lts/Ha

1 – 1.5 lts/Mz

Período de reingreso: No ingresar a las tratadas hasta después de 48 horas de efectuada la aplicación (Quintegra, 1993; Rosenstein, 1993; Bayer, 1992).

Nombre químico: Metil N N – Dimetil-N (metilcarbamoil)

OX₁ – 1 – Tiooxamimidato (Rosenstein, 1993).

Estructura química:

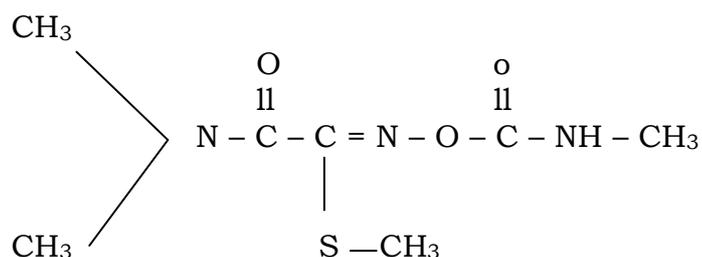


Fig. 3. Molécula de Oxamil.
Fuente: Du Pont (1995).

2.3.3.2. Toxicología.

Los insecticidas de esta clase producen carbamilación reversible de la enzima acetilcolinesterasa, permitiendo la acumulación de acetilcolina en las uniones colinérgicas neuroefectoras (efectos muscarínicos) y en las uniones mioneurales de los músculos

esqueléticos y en los ganglios autónomos (efectos nicotínicos). El veneno altera también el funcionamiento del sistema nervioso central (SNC).

La combinación enzima-carbamilo se disocia más rápido que la enzima fosforilada producida por los insecticidas organofosforados. Esta labilidad tiende a mitigar la toxicidad de los carbamatos, pero también limita la utilidad de las determinaciones de enzima en sangre en el diagnóstico por envenenamiento. Los carbamatos se absorben por inhalación, ingestión y penetración a través de la piel. Son metabolizados activamente por el hígado y los productos de degradación se eliminan por el hígado y los riñones (Morgan, 1982).

2.3.3.3. Signos y síntomas de intoxicación.

La intoxicación por oxamilo produce efectos asociados con la actividad anticolinérgica, que puede incluir: debilidad, visión borrosa, dolores de cabeza, náuseas, dolores abdominales, molestia en el pecho, contracción de las pupilas, sudoración, pulso lento y temblor muscular (Morgan, 1982; Rosenstein, 1993):

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Características de la zona de estudio.

3.1.1. Ubicación geográfica.

La investigación se desarrolló en el Valle de Zapotitán, situado en la Jurisdicción de los Departamentos de La Libertad, Santa Ana y Sonsonate; con una altura promedio de 475 m.s.n.m. y coordenadas geográficas de 13°48'13" latitud norte y 89°27'05" longitud oeste (Instituto Geográfico Nacional, 1986).

Los cantones que comprendieron la zona de estudio son: Veracruz, Zapotitán y Flor Amarilla del municipio de Ciudad Arce; Entre Ríos del municipio de Colón; La Presa del municipio de El Congo; Belén del municipio de San Juan Opico y Ateos del municipio de Sacacoyo. (Instituto Geográfico Nacional, 1986).

3.1.2. Condiciones climáticas.

Según la clasificación de Köppen, el clima del Valle de Zapotitán es de sabanas tropicales calientes, con una temperatura máxima promedio mensual de 32.9° C y una temperatura mínima promedio mensual de 17.5° C; una precipitación promedio anual de 1693 mm; humedad relativa promedio anual de 76% y una evapotranspiración potencial anual de 1723 mm (Almanaque Salvadoreño, 1991).

3.1.3. Características edáficas.

Los suelos del Valle de Zapotitán poseen una topografía plana, con pendientes menores al 1%, con un drenaje interno y externo bastante pobre. Pertenecen estos suelos a los grandes grupos Regosol Aluvial y Gley Húmico, por lo general los horizontes superiores están formados por residuos orgánicos, semi-descompuestos con un espesor de 10 a 20 cm sobre suelo franco limosos de color gris oscuro y con alta cantidad de materia orgánica (García, et. al., 1966).

La textura predominante es franco arenosa con estructura granular, y presenta un alto contenido de potasio, nitrógeno y fósforo. En los períodos lluviosos se presentan problemas de drenaje, debido principalmente a la topografía plana, que impide la evacuación del exceso de agua (García, et. al., 1966).

Las zonas rehabilitadas dentro de este Valle se dedican a cultivos como: Hortalizas, maíz, caña de azúcar, frijol, etc.

Para finales del año 1998, específicamente en octubre, azotó a la región centroamericana el Huracán "Mitch", cuyas mayores consecuencias las sufrieron los agricultores, al perder total o parcialmente sus cultivos, en el Valle de Zapotitán afectó especialmente a los que recién habían transplantado o sembrado el pilón de chile dulce, teniendo algunos que eliminar el cultivo y otros a conservarlo con la utilización de una serie de agroquímicos.

3.2. Fase de campo.

3.2.1. Fase de reconocimiento de la zona de estudio.

Se realizaron visitas al Valle de Zapotitán para conocer las parcelas de los productores de chile dulce, con la colaboración del personal técnico de la Agencia Zapotitán, del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), esta actividad se realizó del 11 al 15 de enero de 1999.

3.2.2. Contenido de la encuesta.

Los aspectos considerados en la encuesta fueron los datos generales del cultivo; como área sembrada, topografía, variedad; y manejo de las plagas del cultivo como tipo de plaguicida empleado, dosis utilizada, frecuencia de aplicación, método de aplicación y plazo de seguridad.

3.2.3. Paso de encuestas.

Esta etapa de la investigación se realizó del 18 al 29 de enero de 1999 y del 8 al 19 de febrero de 1999, llegando a cubrir el 80% de productores, recorriendo el Valle con el técnico del CENTA con pick-up o en motocicleta, quien conocía a los productores de chile dulce.

Para esta época, la mayoría de parcelas estaba a media cosecha, ya que a la mayoría se le habían realizado de 8 a 10 cortes, así como

otras que apenas comenzaba la cosecha; ya que la madurez del cultivo no era uniforme.

Se encuestaron un total de 20 productores de un total estimado de 25, ya que como se mencionó antes, el número de productores disminuyó por las condiciones climáticas adversas.

3.2.3.1. Tabulación de datos de la encuesta.

El dato más importante de la encuesta, era los plaguicidas más utilizados por los agricultores, para determinar los 3 más aplicados que luego serían enviados al laboratorio.

3.2.4. Toma de muestras.

Esta actividad se realizó el 22 y 23 de marzo de 1999, teniendo como criterio tomar una muestra por cada agricultor encuestado, lo que hacía un número de 20, pero se aumentaron 2 por haber agricultores con 2 parcelas de cultivo, llegando a un total de 22 muestras tomadas al azar.

Para la obtención de cada muestra, se procedió de la siguiente manera, primero se tomó un fruto por planta, para obtener una mayor variación, recorriendo la parcela lo mejor posible, depositándolos en una bolsa de papel periódico, recolectando un promedio de 10-12 frutos, lo que se considera tenían un peso de 1 lb.; al haber completado la

muestra, se procedió a sellar la bolsa con tirro y ponerle su respectiva identificación, la que consistía en anotar lugar, fecha, hora y nombre del agricultor de donde provenía.

3.2.5. Traslado de Muestras al Laboratorio.

Al haber obtenido las 22 muestras de chile dulce, se procedió a envolver cada una de éstas con papel aluminio con el objetivo de que conservaran más la humedad y poniéndolas en dos hieleras de durapax con capacidad de 25 lbs. Cada una para conservar mejor las muestras y facilitar su traslado hacia el Laboratorio Unificado de Control de Alimentos y Medicamentos de Guatemala.

Previo al traslado, se tramitó un Certificado Fitosanitario del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

3.3. Fase de Laboratorio.

Esta fase consistió en el análisis de las 22 muestras de chile dulce, mediante la utilización del método de Luke, propio para el análisis de plaguicidas, la cual se realizó en el Laboratorio Unificado de Control de Alimentos y Medicamentos (LUCAM) de Guatemala.

3.3.1. Principio del Método de Luke.

El método se basa en que las muestras obtenidas del cultivo de chile dulce, son licuadas en presencia de acetona que sirve como solvente, obteniéndose un extracto que posteriormente es filtrado. Los plaguicidas son transferidos de un filtrado acuoso a una fase orgánica mediante la agitación y utilización de éter de petróleo y cloruro de metileno.

Luego, la fase orgánica es concentrada varias veces agregando éter de petróleo y acetona con el objetivo de eliminar trazas de cloruro de metileno; donde luego serán limpiados a través de una columna cromatográfica que contiene florosil y sulfato de sodio anhidro.

Finalmente, se tiene una alícuota que es inyectada en un cromatógrafo de gas para la identificación y cuantificación del respectivo pesticida (Luke, 1981). (ANEXO I).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Población de usuarios de Metamidofós, Oxamil y endosulfán.

Se detectaron alrededor de 40 agroquímicos entre insecticidas, funguicidas, bio-estimulantes, fertilizantes foliares y adherentes. Del total de productores, el 85% utiliza Metamidofós, el 65% utiliza Oxamil y el 40% utiliza Endosulfán.

4.2. Superficie cultivada de Chile Dulce (*Capsicum annum*).

La superficie cultivada, se vio afectada por el fenómeno climático que azotó al país en octubre del año pasado, en el Valle de Zapotitán causó pérdidas en las parcelas recién establecidas, lo que redujo el total de área cultivada, con las encuestas se obtuvieron los siguientes datos que se detallan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Superficie cultivada de Chile Dulce (*Capsicum annum*). Valle de Zapotitán.

ÁREA	No. DE AGRICULTORES	%
> 1 Mz	9	45
1 – 2 Mz	9	45
3 – 3.5 Mz	2	10
TOTAL	20	100%

Fuente: Información recolectada mediante paso de encuestas.

De acuerdo al cuadro, el mayor número de agricultores tienen áreas que van de menos de 1 Mz a 2 Mz, lo que representa un 90%, el otro 10% son áreas que van de 3 a 3.5 Mz (Fig. 4).

El 100% de la topografía es plana.

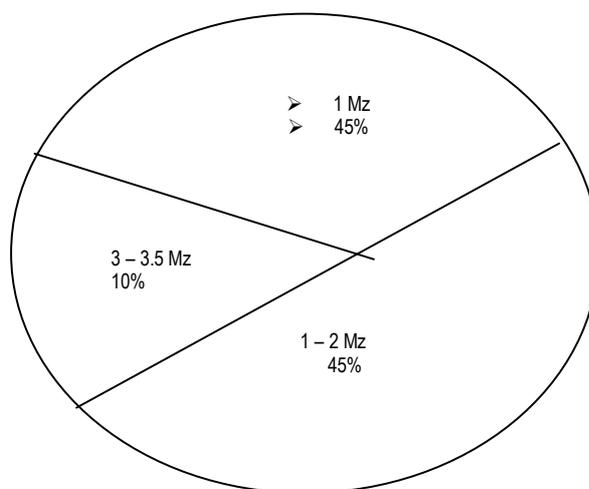


Fig. 4. Superficie Porcentual de Áreas Cultivadas con Chile Dulce (*Capsicum annum*).

4.3. Cultivares de Chile Dulce utilizado.

Los productores utilizan las variedades Natalie en un 75%, Agronómico en un 15% y Tropical Irazú en un 10%.

4.4. Siembra.

Los productores del Valle de Zapotitán, ya no realizaron fase de semillero y transplante, ya que prefieren comprar los pilones, traídos

desde Guatemala y distribuidos por los agroservicios de la zona, también son producidos en Chalchuapa por la Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (FUSADES); cuyos precios varían de ¢ 0.68 el importado y ¢ 0.46 el nacional. Esta modalidad es bien aceptada por los agricultores de la zona, ya que ahorran tiempo, espacio y dinero al eliminar la elaboración y cuidado del semillero tradicional. El resto del manejo se realiza de la forma acostumbrada.

4.5. Dosis y frecuencia de aplicación de Metamidofós, Oxamil y endosulfán.

Las dosis y las frecuencias de aplicación de los plaguicidas en estudio, se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Dosis y Frecuencias de Aplicación de Metamidofós, Oxamil y Endosulfán en el Cultivo de Chile Dulce (*Capsicum annum*). Valle de Zapotitán.

Variable Plaguicida	DOSIS (COPAS */BOMBA 4 GALONES)						FRECUENCIA APLICACIÓN (VECES/SEMANA)					
	1	%	1.5	%	2	%	1	%	2	%	+ 2	%
Metamidofós	3	17.64	1	5.88	13	76.47	9	52.94	5	29.41	3	17.64
Oxamil	2	15.38	1	7.69	10	76.92	7	53.84	4	30.76	2	15.38
Endosulfán	1	12.5	1	12.5	6	75.00	5	62.5	2	25.00	1	12.5

Fuente: Información recolectada mediante paso de encuestas.

* 1 copa = 25 cc. ó 25 gr.

Como se muestra en el cuadro anterior, la mayoría utiliza dosis de 2 copas por bomba de 4 galones, así para el Metamidofós son 13 usuarios que representan el 76.47%; Oxamil con 10 usuarios que son el 76.92% y el endosulfán con 6 usuarios que son el 75%.

La segunda dosis más utilizada en los 3 plaguicidas es de 1 copa por bomba y por último la dosis de 1.5 copas por bomba, observando que estas dosis están dentro de los rangos recomendados por los productores de agroquímicos que van de 1.5 a 2.5 copas por bomba (Bayer, s.f.; Quintegra, 1993).

Las dosis en porcentaje se representan en las Figuras 5, 6 y 7.

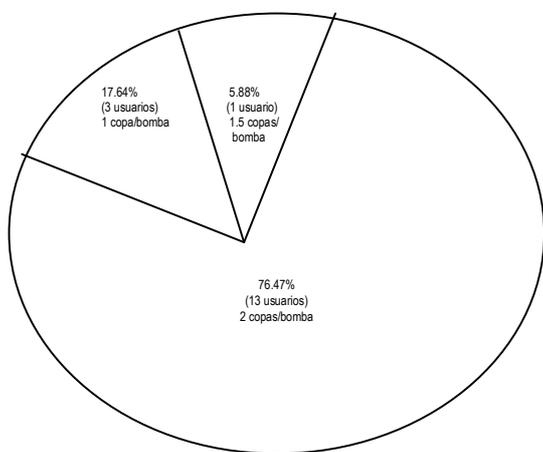


Fig. 5. Dosis Porcentual y Usuarios de Metamidofós.

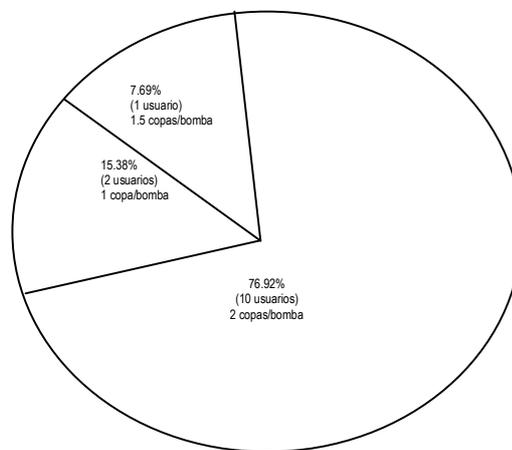


Fig. 6. Dosis Porcentual y usuarios de Oxamil.

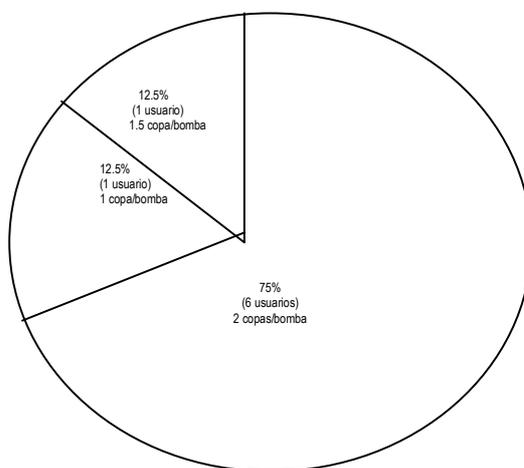


Fig. 7. Dosis Porcentual y Usuarios de Endosulfán.

Con respecto a la frecuencia de aplicación, la mayor cantidad de productores aplican una vez por semana, para el Metamidofós, son 9 usuarios que representan el 52.94%, el Oxamil con 7 usuarios que representan el 53.84% y el endosulfán con 5 usuarios que representan el 62.5%. La frecuencia de aplicar 2 veces por semana es menos utilizada y también la de aplicar más de 2 veces por semana. Por ser el chile dulce un cultivo de producción heterogénea, la cantidad de aplicaciones de plaguicidas depende del propio criterio del agricultor.

Las frecuencias en porcentaje se representan en las figuras 8, 9 y 10.

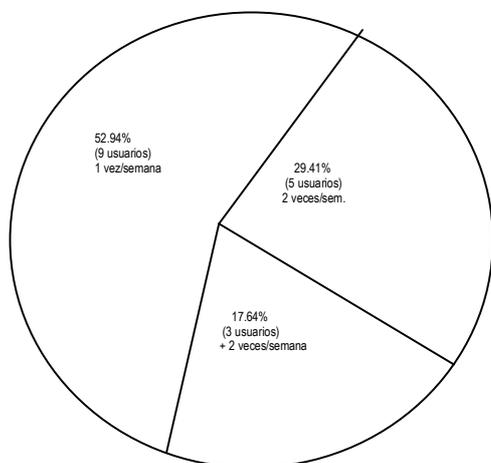


Fig. 8. Frecuencia Porcentual y Usuarios de Metamidofós.

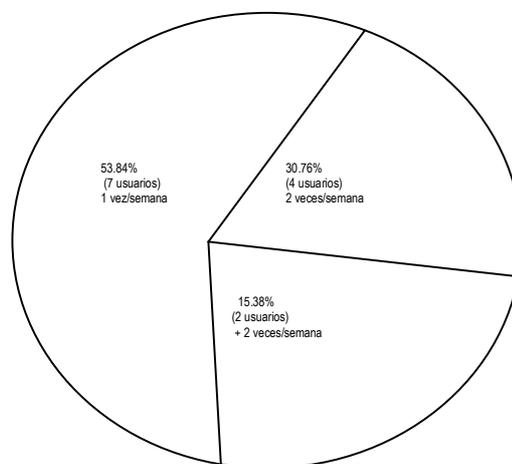


Fig. 9. Frecuencia Porcentual y Usuarios de Oxamil.

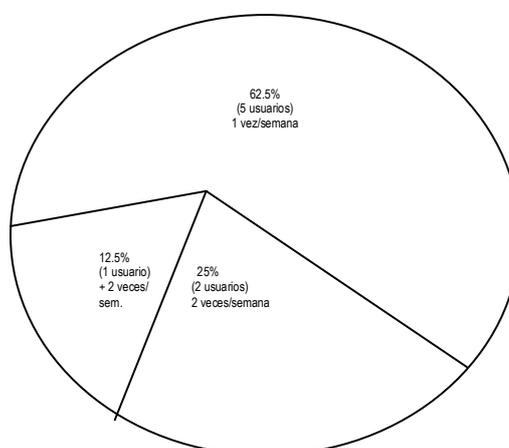


Fig. 10. Frecuencia Porcentual y Usuarios de Endosulfán.

Tomando en cuenta que la mayoría de agricultores realizan una aplicación por semana, se puede decir que se respetan los días entre la última aplicación y la cosecha que para el endosulfán es de 4 días y el Oxamil es de 7 días, no así en el caso de Metamidofós, ya que son 14 días los que deben esperarse. (BAYER, 1992).

En el caso del período de reingreso, para el endosulfán se recomienda no ingresar hasta transcurridas 24 horas después de la aplicación; para el Oxamil se recomienda no ingresar a las áreas tratadas hasta después de 48 horas de efectuada la aplicación y el Metamidofós deben esperarse también 24 horas, por lo que se respetan los rangos recomendados por los productores de agroquímicos (Quintegra, 1993).

4.6. Método de aplicación.

El método generalizado de aplicación de los plaguicidas es utilizando bombas de mochila manuales cuya capacidad es de 4 galones, por lo general se aplican mezclas de una serie de productos entre insecticidas, funguicidas, adherentes; para el caso de los tres plaguicidas en estudio, la literatura reporta compatibilidad con la mayoría de plaguicidas actualmente en uso (Quintegra, 1993).

4.7. Concentración residual.

Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio Unificado de Control de Alimentos y Medicamentos (LUCAM) de Guatemala.

De acuerdo al Certificado de Análisis, los resultados fueron los siguientes:

Cuadro 4. Concentración Residual de Plaguicidas en el Cultivo de Chile Dulce (*Capsicum annum*). Valle de Zapotitán.

Concentración \ Plaguicidas	Metamidofós			Endosulfán		
	No. de muestras	%	LMR**	No. de muestras	%	LMR**
No detectado	13	59.09	1.00	6	27.27	2.00
Trazas	1 (0.01)*	4.54		12 (0.001)*	54.54	
Residuo	8 (0.10-0.52)*	36.36		4 (0.001-0.048)*	18.18	

Fuente: Certificado de Análisis del LUCAM. (ANEXO II).

* Los resultados están expresados en mg/kg = ppm.

** Límite máximo de residuos, expresados en mg/kg = ppm.

De acuerdo al Codex Alimentarius, el límite de determinación o detección es la concentración más baja de un residuo de plaguicida o contaminante que puede identificarse y medirse cuantitativamente, con un grado aceptable de certeza mediante un método de análisis regulatorio, en un determinado alimento, producto agrícola o alimento para animales; en el cuadro anterior, el Metamidofós tiene 13 muestras en el cual no fue detectado, lo que representa el 59.09% de resultados

negativos, una muestra con trazas menores que el límite de detección que es de 0.01 mg/kg que representa el 4.54% y 8 muestras con residuos que van de 0.10 a 0.52 mg/kg que equivale al 36.36%. El Endosulfán tiene 6 muestras en el cual no fue detectado, lo que representa el 27.27% de resultados negativos, 12 muestras con trazas menores que el límite de detección que es de 0.001 mg/kg que representa el 54.54% y 4 muestras con residuos que van de 0.001 a | 0.048 mg/kg que equivale al 18.18%.

Las concentraciones en porcentaje se representan en las Figuras 11 y 12.

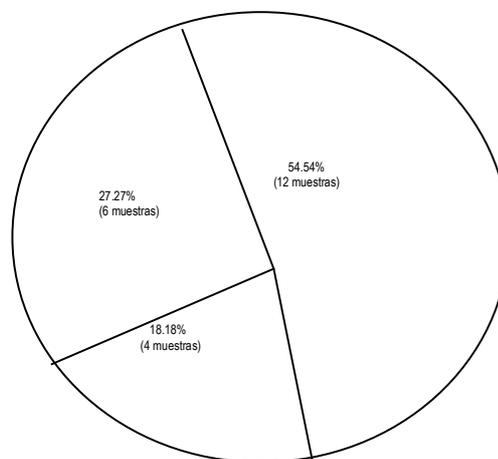
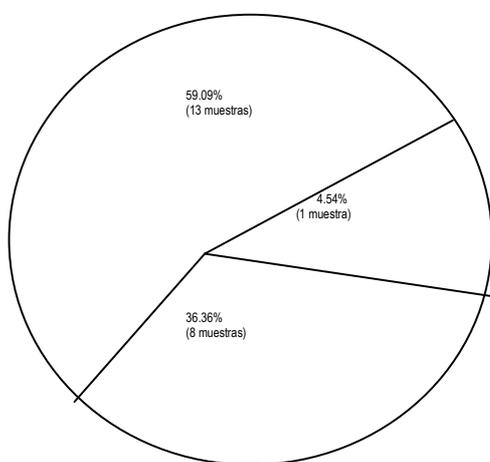


Fig. 11. Concentración Porcentual y Número de muestras de Metamidofós. Fig.12. Concentración Porcentual y Número de muestras de Endosulfán.

El límite máximo de residuos (LMR), es la concentración máxima de residuos de un plaguicida resultante del uso de un plaguicida según una buena práctica agrícola, que la Comisión del Codex Alimentarius recomienda para que se permita legalmente o se reconozca como aceptable en o sobre un alimento, producto agrícola o alimento para animales. La concentración se expresa en miligramos de residuo de plaguicida por kilogramo del producto, así para el Metamidofós el LMR es de 1.00 mg/kg y para el Endosulfán el LMR es de 2.00 mg/kg. (FAO/OMS 1987).

5. CONCLUSIONES.

De los resultados obtenidos se concluye que:

- El manejo y uso de los plaguicidas se realiza de forma inadecuada, ya que se aplican sin ningún equipo protector, no se toman en cuenta las condiciones climáticas, el almacenamiento es deficiente, se observan muchos jóvenes y niños en esta actividad.
- Se contaminan las fuentes de agua y el suelo, ya que a orillas de los pozos, riachuelos y quebradas quedan tirados los recipientes vacíos de los agroquímicos utilizados en la actividad productiva; también porque el equipo es lavado en estos.
- Aunque se tienen malas prácticas de uso y manejo, la mayor cantidad de muestras resultaron negativas y las trazas son menores que el límite de detección, que para el Metamidofós es de 0.01 mg/kg y para el Endosulfán es de 0.001 mg/kg.
- Los residuos encontrados están muy por debajo de los límites máximos de residuos, ya que para el Metamidofós los residuos van de 0.10 a 0.52 mg/kg, los cuales son menores a la tolerancia máxima permitida de 1.00 mg/kg, para el Endosulfán los residuos van de 0.001 a 0.048 mg/kg, siendo menores a la tolerancia máxima permitida de 2.00 mg/kg.

- En la determinación de los niveles inferiores al límite máximo de residuos pudo haber influido que las dosis y frecuencias de aplicación están dentro de los rangos sugeridos por los productores de agroquímicos, así como las frecuentes lluvias que azotaron el lugar.
- El consumo de chile dulce cultivado en el ciclo productivo del cual se extrajeron las muestras, si bien resultó apto para el consumo humano, no significa que éstos niveles pueden encontrarse en todas las épocas de siembra, ya que como se expresó anteriormente, los fenómenos meteorológicos pudieron haber influido en los niveles encontrados.

6. RECOMENDACIONES.

- Continuar con la realización de monitoreos de plaguicidas en el Valle de Zapotitán, a fin de crear un ambiente de confianza en los consumidores.

- Realizar capacitaciones dirigidas a los productores sobre el Período de Vida Media y sobre el uso y manejo adecuado de los plaguicidas.

- Promover el Manejo Integrado de Plagas.

- Realizar análisis de residuos en el agua y los suelos del Valle de Zapotitán.

7. BIBLIOGRAFÍA

AGRUPACIÓN INTERNACIONAL DE LAS ASOCIACIONES NACIONALES DE FABRICANTES DE PRODUCTOS AGROQUÍMICOS (GIFAP), 1983. Normas para el empleo seguro y eficaz de los plaguicidas. Bruselas, Bélgica. 59 P.

AGRUPACIÓN INTERNACIONAL DE LAS ASOCIACIONES NACIONALES DE FABRICANTES DE PRODUCTOS AGROQUÍMICOS (GIFAP). 1985. Normas sobre medidas urgentes en caso de envenenamiento con plaguicidas. Bruselas, Bélgica. 48 P.

ALARCÓN, A. 1997. Diagnóstico del Distrito de Riego de Zapotitán, CDT-CENTA, San Andrés. P. 10.

BAYER. 1994. Tamarón. BAYER de México, S.A. de C.V. División Agrícola. México, D.F. 6 P.

BAYER. 1992. Manual Fitosanitario, Experiencia de Cien Años en Protección Vegetal. San Salvador, BAYER de El Salvador. P 29-31.

CENTRO DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. 1996. Cultivo de chile dulce. Guía Técnica. Programa de Hortalizas y Frutales. San Andrés, La Libertad, El Salvador, C.A.

CORTEZ, M.R.; SABALLOS, P. 1984. Principales plagas y enfermedades de las hortalizas. CENTA, MAG. Boletín Divulgativo No. 9. San Andrés, La Libertad, El Salvador. P. 25-31.

DIVAGRO-FUSADES. 1989. Evaluación de variedades de cultivos hortícolas. Período Agosto 87/Agosto 88.

GARCÍA, M; MINERVINI, M; MENÉNDEZ, M. 1966. Levantamiento general de suelos. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Investigaciones Agronómicas. Cuadrante 2357 III. Nueva San Salvador, El Salvador.

GUDIÉL, M.A. 1987. Manual Agrícola SUPER B. Productos Super B. Guatemala.

HORTICULTURA. 1986. Manuales para Educación Agropecuaria. Editorial Trillas. México. P. 11-14.

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. 1986. Diccionario Geográfico de El Salvador. Tomo II. Ministerio de Obras Públicas. San Salvador, El Salvador. P. 1456.

LAGOS, J.A. 1973. Compendio de Botánica Sistemática. Ministerio de Educación. Dirección de Publicaciones. San Salvador, El Salvador. P. 210-214.

LAGUNES-TEJEDA, A; VILLANUEVA-JIMÉNEZ, J.A. 1994. Toxicología y Manejo de Insecticidas. México. P.

LUKE, M. 1981. Pesticide analytical manual. Vol. I. Maryland. USA. P. 60-74.

MORGAN, D. 1982. Diagnóstico y tratamiento de los envenenamientos con plaguicidas. 3^a. Ed. Environmental Protection Agency (EPA). Washington, D.C. P.

QUINTEGRA. 1993. Manual de productos. El Salvador. 138 P.

ROSENSTEIN, E. 1993. Diccionario de Especialidades Agroquímicas. 4^a. Ed. Ediciones PLM, México. P.

SEELING, R.A. 1968. Peppers fruit and vegetable, facts and pointers, united fresh fruit and vegetable association. Washington, D.C. 17 P.

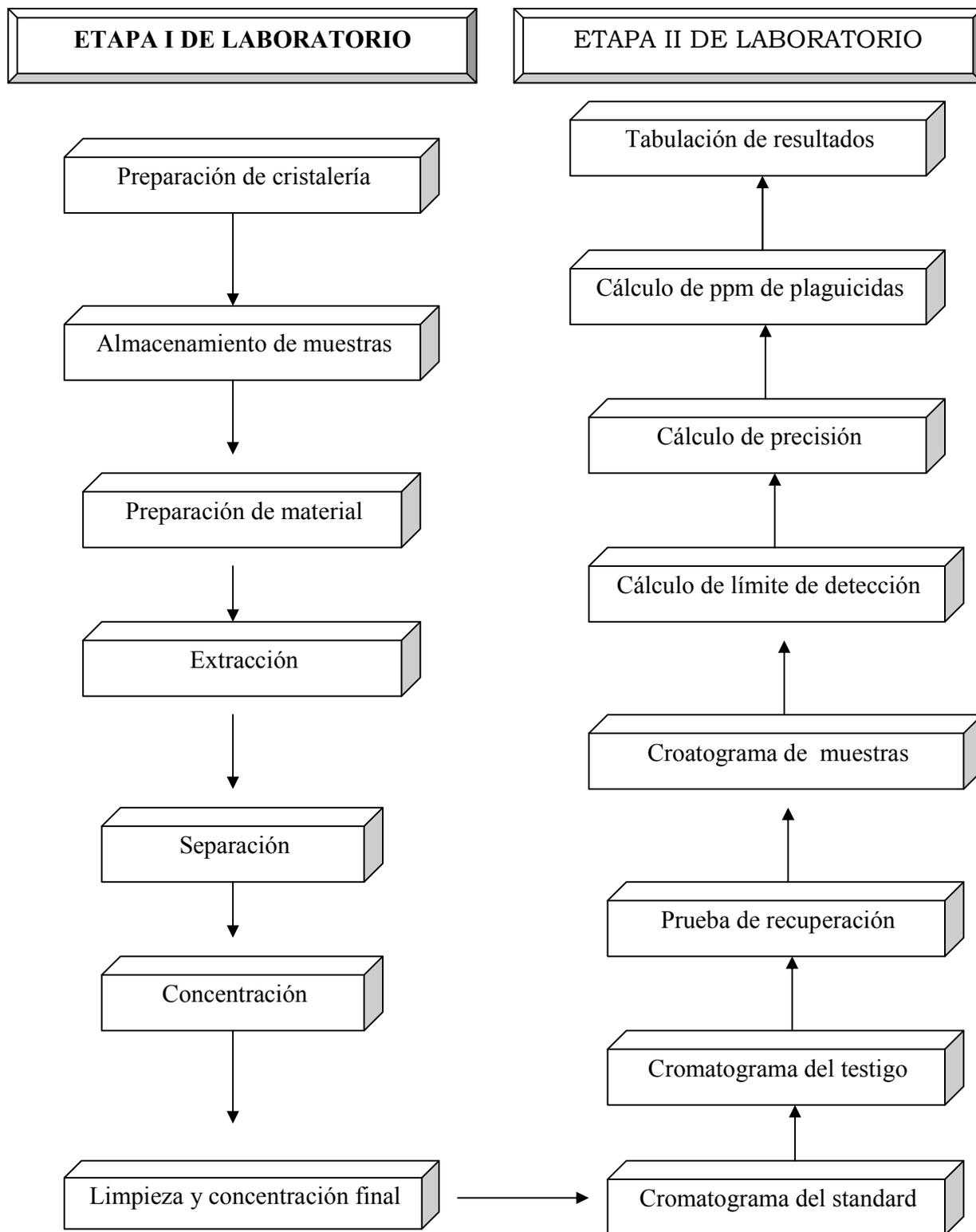
THOMSON, W.T. 1994. Agricultural chemicals, Book I. Insecticides, Acaricides and ovicides. Thomson Publications. United States of América. P. 8, 33, 210.

TOMLIN, C. 1994. The pesticide manual. Incorporating the Agrochemicals hand book. A word compendium. British Crop Protection Council. Crop Protection Publications. The Royal Society of Chemistry. P. 757.

FAO/OMS (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-Organización Mundial de la Salud). 1987. Límites Máximos del Códex para Residuos de Plaguicidas. Programa Conjunto FAO/OMS Sobre Normas Alimentarias. Comisión del Códex Alimentarius. CAC/VOL. XIII, 2ª. Ed. Roma.

ANEXOS

Anexo II. Diagrama de flujo de Laboratorio.



ANEXO III. G L O S A R I O

Absorción:	Proceso por el cual un plaguicida penetra la planta, un animal o una partícula del suelo.
Antídoto:	Medicamento capaz de neutralizar la acción de un veneno.
Carbamato:	Plaguicida derivado del ácido carbámico.
Calibración:	(del equipo de aplicación). Medida y ajuste del rendimiento y del gasto del equipo de aplicación para conseguir las dosis deseadas de plaguicidas.
Concentración:	Cantidad de ingrediente activo que contiene una formulación líquida o sólida, de un plaguicida. Ej. 600 gr/litro, E.5 G equivale a 25 gr/kg.
Contaminación:	Polución por la presencia indeseada de un plaguicida.

Dilución:	Usualmente, adición de agua a un plaguicida, para reducir su concentración, antes de su empleo.
Dosis	Cantidad de plaguicida aplicada por unidad de área física por unidad de volumen.
Dosis Letal Media (DL ₅₀):	Cantidad de ingrediente activo que es capaz de causar la muerte al 50% de los animales de laboratorio sometidos a la prueba. Entre más bajo es el valor DL ₅₀ , más tóxico es el plaguicida.
Formulación:	Método de preparación de un plaguicida para que sea de uso práctico.
Ingrediente activo:	Parte de una formulación plaguicida, que es la responsable por el efecto tóxico.
Intervalo Pre cosecha:	Período de tiempo que debe transcurrir desde la aplicación de un plaguicida y la recolección de la cosecha, para asegurar que los residuos del plaguicida en la cosecha se encuentran por debajo del límite aceptable.

Límite Máximo de Residuo (LMR):	Es la concentración permitida de un residuo en un alimento, calculada teniendo en cuenta la cantidad de residuo real cuando el alimento se ofrece por primera vez al consumo.
Período de reingreso:	Tiempo que se debe dejar transcurrir para poder ingresar, sin riesgos a un área que fue tratada con plaguicidas.
ppm (partes por millón):	Manera de expresar la concentración de un producto químico en alimentos, plantas o animales. es una proporción del número de partes de una sustancia con relación a un millón de partes de otra sustancia. Ej. una parte por millón es igual a un miligramo con relación al peso de un kilogramo.
Residuo:	Producto químico o plaguicida y sus derivados o sustancias auxiliares que queden en una planta después de ser cosechada o en un animal, expresándose en partes por millón (ppm), con respecto al peso de la muestra fresca.

- Ropas protectoras: Ropas seleccionadas o diseñadas para la protección del trabajador contra la contaminación; según se recomienda, deben llevarse cuando se manejen, mezclen o apliquen plaguicidas.
- Sistémico: Producto que es absorbido y se transloca en el interior de la planta o animal.