

21
7e



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

SEGURIDAD E HIGIENE EN LA FORMULACION Y EN
EL USO DE INSECTICIDAS AGRICOLAS.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A :
ROGELIO JIMENEZ RODRIGUEZ

U N A M
F E S
Z A R A G O Z A



LO MANDÓ EL
DE NUESTRA DELEGACION

DIRECTOR DE TESIS: M.C. ALEJANDRO RUIZ CANCINO

MEXICO, D. F.

DICIEMBRE DE 1994

FALLA DE ORIGEN

1995



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ESTE TRABAJO FUE PRESENTADO EN EL:

PRIMER CONGRESO INTERNACIONAL DE CIENCIAS E INGENIERIA DEL AREA
QUIMICOBIOLOGICA

UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS-PUEBLA
MARZO 2 DE 1995



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES *ZARAGOZA*

JEFATURA DE LA CARRERA
DE INGENIERIA QUIMICA

OF/CAC/15/95

SR. ROGELIO JIMENEZ RODRIGUEZ
P R E S E N T E.

En respuesta a su solicitud de asignación de jurado para el Examen Profesional, le comunico que la Jefatura a mi cargo ha propuesto la siguiente designación:

PRESIDENTE: ING. JOSE LUIS MACIAS PEREZ
VOCAL: M. en C. ALEJANDRO RUIZ CANCINO
SECRETARIO: ING. FRANCISCO MANDUJANO ORTIZ
SUPLENTE: QUIM. MIKI OTANI IMURA
SUPLENTE: ING. TERESA GUERRA DAVILA

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
México, D.F., 11 de enero de 1995


ING. JOSÉ BENJAMÍN ÁNGEL GRANADOS
JEFE DE LA CARRERA

Irm

DEDICATORIA

A LA MEMORIA DE MI PADRE:

FIDENCIO JIMENEZ RAMIREZ

"En agradecimiento a sus esfuerzos por hacer de mi un hombre útil en la vida".

A MI MADRE:

CARMEN RODRIGUEZ JUAREZ

"Con todo respeto y agradecimiento por su amor y valiosos consejos".

A MI ESPOSA:

ROSA ELENA SAINZ RAMIREZ

"Con todo mi amor y gratitud por su cariño, apoyo y comprensión".

A MIS HERMANOS

FCO. JAVIER
MA. GUADALUPE
ANTONIO
MARIO
ROSA MARIA
ARTURO
DELIA
JUAN
SONIA

"Con el cariño que les tengo".

A TODOS MIS FAMILIARES Y AMIGOS:

"Por su apoyo y consejos"

A TODOS MIS INVOLVIDABLES MAESTROS:

"Como muestra de gratitud por sus
sabias enseñanzas".

INDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
Capítulo I	
1 GENERALIDADES.....	4
1.1 HISTORIA.....	4
1.2 LOS PLAGUICIDAS EN MEXICO.....	9
1.3 CONCEPTOS.....	11
- PLAGUICIDA; INSECTICIDA; TOXICO; TOXICIDAD; RIESGO.....	11
- DOSIS LETAL MEDIA DL ₅₀	12
- INTOXICACION; AGUDA; SUBAGUDA; CRONICA.....	16
1.4 CLASIFICACION.....	17
1.5 USOS DE LOS PLAGUICIDAS.....	19
1.6 PRODUCCION Y COMERCIALIZACION.....	20
Capítulo II	
2 MATERIAS PRIMAS.....	23
2.1 MATERIALES TECNICOS.....	23
2.1.1 INSECTICIDAS ORGANOCOLORADOS.....	24
- ESTRUCTURA QUIMICA.....	25
- TOXICOLOGIA.....	30
2.1.2 INSECTICIDAS ORGANOFOSFORADOS.....	34
- ESTRUCTURA QUIMICA.....	37
- TOXICOLOGIA.....	39
2.1.3 INSECTICIDAS CARBAMICOS.....	46
- ESTRUCTURA QUIMICA.....	47
- TOXICOLOGIA.....	49
2.1.4 INSECTICIDAS PIRETROIDES.....	50
- ESTRUCTURA QUIMICA.....	51
- TOXICOLOGIA.....	54

2.2	DILUYENTES LIQUIDOS.....	57
2.3	DILUYENTES INERTES (POLVOS Y GRANULADOS).....	62
2.4	AGENTES COADYUVANTES EN LAS FORMULACIONES LIQUIDAS.....	66

Capítulo III

3	PROCESOS DE FORMULACION DE INSECTICIDAS.....	67
3.1	FORMULACIONES LIQUIDAS.....	68
	- DESCRIPCION DEL PROCESO.....	69
	- DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO.....	74
3.2	FORMULACION DE POLVOS.....	75
	- DESCRIPCION DEL PROCESO.....	76
	- DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO.....	77
3.3	FORMULACION DE GRANULADOS.....	78
	- DESCRIPCION DEL PROCESO.....	78
	- DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO.....	78

Capítulo IV

4	EVALUACION DE LOS RIESGOS EN LA FORMULACION, TRANSPORTE Y APLICACION DE PLAGUICIDAS.....	80
4.1	RIESGOS DE LA POBLACION EN GENERAL.....	80
	- RIESGOS DE INTOXICACION.....	82
	- RIESGOS DE INCENDIO.....	90
	- RIESGOS DE CONTAMINACION AMBIENTAL.....	90
4.2	RIESGOS EN LA FORMULACION.....	97
	- RIESGOS DE INTOXICACION.....	98
	- RIESGOS DE INCENDIO.....	99
	- RIESGOS DE CONTAMINACION AMBIENTAL.....	99
4.3	RIESGOS EN EL TRANSPORTE.....	100
	RIESGOS DE INTOXICACION.....	101
	- RIESGOS DE INCENDIO.....	101
	- RIESGOS DE CONTAMINACION AMBIENTAL.....	101

4.4	RIESGOS EN LAS APLICACIONES AGRICOLAS.....	102
-	RIESGOS DE INTOXICACION.....	102
-	RIESGOS DE INCENDIO.....	103
-	RIESGOS DE CONTAMINACION AMBIENTAL.....	103

Capítulo V

5	CONTROL DE RIESGOS EN LA FORMULACION Y USO DE PLAGUICIDAS	104
5.1	CONTROL DE RIESGOS EN LA FORMULACION.....	104
-	INSTALACIONES Y EQUIPOS DE PROCESO SEGUROS.....	105
-	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL.....	110
-	PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD E HIGIENE.....	118
5.2	CONTROL DE RIESGOS EN EL TRANSPORTE.....	119
-	CARGA DE MERCANCIAS.....	120
-	TRANSPORTE.....	125
-	DESCARGA DE MERCANCIAS.....	129
5.3	CONTROL DE RIESGOS EN LAS APLICACIONES AGRICOLAS.....	130
-	ALMACENAMIENTO.....	130
-	PREPARACION DE MEZCLAS.....	131
-	APLICACION.....	131
-	DESTRUCCION DE RESIDUOS.....	132
5.4	PARTICIPACION DEL GOBIERNO EN EL CONTROL DE RIESGOS.....	134

Capítulo VI

6	EQUIPO DE CONTROL DE EMISIONES CONTAMINANTES.....	136
6.1	DISEÑO DEL SISTEMA DE EXTRACCION DE AIRE DE UNA PLANTA DE FORMULACIONES LIQUIDAS.....	136
6.2	DISEÑO DEL SISTEMA DE EXTRACCION DE AIRE DE UNA PLANTA DE FORMULACION DE POLVOS Y GRANULADOS.....	143
7	CONCLUSIONES.....	152
8	ANEXO. (PRESENTACION COMERCIAL Y USOS DE LOS INSECTICIDAS FORMULADOS).....	156
9	BIBLIOGRAFIA.....	169

RESUMEN

Este trabajo es una compilación de datos de diversas fuentes que se consideran útiles como una orientación para todas las personas involucradas en la formulación y uso de insecticidas agrícolas.

Se hacen consideraciones de toxicidad tomando en cuenta las vías de absorción y la Dosis Letal Media (DL_{50}).

Se enumeran las propiedades físicas y químicas de las materias primas y su acción en los individuos.

Se presentan las formulaciones y aplicaciones de Insecticidas Agrícolas, valorando los riesgos de seguridad e higiene para evitar al máximo las exposiciones innecesarias a los tóxicos en la industria y en el campo.

INTRODUCCION

El incremento de la producción alimentaria tiene alta prioridad en muchas partes del mundo y esto no puede alcanzarse si no se utilizan insumos agrícolas indispensables, tales como los plaguicidas.

Según el estudio de la FAO titulado "Agricultura: Horizonte 2000"² que preve un aumento constante en la utilización mundial de Insecticidas Agrícolas, por lo cual es probable que este aumento se produzca a pesar de que se realicen paralelamente los esfuerzos intensivos necesarios para introducir sistemas de control biológico de plagas.

Los plaguicidas pueden ser peligrosos para los seres humanos, los animales y el medio ambiente. Todos los interesados incluyendo los fabricantes, comerciantes, usuarios y gobiernos, deben adoptar medidas inmediatas para eliminar, en la medida de lo posible y en el ámbito de su propia responsabilidad los riesgos no razonables, no sólo en el país de origen sino también en los países a los que puedan exportarse los Insecticidas Agrícolas.

Los insecticidas Agrícolas son una más de las herramientas que el hombre ha descubierto o creado y cuyo uso y manejo entrañan peligros similares a los que puede representar conducir un automóvil, operar una sierra eléctrica o un martillo. No son por tal motivo un caso único en que deba confrontarse un riesgo probable. El papel que desempeñan los plaguicidas es el de actuar como tóxicos contra las plagas que perjudican al hombre, a sus

animales o cosechas, su acción es contra seres vivientes y afecta, por supuesto, también al ser humano. El hombre al usar los plaguicidas entra en contacto con ellos, pero los riesgos implícitos en su manejo no deben tomarse en forma irracional, de hecho el peligro se reduce a una mínima expresión o desaparece usando la inteligencia, el sentido común y los materiales y técnicas que la ciencia y la industria de la seguridad e higiene han descubierto y puesto a nuestro alcance.

Con frecuencia sucede que las intoxicaciones por el uso de los plaguicidas es el resultado del desconocimiento de sus propiedades tóxicas, así como de la manera adecuada de manejarlos. Por lo que se hace necesario tener información referente al uso adecuado y seguro de los Insecticidas Agrícolas, y que ésta llegue a los productores y usuarios para ponerla en práctica.

De acuerdo a lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivos:

- 1.- Realizar una reseña bibliográfica de las propiedades químicas y toxicológicas de los insecticidas agrícolas utilizados en México.
- 2.- Analizar las medidas de seguridad empleadas en la producción y en el uso de insecticidas agrícolas
- 3.- Plantear una distribución adecuada de las instalaciones de una planta formuladora de insecticidas agrícolas.
- 4.- Plantear el diseño de un sistema de extracción de vapores y colector de polvos, adecuado para una planta formuladora de insecticidas agrícolas

C A P I T U L O I

1 GENERALIDADES

No todas las sustancias que el hombre, por alguna circunstancia, tiene que manejar o entrar en contacto con ellas durante su vida le son inocuas e inofensivas. Hay algunas que solo causan molestias, pero otras tienen un alto potencial de riesgo, al grado que pueden ocasionar lesiones muy graves y aún la muerte de los seres humanos, y en general de los seres vivos. Los plaguicidas pertenecen al tipo de sustancias nocivas al hombre y a su medio ambiente.

Para entender mejor el problema es necesario conocer los antecedentes de los plaguicidas y aclarar algunos conceptos.

1.1 HISTORIA

Antes de que el hombre conociera la biología y otros aspectos de las plagas, éste desarrolló métodos biológicos, culturales y físicos, tendientes a la protección de los cultivos, los animales domésticos y de él mismo.

La primera evidencia del uso de productos químicos para el control de plagas, data de 2500 A.C., cuando los Sumerios usaron compuestos de azufre para el control de insectos y ácaros¹.

En la cultura China hace más de 2000 años se establecieron colonias de hormigas predadoras para el control de plagas en huertos de cítricos². Hacia el año 900 D.C. los Chinos usaban el arsénico contra las plagas que dañaban sus jardines, y fueron ellos quienes descubrieron las propiedades tóxicas de las raíces de leguminosas³.

El Azufre se conocía como preventivo de diferentes enfermedades y se empleaba para combatir los insectos antes del año 1000 A.C. Su uso como fumigante fue mencionado por Homero¹⁴.

El uso de las flores de piretro por sus propiedades insecticidas se remonta a los tiempos de Jerjes, rey de Persia (alrededor de 400 A.C.)².

A fines de 1800 se establecen las bases del Control Biológico. Asimismo, expertos de esa época generaron técnicas de control de plagas por medio de variedades resistentes; prácticas culturales y control biológico. Este primer periodo se conoce como la "era de los productos naturales"². (cuadro 1).

Cuadro 1

HISTORIA DE LOS PLAGUICIDAS (Era de los productos Naturales) ¹² .		
AÑO	PLAGUICIDA	LUGAR
400 A.C.	Flores de piretro	Persia
800 A.C.	Azufre	Europa
900	Arsenicos	China
1640	Tabaco	Europa
1747	JABÓN	Europa
1800	Piretrinas	Caucaso
1945	Fósforo	Alemania
1848	Raíz de Borra	Malaya

* La era de los productos naturales ha tomado gran auge actualmente, por la gran potencialidad que representa en la cura de enfermedades humanas, utilizando la llamada medicina tradicional o folclórica, ya que se ha observado que un gran número de sustancias activas han sido aisladas y caracterizadas a partir de plantas, ensayándose y revalorando la importancia que en varios países del mundo tiene la flora. Lo anterior ha sido gracias a los grandes avances científicos y tecnológicos de equipos sofisticados responsables apenas hace dos décadas, que han coadyuvado a la elucidación de las estructuras de las moléculas¹⁶. Asimismo, esto sucede en el control de plagas a partir de sustancias contenidas en vegetales¹⁷.

Un segundo período en la historia de los plaguicidas se conoce como la "era de los fumigantes y derivados del petróleo"² y abarca desde mediados del siglo XIX hasta principios del XX. En 1868 se descubre el Acetoarsenito de Cobre (Verde de París), que junto con kerosena se usaron contra gran variedad de insectos. Posteriormente se emplean los ácidos carbónicos y fénicos, el sulfato de cobre con cal (mezcla de Burdeos) y otros productos similares². Entre los fumigantes usados en esa etapa se pueden citar el disulfuro de carbono y el bromuro de metilo. Las aplicaciones aéreas (1920) contribuyeron al incremento del uso de Plaguicidas².

Cuadro 2

HISTORIA DE LOS PLAGUICIDAS (Era de los fumigantes y derivados del petróleo) ²		
ANO	PLAGUICIDA	LUGAR
1825	Hexaclorociclohexano	Inglaterra
1845	Disulfuro de Carbono	Francia
1854	Cloruro de Sodio	Alemania
1867	Verde de París	U.S.A.
1838	Derivados del Petróleo	U.S.A.
1874	DDT (Síntesis)	Alemania
1877	HCN	Alemania
1880	Cal-Azufre	U.S.A.
1883	Mezcla de Burdeos	Francia
1886	Resinas de Pino	Francia
1892	Arseniato de Plomo	U.S.A.
1918	Cioperclerina	Francia
1932	Bromuro de Metilo	Francia

La tercera era en la historia de los plaguicidas se conoce como la "era de los productos sintéticos", y se inicia en los Estados Unidos, con la síntesis y el uso de los dinitroderivados, a mediados de la década de 1920².

Aunque en la década de 1930 se sintetizaron muchos plaguicidas orgánicos, su uso se extendió hasta después de 1940, con el redescubrimiento, en 1939, por el químico Suizo Müller, del famoso dicloro-difenil-tricloroetano (DDT), sintetizado por primera vez por Zeidler (Suizo) en 1874³. Esto aunado a los descubrimientos de Schrader en 1938, en Alemania, buscando un arma química mortífera para la guerra, fue como se dió lugar al nacimiento de la era de los insecticidas². Los descubrimientos del primero, dieron origen a los derivados del cloro y los del segundo a los derivados del fósforo. El DDT y el Parathion representan a los más característicos de cada grupo y de los cuales se derivan más de 100 sustancias diferentes².

La industria moderna de los plaguicidas empezó después de la segunda guerra mundial, aprovechando el descubrimiento de las propiedades insecticidas del (DDT) y el lindano. Desde entonces, los laboratorios químicos han proporcionado a los agricultores una serie de poderosos venenos contra los diferentes tipos de plagas: la mayoría de ellos son compuestos organoclorados y organofosforados.

Los ésteres carbámicos se descubrieron en 1947, aunque el carbaryl o Sevin (Carbamato de N-metilnaftilo), que es el miembro más conocido de este grupo, se comercializó una década más tarde^{2,56}.

Los primeros piretroides se sintetizaron en la década de 1940, su desarrollo como insecticidas de importancia comercial, no ocurrió de inmediato debido al advenimiento de los plaguicidas organofosforados y carbámicos. Así en 1945 se sintetizó la retrolona, la cual todavía no presentaba suficiente estabilidad para su uso agrícola². Posteriormente, se sintetizó el primer piretroide sintético importante, la aletrina; de ella siguieron varios más, hasta que se logró obtener la permetrina y la cipermetrina, compuestos que poseen una buena actividad insecticida y suficiente estabilidad para permitir que su uso sea redituable².

Cuadro 3

HISTORIA DE LOS PLAGUICIDAS (Era de los productos sintéticos) ¹			
ANO	CLORADOS ²	ANO	FOSFORADOS
1944	BHC	1948	Parathion
1944	DDT	1952	Malathion
1945	Toxafeno	1955	Diclorfon
1945	Clordano	1962	Dimetoato
1948	Metóxicloro	1965	Etiopion
1950	Aldrin		CARBAMATOS
1951	Dieldrin	1958	Carbaryl
1952	Endrin	1959	Propoxur
1952	Heptacloro	1970	Aldicarb
	PIRETROIDES		BIOLOGICOS
1967	Bioresmethrin	1965	Bacillus Thuringiensis

1.2 LOS PLAGUICIDAS EN MEXICO

El empleo de plaguicidas en nuestra agricultura, se inicia a finales del siglo pasado¹⁴.

En 1898, ya se utilizaban 38 compuestos químicos; entre ellos arseniato de plomo, arsénico blanco, ácido cianhídrico, acetoarsenito de cobre, ácido fénico y sulfato de cobre con cal viva (mezcla de Burdeos)¹⁷. En 1941 el gobierno Mexicano solicita a la fundación Rockefeller asistencia para el desarrollo de programas para incrementar la producción agrícola, así se inicia lo que fue conocido como "La Revolución Verde"¹⁸, período en el que se introduce un gran número de nuevas tecnologías, entre las que se incluye un gran número de plaguicidas químicos. La rama de la industria de los plaguicidas se inició en México en 1947, cuando se elaboran los primeros insecticidas inorgánicos, como el arseniato de cobre¹⁴.

En 1959 se empiezan a fabricar los agroquímicos sintéticos (DDT, BHC), los fungicidas a base de tiocarbamatos y algunos otros productos inorgánicos¹⁹. A pesar del crecimiento de la industria, el continuo aumento en la demanda de agroquímicos provocó que durante los años sesenta se importara un gran número de productos, que a finales de esa década llegaron a ser 165 diferentes¹⁹.

En la década de 1970, la industria continúa su carrera ascendente e inicia la elaboración de 25 ingredientes activos, entre los que destacan el Paratión metílico, el monocrotofos, el malatión, algunos herbicidas y fungicidas¹⁹.

Actualmente en nuestro país, la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV) tiene autorizados para uso agrícola 243 compuestos activos (en Estados Unidos se tienen registrados 1500⁴⁴), de los cuales únicamente 51 se elaboran en el país, estos compuestos activos dan origen a una gran cantidad de formulaciones⁴². Por ejemplo, los 91 productos del grupo de insecticidas agrícolas autorizados por la DGSV dan origen a 137 formulaciones diferentes, las cuales se expenden bajo 637 marcas distintas⁴². Asimismo es necesario señalar, que actualmente se ha prohibido el uso de 20 plaguicidas que en 1991 todavía eran utilizados, existen además 16 compuestos activos que han sido prohibidos en otros países y en nuestro país se continúan comercializados bajo uso restringido^{42, 45, 46}. Por ejemplo el DDT está restringido para uso exclusivo en campañas sanitarias, por las dependencias del ejecutivo⁴². Apesar de estos esfuerzos aun se comercializan en México plaguicidas como el PARATION METILICO, el cual a sido prohibido o se ha restringido su uso en otras partes del mundo⁴⁷.

1.3 CONCEPTOS

Plaguicida: toda sustancia química, o mezcla de ellas, que tiene por objeto controlar cualquier plaga, incluidos los vectores de las enfermedades humanas y de animales, así como de especies no deseadas que causen perjuicio o que interfieren con la producción agropecuaria y forestal⁴⁴.

Este daño puede ser ocasionado por bacterias, hongos, plantas parásitas, roedores o insectos. La denominación específica del grupo genérico de los plaguicidas, pasa al de bactericidas, fungicidas, herbicidas, rodenticidas e insecticidas, de acuerdo al tipo biológico al que están dirigidas⁴⁵.

Así un **Insecticida** se puede definir como un compuesto químico que tiene el poder de intoxicar a cualquier insecto que infesta las plantas, animales u hombres en cualquier etapa de su desarrollo.

Tóxico: Según Orfilia, veneno y tóxico son sinónimos y este nombre puede aplicarse a "toda sustancia que en el interior del cuerpo vivo, a pequeñas dosis, destruye la salud y aun la vida". Actualmente se acepta que los tóxicos son sustancias químicas presentes en el ambiente y, los venenos, son sustancias químicas presentes en plantas o secreciones de animales⁴⁶.

Toxicidad: Es la capacidad de una sustancia para producir daños al organismo⁴⁷.

Riesgo: Es la probabilidad de que resulte un daño por el uso específico de una sustancia tóxica⁴⁸.

Por tal razón, el que use y maneje insecticidas debe conocer:

- a) La toxicidad relativa, Dosis Letal Media (DL_{50}), de la sustancia para el hombre y los animales.
- b) Las posibles vías de absorción al cuerpo.
- c) Las vías probables por las que el insecticida puede penetrar al organismo en las condiciones de trabajo práctico
- d) La forma en que el material debe usarse y aplicarse y otras situaciones del manejo que pueden hacer que el hombre y los animales tengan la posibilidad de ponerse en contacto con el plaguicida.

Dosis Letal Media

La DL_{50} (Dosis Letal Media) es la cantidad de producto químico que mata al 50% de un grupo de animales de prueba (generalmente 10 o más)¹². La toxicidad de un compuesto se mide en animales de laboratorio: ratas, ratones, conejos, perros, monos y otros; los resultados de esta medición se conoce como DL_{50} .

En México la peligrosidad de los plaguicidas se ha clasificado en 4 grupos de acuerdo a la Dosis Letal Media (DL_{50}) expresada en mg/kg, que fue recomendada por la OMS en su vigésima octava asamblea¹² y reconocida en la NOM-302-1988, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de marzo de 1988.

Cuadro 4

CLASIFICACION DE LOS PLAGUICIDAS
CONFORME A SU TOXICIDAD¹²

CLASE	DL ₅₀ para la rata (mg/kg de peso corporal)			
	ORAL		DERMYCA	
	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido
Extremadamente tóxico	5 o menos	20 o menos	10 o menos	40 o menos
Altamente tóxico	5 - 50	20 - 200	10 - 100	40 - 400
Moderadamente tóxico	50 - 500	200 - 2000	100 - 1000	400 - 4000
Ligeramente tóxico	500 o más	2000 o más	1000 o más	4000 o más

Cada uno de los anteriores grupos está identificado con una simbolología y color que se incluye (o se debe incluir) en las instrucciones de la etiqueta de los productos.

El primer grupo lleva una calavera inscrita en un rombo con un sector rojo con las palabras "peligro, veneno".

El segundo, con un rombo con un sector amarillo y la palabra "cuidado".

El tercero, un rombo con un sector azul y la palabra "precaución".

El cuarto grupo, un rombo con un sector verde sin palabra de aviso.

En el cuadro 5 se presentan los valores de la DL₅₀ Aguda Oral que corresponden a la cantidad probable de plaguicida técnico que puede ser letal para un humano adulto de talla media¹².

Cuadro 5

CANTIDAD DE TÉCNICO EQUIVALENTE A LA DL₅₀ AGUDA ORAL PARA UN HUMANO ADULTO.¹⁷

Valor de la DL ₅₀ mg/kg de peso corporal	Cantidad letal de material técnico
5	Unas cuantas gotas
50	Una cucharadita
500	30 g
5000	380 g
15000	960 g

En el cuadro 6 se muestran valores comparativos entre DL₅₀ oral y dérmica para un grupo representativo de insecticidas comunmente usados en la agricultura, no siempre hay una relación directa entre la toxicidad de un producto químico cuando se ingiere que cuando se absorbe por la piel. Todos los insecticidas de uso común son peligrosos bajo algunas condiciones y deben usarse con gran cuidado.

Cuadro 6

TOXICIDAD AGUDA DE VARIOS INSECTICIDAS¹⁶

INSECTICIDA	DL ₅₀ ORAL AGUDA EN RATAS mg/Kg.	DL ₅₀ DÉRMICA AGUDA EN CONEJOS mg/Kg.
Paratión Etilico	3	40 - 50
Phosphrin	6.8	34
Paratión Metilico	15.2	300 - 400
DDT	300 - 500	300-1000
Malathión	480 - 2500	12300
Sevin	500 - 700	2000

Se ha intentado relacionar los datos de toxicidad con las dosis letales probables al hombre. No se debe de confiar mucho en esto, puesto que los diferentes animales, incluyendo al hombre, varían en su susceptibilidad a los diferentes compuestos.

Vías de absorción

Para que un insecticida ejerza su acción tóxica debe ponerse en contacto con el organismo humano y penetrar en él. La Toxicología de los plaguicidas es un fenómeno complejo en el que intervienen su estructura molecular, sus propiedades fisicoquímicas y, de manera preponderante, la dosis de exposición a los mismos, la intensidad de la exposición, la vía de penetración, la edad, el sexo, el estado nutricional, las enfermedades concomitantes, y la susceptibilidad individual, pues muchas de las respuestas biológicas a los agentes químicos están determinadas genéticamente¹².

Los tóxicos pueden penetrar al cuerpo por tres vías. Pueden ser absorbidos por el tubo digestivo, después de la ingestión; por el tracto respiratorio, después de la inhalación y a través de la piel, al contacto directo con el tóxico¹³.

Vías probables de absorción en el trabajo práctico

Los principales riesgos de absorción de los plaguicidas en el trabajo práctico son el contacto directo con la piel y la inhalación⁶. Por lo tanto deberán tomarse las medidas necesarias para reducir al mínimo esta forma de contacto. Bajo condiciones normales de trabajo, es poco probable que ocurra la ingestión⁶.

Los insecticidas dependiendo de la forma en que son absorbidos pueden provocar diferentes tipos de intoxicación. Se distinguen 3 tipos de intoxicación considerando el tiempo transcurrido, entre la exposición y la aparición de los efectos, intensidad y duración de los mismos.

1) Intoxicación Aguda: Se produce cuando hay una exposición de corta duración y el agente químico es absorbido rápidamente, en una o varias dosis en un período no mayor de 24 horas, apareciendo los efectos de inmediato, pudiendo tener un desenlace fatal o bien una recuperación más o menos rápida⁶².

2) Intoxicación Subaguda: Exposición frecuente o repetida durante tiempos variables en un periodo de varios días o semanas antes de que aparezcan los síntomas, pudiendo presentarse en forma progresiva y con una severidad variable⁶².

3) Intoxicación Crónica: Exposiciones repetidas a muy bajas dosis durante un período prolongado, los síntomas y signos pueden presentarse por acumulación del tóxico o bien por acumulación de efectos, es decir, la cantidad eliminada del agente es menor que la absorbida o porque los efectos producidos por las exposiciones repetidas se suman⁶².

1.4 CLASIFICACION^{12,36}

Los plaguicidas pueden ser clasificados de varias maneras¹², a continuación se presentan las más comunes:

Concentración

Plaguicidas técnicos
y Plaguicidas Formulados.

Organismos que controlan

Insecticidas Herbicidas Acaricidas Fungicidas Bactericidas
Antibióticos Nematicidas Rodenticidas Molusquicidas.

Por su modo de acción

De contacto: Actúa principalmente al ser absorbido por los tejidos externos de la plaga.

De ingestión: La plaga debe ingerirlo para su acción efectiva

Sistémico: Al aplicarse en plantas o animales, se absorbe y se traslada por su sistema vascular a puntos remotos del lugar en que se aplica.

Fumigante Se difunde en estado gaseoso o de vapor y penetra por todas las vías de absorción.

Repelente Impide que las plagas ataquen.

Persistencia

Ligeramente persistentes	Menos de 4 semanas
Poco persistentes	De 4 a 26 semanas
Medianamente persistentes	De 27 a 52 semanas
Altamente persistentes	De 1 a 20 años
Permanentes	Más de 20 años

Uso al que se destinan:

Agrícola: De uso en sistemas de producción agrícola y en productos y subproductos de origen vegetal.

Forestal: De uso en bosques y maderas.

Urbanos; De uso en ciudades y zonas habitacionales, por ejemplo edificios, no incluye el uso doméstico

Jardinería: De uso en jardines y plantas de ornato.

Pecuarios: De uso en las instalaciones de producción pecuaria.

Domésticos: De uso en el interior del hogar

Industriales: De uso en el cuidado de áreas industriales.

Composición química

Inorgánicos: Compuestos que carecen de carbono.

Orgánicos: Compuestos que contienen átomos de carbono

Biológicos: Virus, microorganismos o derivados de su metabolismo, formulados para controlar a una plaga en particular.

Nombre químico

Organoclorados	Orgánicos de Azufre
Organofosforados	Clorofenoxi
Carbamatos	Dinitrofenoles
Piretroides	Derivados de la Urea
Tiocarbamatos	Triazinas
Ftalimidas	Derivados de los ácidos tricloroacético y tricloropicolínico
Carboxamidas	Bipiridilos
Carboximidias	Biológicos
Guanidinas y Naftoquinonas	De origen Botánico
Organoestánicos	Otros

1.5 USOS DE LOS PLAGUICIDAS⁴⁴

Los principales usos de los plaguicidas se detallan enseguida:

Uso agrícola: En el área agrícola existe una extensa variedad de plagas; más de 1500 enfermedades son causadas por aproximadamente 50,000 especies de hongos, más de 10,000 especies de insectos constituyen plagas; más de 1,500 especies de nematodos dañan los cultivos⁴⁴. Además existen aproximadamente 30,000 especies de maleza, de las cuales unas 1,600 son causas de grandes pérdidas económicas⁴⁴.

Uso Pecuario: La existencia de numerosas especies de ecto- y endoparásitos de gran impacto sanitario y económico, ha motivado el uso de plaguicidas en las actividades pecuarias⁴⁴.

Uso en Salud Pública: Muchas de las enfermedades de los humanos en los trópicos son transmitidas por vectores y huéspedes intermedios. Entre las enfermedades que aún representan un serio problema de salud pública en los países de América Latina merecen destacarse: La malaria, fiebre amarilla, enfermedad de Chagas, dengüe, oncocercosis, peste y tifo. Cerca del 10% de los plaguicidas utilizados en el mundo se destinan para combatir estos problemas⁴⁴.

Uso en áreas domésticas, edificios, medios de transporte y áreas de uso público: En estos ámbitos, las plagas de mayor preocupación son las cucarachas y las moscas. La mosca es agente transmisor de disentería, enfermedades diarréicas, tifoidea, etc. Además a sido señalada como transmisora de poliomielitis y de algunas enfermedades de la piel y ojos⁴⁴.

1.6 PRODUCCION Y COMERCIALIZACION

El uso de los plaguicidas se ha generalizado a tal punto que su empleo en el mundo se incrementó de 2.1 millones de toneladas en 1970 a 3 millones en 1985. En el cuadro 7 se presenta la participación mundial en la demanda de plaguicidas.

Cuadro 7

DEMANDA DE PLAGUICIDAS EN EL MUNDO (% de participación)

	1970	1976	1984	1989
AMERICA DEL NORTE	28.0	28.0	28.4	27.4
ASIA	27.0	27.0	27.3	26.1
EUROPA	25.0	25.0	25.9	26.5
URSS	10.0	10.0	9.4	7.0
RESTO DEL MUNDO	10.0	10.0	9.0	13.0
DEMANDA (miles Ton)	2,100	2,600	2,919	*

Fuente: SEMIP

* Se desconoce el volumen total de la demanda. Los porcentajes se obtuvieron a partir del valor de las ventas que fue de 21.5 billones de dolares.

Los cuadros 8 y 9 presentan la tendencia del consumo de plaguicidas en México y en los Estados Unidos, respectivamente, para sus cuatro categorías. El volumen de insecticidas utilizados en la agricultura tiene una tendencia a la baja, la cual continúa hasta 1992. Las prohibiciones de la EPA (Environmental Protection Agency), llevaron a la eliminación o a la reducción significativa del uso para fines agrícolas de varios insecticidas que en los años sesenta y setenta se consumían en cantidades considerables, tales como: endrín, DDT, lindano, heptacloro, dieldrín, aldrín, clordano y toxafeno⁴⁴. No obstante, esta disminución en el consumo puede atribuirse con mayor exactitud a la sustitución progresiva de plaguicidas organoclorados por compuestos organofosforados más tóxicos que se aplican en cantidades mucho menores.

Cuadro 8

TENDENCIA DE CONSUMO DE PLAGUICIDAS GRADO TECNICO
EN MEXICO^{44, 55}
Ton/año

ANO	1975	1979	1981	1984	1990	1991	1992
HERBICIDAS	3,076	3,078	4,438	5,260	3,635	3,793	4,611
INSECTICIDAS	19,559	17,053	18,881	11,741	8,002	6,985	5,626
FUNGICIDAS	1,931	2,137	5,329	3,834	3,266	321	328
OTROS	1,332	1,341	2,984	2,924	160	306	600
TOTAL	25,898	23,609	31,642	23,759	15,063	11,405	11,171

Fuente: SEMIP

Cuadro 9

TENDENCIA DE CONSUMO DE PLAGUICIDAS AGRICOLAS
EN LOS ESTADOS UNIDOS⁴⁴
Miles Ton/año

ANO	1966	1971	1976	1982	1989
HERBICIDAS	52,000	95,000	180,000	227,000	204,000
INSECTICIDAS	70,000	105,000	100,000	84,000	68,000
FUNGICIDAS	23,000	23,000	20,000	24,000	41,000
OTROS	14,000	18,000	20,000	20,000	23,000
TOTAL	159,000	241,000	320,000	355,000	336,000

Fuente: Organización Mundial de la Salud (OMS)
Organización Panamericana de Salud (OPS)

Cuadro 10

COMERCIO EXTERIOR DE PLAGUICIDAS GRADO TECNICO EN MEXICO²⁴
(Ton/año)

AÑO	I M P O R T A C I O N E S			E X P O R T A C I O N E S		
	1990	1991	1992	1990	1991	1992
HERBICIDAS	2,396	4,169	3,234	1,511	1,716	2,789
INSECTICIDAS	3,931	3,966	4,617	1,603	1,359	490
FUNGICIDAS	1,183	1,878	2,578	833	1,556	1,289
OTROS	8,957	20,915	28,510	252	567	560
TOTAL	16,467	30,928	38,939	4,199	5,138	5,128

Fuente: SEMIP

Cuadro 11

PRODUCCION DE PLAGUICIDAS FORMULADOS EN MEXICO^{22,23}
(Ton/año)

AÑO	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
INSECTICIDAS	34,959	29,256	34,057	30,130	27,709	23,841	19,768
HERBICIDAS	5,005	5,982	7,407	10,934	9,928	10,685	9,540
FUNGICIDAS	15,282	13,910	13,452	13,125	13,317	13,133	11,351
TOTAL	55,246	49,148	54,916	54,189	50,954	47,659	40,659

Fuente: INEGI

C A P I T U L O I I

2 MATERIAS PRIMAS

Las materias primas utilizadas en la formulación de insecticidas agrícolas se dividen en: Materiales Técnicos, Diluyentes Inertes Líquidos (alifáticos y aromáticos), Diluyentes Inertes (polvos y granulados) y Materiales Coadyuvantes.

2.1 MATERIALES TECNICOS

Los insecticidas grado técnico, son materiales que por su alta concentración de ingrediente insecticida activo, no pueden ser usados directamente en el campo, entre otros aspectos por resultar muy peligrosos para su manejo, por lo tanto son utilizados como materia prima en los procesos de formulación de insecticidas agrícolas. Los materiales técnicos más utilizados en México abarcan cuatro grandes grupos químicos: **Organoclorados, Organofosforados, Carbamatos y Piretroides.**

2.1.1 INSECTICIDAS ORGANOCORADOS

Actualmente en México se tienen 5 insecticidas organoclorados autorizados por la DGSV (cuadro 12)⁴². Cabe mencionar que estos materiales han sido prohibidos o restringidos para su uso en otros países^{35,42}.

Cuadro 12

INSECTICIDAS ORGANOCORADOS AUTORIZADOS EN MÉXICO⁴²

Nombre Comercial del Producto	Nombre Científico ^{39,43}	Países con Restricción ³⁹	Países con Prohibición ³⁹	Estado Físico ⁴¹	Grupo tóxico ⁴¹	Dosis mg/kg ⁴¹
CLORDANO	1,2,4,5,6,7,8,8-octacloro-2,3,3a,4,7,7a-hexa-hidro-4,7-metano-1h-indeno	ARG, BOL, COL, CUB, DOM, HON, MEX, USA, VEN	BLZ, ECU, ECU, ELS, GUT, PAN, SAL, VEN	S	III	400
DICOFOL	4-cloro-alfa-(4-clorofenil)-alfa-(tricloro-actil)benzenometanol	ENT, HON	BLZ, DOM, GUY	S	IV	650
DIENOCLOP	Percloro-1,1'-bisciclopenta-2,4-dieno		OMU	S	I	3100
LINDANO	1,2,3,4,5,6-hexaclorociclohexano	BLZ, BRA, COL, CUB, DOM, PAN, PER, USA, VEN	ARG, BOL, ECU, GUY, NIC, PAN, PER, USA, VEN	S	III	86
METOXICLORO	1,1'-[2,2,2-tricloroetileno]bis[4-metoxi-benceno]	ARG, BRA	BLZ, ECU, GUY	S	IV	6000

NOMENCLATURA:

ARG: ARGENTINA	COL: COLOMBIA	GUY: GUYANA	SAL: SAINT LUCIA
BLZ: BELICE	CUB: CUBA	HON: HONDURAS	VEN: VENEZUELA
BOL: BOLIVIA	DOM: REPUBLICA DOMINICANA	MEX: MEXICO	
BRA: BRASIL	ECU: ECUADOR	NIC: NICARAGUA	
CAN: CANADA	ELS: EL SALVADOR	PAN: PANAMA	
CHI: CHILE		PER: PERU	

OMU: Productos cuyo consumo o venta a sido prohibido, severamente restringido o no autorizado por un total de 30 gobiernos, preparada conjuntamente por la ONU (Naciones Unidas), WHO (World Health Organization) y UNEP/IRPTC (International Register of Potentially Toxic Chemicals/United Nations Environment Programme).⁴²

ESTRUCTURA QUIMICA

Dependiendo de su estructura, los plaguicidas organoclorados se clasifican en tres grupos principales²: 1) Derivados halogenados de hidrocarburos alicíclicos, 2) Derivados halogenados de hidrocarburos aromáticos y 3) Derivados halogenados de hidrocarburos ciclodiénicos.

Derivados Aromáticos^{10,14,17}

El descubrimiento de las propiedades insecticidas del DDT (fig. 1) estimuló la búsqueda de compuestos organoclorados análogos; aunque muchos cientos de compuestos fueron sintetizados, sólo pocos han sido lo suficientemente activos y de bajo costo para su explotación comercial. Algunos ejemplos importantes son el Metoxicloro (fig. 2; X=OCH₃, Y=H) y el Dicofol (fig. 2; X=Cl, Y=OH). Una molécula del tipo DDT (fig. 3) debe contener sustituyentes X en posición para, que pueden ser halógenos o grupos alquilos o alcoxi de cadena corta, sustituyentes Y, que es siempre hidrógeno, y Z, que puede ser CCl₃, CHCl₂.CH(NO₂)CH₃, o C(CH₃)₃.

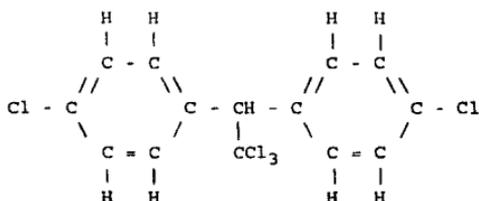


Figura 1. Estructura del DDT

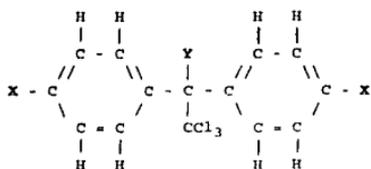


Figura 2

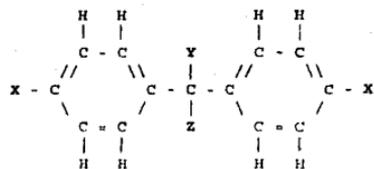


Figura 3

En una serie dada con sustituyentes X e Y establecidos, la sustitución sucesiva de Z por los grupos del CCl_3 al $\text{C}(\text{CH}_3)_3$ va acompañada de una disminución de la potencia insecticida. La actividad insecticida del DDT y sus análogos está influenciada, por la forma y tamaño de la molécula, y se han propuesto varias hipótesis para considerar la influencia de la geometría molecular¹⁴. A pesar de los trabajos que desde hace años se vienen realizando sobre este tema, hasta ahora no se pueden deducir leyes exactas que relacionen la constitución química con la actividad insecticida¹⁴. Sólo se pueden dar algunas indicaciones, pero con un valor nada más que informativo:

La toxicidad, en general, en la serie grasa es menor que en las series aromáticas e hidroaromática y aumenta con el peso molecular. Los halógenos, flúor y cloro principalmente, sustituyendo a los átomos de hidrógeno en las moléculas orgánicas, exaltan su toxicidad, siendo ésta inversamente proporcional al peso atómico del halógeno y, en algunos casos, directamente a su movilidad o facilidad de escisión¹⁴. La toxicidad del elemento halógeno se exalta cuando está colocado sobre átomos grasos en lugar de aromáticos, aunque en algunos casos la especificidad tóxica radica en el halógeno unido al núcleo aromático¹⁴.

Derivados Alicíclicos^{19,14,37}

El principal representante de este grupo es el hexaclorociclohexano (HCH) (fig. 4), el que puede existir teóricamente como ocho diferentes estereoisómeros, de los cuales solamente el gamma-isómero o Lindano (fig. 5) tiene potentes propiedades insecticidas. De hecho, el anillo del ciclohexano tiene una conformación de silla que no es plana, en la que los enlaces unidos a los seis átomos de carbono del anillo pueden ser axiales (ax) o ecuatoriales (ec).

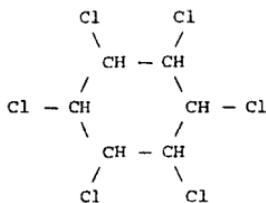


Figura 4. Hexaclorociclohexano

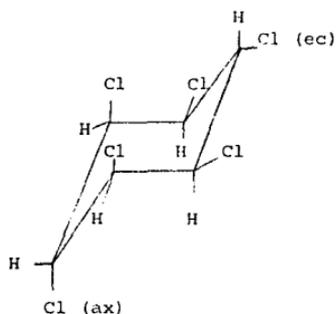


Figura 5. Lindano

La simetría molecular exalta la toxicidad y por ello el lindano es el más activo ya que es el isómero más simétrico¹⁴. La mayor parte del Lindano es metabolizado por las moscas hasta compuestos solubles en agua, los cuales con soluciones alcalinas acuosas dan diclorotiofenoles isoméricos, así la resistencia de que se observa en las moscas domésticas parece deberse, principalmente a su acrecentada habilidad para metabolizar el insecticida a tales materiales no tóxicos.

Derivados Ciclodienicos^{10,14,17}

La estereoquímica de los ciclodienos es compleja, por ejemplo, el clordeno (fig 6) podría existir en dos configuraciones posibles conocidas como los isómeros *exo* y *endo*, en realidad el clordeno es tan sólo el isómero *endo*.

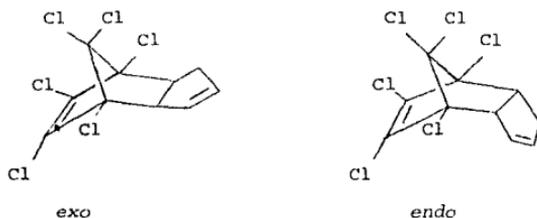


Figura 6. Estructura de los ciclodienos

La adición de cloro a la doble ligadura da el Clordano, que es una mezcla de los isómeros *cis* y *trans*.

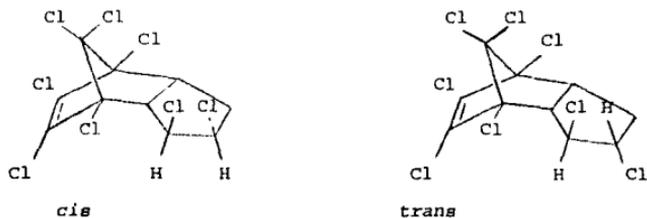


Figura 7. Estructura del Clordano

Entre los insecticidas derivados del ciclodieno, más importantes, además del lindano, se encuentran, el **Dienoclor** (fig. 8) el cual también está autorizado para su comercialización en México, asimismo entre los actualmente prohibidos tenemos al Isodrin, endrin, aldrin y dieldrin.

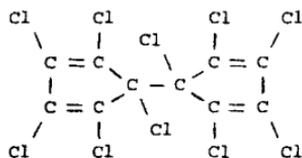


Figura 8. Dienoclor

En el caso de los compuesto ciclodiénicos, la configuración estereoquímica de los anillos (*endo* *exo*- o *endo* *endo*-) tiene gran influencia en la actividad insecticida. Los compuestos que tienen un centro policlorado además de otro sitio electronegativo, por ejemplo un doble enlace o un átomo de cloro, oxígeno, azufre o nitrógeno, tienen mayor actividad insecticida².

TOXICOLOGIA

Vías de absorción: Los insecticidas organoclorados se absorben por la piel, aparato digestivo y respiratorio. En los individuos que manejan estos productos, el riesgo mayor lo constituye la absorción a través de la piel.

Acción Farmacológica¹⁴: El cerebro y la médula espinal, se conocen en conjunto como el sistema nervioso central, éste envía señales y se comunica con el resto del cuerpo por medio del sistema nervioso periférico. La actividad del sistema nervioso, básicamente depende de la capacidad de las neuronas para mantener una distribución desigual de iones potasio y sodio a cada lado de la membrana celular. En condiciones de reposo, la concentración de iones sodio (Na^+) dentro de la célula es muy baja en relación con el exterior. en cuanto a los iones potasio (K^+), sucede todo lo contrario. Esta situación se debe a que los iones Na^+ son transportados activamente fuera de la célula, mientras que los iones K^+ se mueven hacia el interior de ésta. La distribución desigual de iones a ambos lados de la membrana celular da origen a un potencial eléctrico. La transmisión del impulso nervioso, por lo tanto, es un proceso eléctrico en el cual la corriente es transportada por los iones.

El DDT y otros insecticidas organoclorados, probablemente actúan por interferencia con la transmisión axonal uniéndose a la membrana nerviosa y trastornando el equilibrio iónico sodio-potasio¹⁴. 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. Con dosis repetidas, los compuestos producen cambios microscópicos

en el hígado y en los riñones¹⁹. Los compuestos y/o ciertos productos de degradación, se almacenan principalmente en el tejido adiposo, debido a su buena solubilidad en la grasa y su poca solubilidad en el agua. Debido a su lipofilia, los organoclorados pueden ser excretados en la leche de las mujeres en períodos de lactancia¹⁹.

Síntomas y diagnóstico¹⁹: Las manifestaciones más importantes son: RECELO, EXCITABILIDAD, VERTIGO, CEFALEA, FALTA DE ORIENTACION, DEBILIDAD, ESPASMO MUSCULAR, CONVULSIONES. Comúnmente ocurren náuseas y vómitos poco después de la ingestión. Cuando la absorción es por la piel, los primeros síntomas pueden ser recelo, espasmos, temblor, confusión y convulsiones. El plaguicida y los disolventes derivados del petróleo en los cuales éste comúnmente se disuelve causan depresiones respiratorias.

Los plaguicidas y sus metabolitos pueden ser por lo general identificados en la sangre o en la orina mediante la cromatografía gas-líquido de muestras tomadas durante las 72 horas siguientes al envenenamiento. Algunos compuestos orgaoclorados persisten en el suero durante semanas o meses después de la absorción, pero la mayoría se elimina en unos pocos días.

Tratamiento³⁹.

- 1.- Mantenga las vías aéreas despejadas por aspiración de secreciones y, si es necesario, ayude la ventilación pulmonar con oxígeno.
- 2.- Controlar las convulsiones. El diazepam es un anticonvulsivo valioso. Dosis para adultos, incluyendo niños mayores de 6 años o más de 23 kg de peso: 5-10 mg (1-2 ml) por vía intravenosa y no más rápido de 1 ml por minuto, o administre la dosis total por vía intramuscular profunda. Dosis para niños menores de 6 años o menos de 23 kg de peso: 0.1 mg/Kg (0.02 ml/kg) por vía intravenosa, no más rápido que la mitad de la dosis total por minuto, o la dosis total por vía intramuscular profunda.

Repita la dosis a las 2-4 horas, si es necesario.

Las víctimas que sufren convulsiones severas y prolongadas pueden necesitar medicamento anticonvulsivos adicional como son: pentobarbital sódico (Nembutal), fenitoína (Dilantin), tiopental (Pentothal) y succinilcolina (Anectina).

ADVERTENCIA: Esté preparado para mantener la ventilación pulmonar por vía mecánica si hay depresión respiratoria durante la aplicación de los anticonvulsivos. Algunas veces se presentan espasmos laríngeos durante la terapia anticonvulsiva y puede requerir practicar la traqueotomía.

- 3.- Si se ha ingerido el tóxico, en cantidad suficiente para causar envenenamiento, hacer lavado gástrico (ver pág. 60)

- 4.- No se administre leche, crema u otras sustancias que contengan grasas vegetales o animales que favorecen la absorción de organoclorados.
- 5.- No se debe administrar epinefrinas u otras aminas adrenérgicas debido al aumento de la irritabilidad del miocardio producida por los organoclorados.
- 6.- Para acelerar la excreción biliar y gastrcintestinal de los compuestos organoclorados de eliminación más lenta, administre de 3-8 gramos de la resina COLESTIRAMINA 4 veces al día. Puede ser necesario un tratamiento de varias semanas o meses.
- 7.- Durante la convalecencia, aumente en la dieta el contenido de carbohidratos, proteínas y vitaminas o administréselos por vía parenteral, con el objeto de disminuir el riesgo de daño hepático.

2.1.2 INSECTICIDAS ORGANOFOSFORADOS^{14, 37}

En el cuadro 13 se presenta la lista de los insecticidas organofosforados que actualmente están autorizados por la DGSV para sus comercialización en México.³² De los 39 insecticidas organofosforados autorizados 20 son materiales prohibidos o restringidos para su uso en otros países.^{35, 42}

Cuadro 13

INSECTICIDAS ORGANOFOSFORADOS AUTORIZADOS EN MEXICO

Nombre Comercial del Producto	Nombre Científico ^{35, 43}	Países con Restricción ³⁵	Países con Prohibición ³⁵	Estado Físico ⁴¹	Grupo tóxico ⁴¹	Uso ⁴¹
ACEFATE	O-S-dimetil-acetilfosforo-oxidofosfato	BLZ, PAN, USA		S	I	945
AZAMETIFOS	S-(6-cloro-2-oxaxolo-(4,5,6)-piridin-3(2H)-il)-metil O,O-dimetil fosforofosfato			S	II	1010
AZINFOS METILICO	O,O-dimetil S-[(4-ciano-1,2,3-benzotriazin-3(4H)-il)-metil] fosforofosfato	BLZ, PAN, USA	OMU	S	III	10
CLORFENVINFOS	2-cloro-1-(2,4-diclorofenil)etanol dietil fosfato	BLZ, USA		L	I	10
CLORPIRIFOS ETIL	O,O-dietil-O-(2,5,6-tricloro-2-piridil) fosforofosfato			S	III	135
CLORPIRIFOS METIL	O,O-dimetil-O-(2,5,6-tricloro-2-piridil) fosforofosfato			L	III	1000
COUMAFOS	O-(3-cloro-4-metil-2-oxo-2H-benzopirran-7-il)-O,O-dietil fosforofosfato			L	I	10
DIAZINON	O,O-dietil-O-[O-metil-2-(1-metiletil)-4-piridinil] fosforofosfato	BLZ, GUY, PAN	BLZ	L	III	200

ABREVIATURAS:

ARG: ARGENTINA	COL: COLOMBIA	GUY: GUATEMALA	SAL: SAINT LUCIA
BLZ: BELICE	COR: COSTA RICA	HON: HONDURAS	SUR: SURINAME
BOL: BOLIVIA	CUB: CUBA	MEX: MEXICO	TRI: TRINIDAD Y TOBAGO
BRA: BRASIL	DOM: REPUBLICA DOMINICANA	NIC: NICARAGUA	URU: URUGUAY
CAN: CANADA	ECU: ECUADOR	PAN: PANAMA	USA: ESTADOS UNIDOS
CHI: CHILE	ELS: EL SALVADOR	PER: PERU	VEN: VENEZUELA

OMU: Productos cuyo consumo o venta a sido prohibido, severamente restringido o no autorizado por un total de 70 gobiernos, preparada conjuntamente por la ONU (Naciones Unidas), WHO (World Health Organization) y UNEP/PRFTC (International Register of Potentially Toxic Chemicals/United Nations Environment Programme).⁴²

Cuadro 13
(Continúa)

Nombre Comercial del Producto	Nombre Científico ^{22,23}	Países con Restricción ²²	Países con Prohibición ²³	Estado Físico ²⁴	Grupo tóxico ²⁵	DL ₅₀ mg/kg ²⁶	
DICLOFOPOS	2,4-dicloroetanol dimetil fosfato			L	II	56	
DIMETOATO	O,O-dimetil S-(2-metilazirino)-O-dioctil fosforoditioato	ELZ, ELS, USA	ONU	S	III	150	
DISULFOTON	O,O-dietil-S-(Dietiltioetilo) fosforoditioato	USA	BLZ, ONU	L	I	2.6	
ETION	S,S'-metilén bis (O,O-dietil fosforoditioato)			L	III	208	
FENITROTION	O,O-dietil-O-(3-metil-4-nitrofenil) fosforotioato			L	III	503	
FENTION	O,O-dietil-O-(3-metil-4-metiloxifenil) fosforotioato			L	II	330	
FENTOATO	O,O-dimetil-S-(alfa-etoxycarbonilbenzil) fosforotioato			L	III	400	
FONDOPOS	O,O-dietil-S-feniletil fosforoditioato	ELZ, PAN, CAN, USA	ONU	L	I	6	
FORATO	O,O-dietil-S-(3-feniltioetilo) fosforoditioato	PER, USA	PAN, ONU	L	I	2	
FOSFAMIDON	2-cloro-2-(diethylamino)-1-metil-2-propanolamino fosfato	PAN, USA	BLZ, ONU	L	I	17	
FOSMET	O,O-dietil-S-metiltioetilo fosforoditioato		ONU	S	III	270	
FOSIM	O,O-dietilfenilglicolato dimetil fosforotioato			L	III	1060	
ISOPENFOS	1-metil-3-(2,4-dicloro-1-metilfenil)amino fosforoditioato Benzato				ACEITE	II	23
MALATION	dietil-O-dimetilfosforotioato dimetil fosforotioato		ONU	L	IV	2100	
METAMICOPOS	O,S-dimetil fosforoditioato	BLZ, PAN, USA	ONU	L	II	30	
METIDATION	S-(2-metoxi-2-propil)-O-(2-propilazirino)-O-(2-metilfenil)-O-dietil fosforoditioato	USA	ONU	L	II	25	
MEVINFOS	metil-O-dimetil fosforoditioato-2-butenoato	USA, PER	ONU	L	I	14	
MENOCROTOPUS	(E)-O-dietil-O-metil-O-metilamino-O-propil-O-propil fosfato	BLZ, USA	ONU	L	II	14	
MULCH	O,O-dicloroetil dimetil fosfato			L	III	430	

Cuadro 13
(Continúa)

Nombre Comercial del Producto	Nombre Científico ^{29,33}	Países con Restricción ³⁹	Países con Prohibición ³⁹	Estado Físico ⁴¹	Grupo tóxico ⁴²	CLAS. 15/16 ⁴¹
OMETOATO	0,0-dimetil-S-[2-(metilamino)-2-oxoetil] fosforotioato	BLZ	PAN, ONU	L	II	5 ^a
OXIDENETON NETIL	0,0-dimetil-S-[2-(etilsulfonil)etil]fosforotioato			L	II	65
PARATION RETILICO	0,0 dimetil-O-(4-nitrofenil) fosforotioato	BLZ, USA,	USA, ONU	L	II	14
PIRIMIFOS NETIL	0,0-dimetil-O-(2-dietilamino-6-metilpirimidin-4-il)fosforotioato			L	IV	2016
PROFENOFOS	0-etil-S-propil-O-(4-bromo-2-clorfenil)tio fosfato			L	III	35B
PROPETANFOS	(E)-1-metiletil-3-[[[(etilamino)-metoxifosfinito]]oxi]-2-butenato			L	II	75
SULPROFOS	0-etil-O-[4-(metiltio)fenil]-S-propil-fosforoditioato		PAN, ONU	ACEITE	III	130
TEMEFOS	0,0'-(1,3-di(4,1-fenileno)-bis-(0,0-dimetil fosforotioato))			L	IV	5509
TERBUFOS	0,0-dietil-S-(((1,1-dimetiletilitio)metil) fosforoditioato			L	I	2
TRIAZOFOS	0,0-dimetil-O-(1-fenil-1H-1,2,4-triazol-3-il) fosforotioato		ONU	L	II	62
TRICLORFON	dimetil (C,2,2-tricloro-1-hidroxi)etil]fosfonato			S	IV	560
VANIDOTHION	0,0-dimetil-S-[2-[[[1-metil-2-(metilamino)-2-oxo-etil]tio]etil]fosforotioato	BLZ	CUB, ONU	L	II	100

ESTRUCTURA QUIMICA

Los compuestos organofosforados son generalmente ésteres del ácido fosfórico¹⁴, y pueden representarse por la fórmula general que se incluye en la figura siguiente:

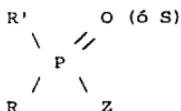


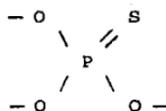
Figura 9

En ella R y R' son generalmente grupos alquilo, alcoxi, alquiltio o amino sustituidos, y Z es un grupo que se libera o metaboliza fácilmente, por ejemplo un halógeno (flúor, cloro) o un grupo arilo, fosfato, ciano, tiocianato, carboxilato, fenoxi o tiofenoxi².

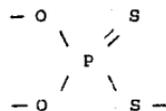
Los sustituyentes tienen gran influencia en las propiedades fisicoquímicas del compuesto y se relacionan además con la capacidad de penetración, distribución, activación, y/o degradación del plaguicida, con su sitio de ataque y con su potencia y selectividad. De acuerdo con su estructura, los plaguicidas organofosforados se clasifican en los siguientes grupos: Fosfato, Fosforotionato, Fosforoditioato, Fosforotiolato, Fosforoamidoato, Fosforodiamidato, Fosfonato, Fosfotionato y Pirofosfato (fig. 10)².



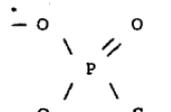
FOSFATO



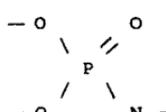
FOSFOROTIONATO



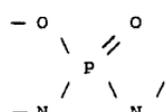
FOSFORODITIOATO



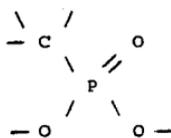
FOSFOROTIOLATO



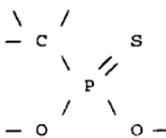
FOSFOROAMIDATO



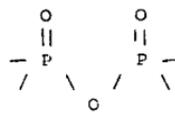
FOSFORODIAMIDATO



FOSFONATO



FOSFOTIONATO



PIROFOSFATO

Figura 10. Estructura y nomenclatura de plaguicidas organofosforados

La mayoría de los plaguicidas organofosforados derivan del ácido fosfórico o sus análogos que contienen azufre (fig. 10). Debido al gran número y a la diversidad de estructuras de estos compuestos, no es posible dar datos específicos sobre sus propiedades fisicoquímicas, ni las fórmulas desarrolladas de todos ellos.

TOXICOLOGIA

Vías de absorción: Los insecticidas organofosforados se absorben fácilmente por inhalación, ingestión y a través de la piel. La absorción por la piel es un poco mayor a temperaturas más altas y mucho mayor en presencia de dermatitis, por esta razón para los individuos que manejan estos productos, el riesgo mayor lo constituye la absorción a través de la piel.

Acción Farmacológica^{14,37}: La transmisión del impulso nervioso, como se describió en la toxicología de los compuestos organoclorados (pag. 30), es un proceso eléctrico en el cual la corriente es transportada por iones. Cuando el axón se encuentra con otra neurona, hay un punto de unión llamado sinapsis, que generalmente es de unos 20-30 nm de ancho. Los impulsos nerviosos son transmitidos a la sinapsis por medio de un transmisor químico, generalmente la acetilcolina, aunque otros neurotransmisores como el L-glutamato y el ácido gama-amino-butírico, también participan en alguna sinapsis.

Cuando un impulso nervioso llega a la membrana presináptica, ésta libera acetilcolina, la cual se difunde a través de la fisura sináptica a la membrana postsináptica, donde se une a los lugares de recepción de la acetilcolina. La acetilcolina liberada no debe permanecer en la sinapsis por mucho tiempo, de lo contrario habría una cadena continua de impulsos nerviosos. Por lo general, el transmisor es eliminado por su combinación con la enzima acetilcolinesterasa presente en la membrana postsináptica (fig.11).

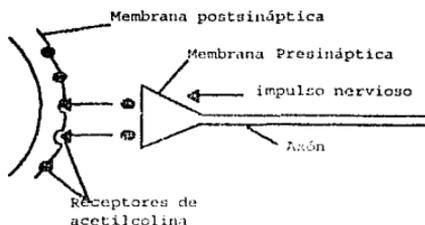


Figura 11. Representación esquemática de la sinapsis nerviosa

La acetilcolinesterasa cataliza la hidrólisis de la acetilcolina a colina, la cual no actúa como transmisor de impulsos nerviosos.

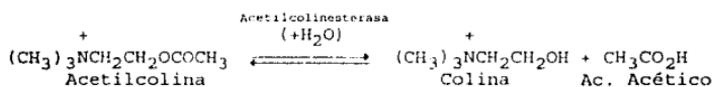


Figura 12

El mecanismo de la reacción es el siguiente:

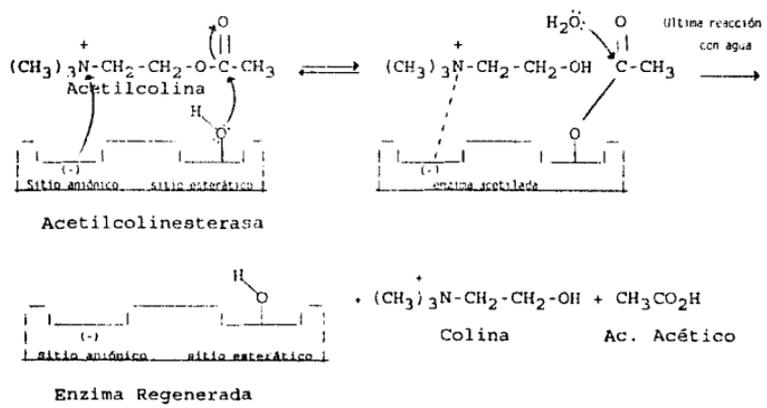


Figura 13

La combinación de acetilcolina con el receptor ocasiona que la célula postsináptica pase un impulso; subsecuentemente, la acetilcolinesterasa, hidroliza a la acetilcolina, lo que hace que cese la estimulación del receptor y así, la sinapsis está en posibilidad de liberar un nuevo transmisor. Los insecticidas organofosforados deben sus propiedades insecticidas a la fosforilación de la enzima acetilcolinesterasa. Esto envenena a la enzima, así que no puede catalizar la hidrólisis de acetilcolina a colina; en consecuencia hay acumulación de acetilcolina en la sinapsis, que permite la transmisión continua de los impulsos nerviosos y la coordinación efectiva nerviosa se altera, por lo que el insecto o mamífero sufre la pérdida de coordinación muscular, presenta convulsiones y finalmente muere¹⁴.

Los compuestos organofosforados también impiden la transmisión de impulsos 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 envenenamientos con organofosforados.

La toxicidad de los organofosforados depende hasta cierto punto de la proporción en que se metabolizan en el organismo (principalmente por hidrólisis en el hígado)¹⁵. Una o dos horas después de la absorción de organofosforados, una parte de la acetilcolinesterasa fosforilada puede ser desfosforilada (reactivada) por ciertos antidotos tipo oxima. Después de este lapso cambia la naturaleza del puente enzima-fosforil haciendo irreversible la inactivación de la enzima. Entonces debe producirse la nueva enzima¹⁶.

Síntomas y diagnóstico¹³: Los síntomas de envenenamiento aparecen durante la exposición o dentro de las siguientes doce horas (generalmente cuatro horas) del contacto. Los primeros síntomas más comunes son: DOLOR DE CABEZA, VERTIGO, DEBILIDAD, FALTA DE COORDINACION, ESPASMOS MUSCULARES, TEMBLOR, NAUSEAS, CALAMBRE ABDOMINALES, DIARREA Y SUDORACION, puede ocurrir también visión borrosa o pérdida de la visión, confusión, opresión en el pecho, tos que produce flema, y edema pulmonar. Otros síntomas como pérdida del conocimiento y convulsiones indican un envenenamiento muy severo. Son comunes la salivación y el lagrimeo. La psicosis tóxica, con un comportamiento maníaco extraño, ha llevado a falsos diagnósticos de alcoholismo agudo. Una absorción diaria y continua de organofosforados en dosis intermedias puede causar una enfermedad parecida a la gripe caracterizada por debilidad, anorexia (falta de apetito) y malestar general.

Las personas que han sufrido alguna neuropatía periférica (enfermedad nerviosa) después de haber estado expuestas a organofosforados muestran cursos clínicos diversos¹⁴. La aparición de los síntomas fue generalmente lenta, algunas veces seguida de un período asintomático de varios días después de la exposición¹⁵. Los principales síntomas fueron entumecimiento, hormigueo, dolor y debilidad en brazos y piernas. Algunos pacientes se recuperaron completamente en pocas semanas; otros pocos experimentaron atrofia muscular y pérdida sensorial.¹⁶

Tratamiento¹⁹:

- 1.- Mantenga despejadas las vías aéreas mediante la aspiración de las secreciones. Administre oxígeno mediante ventilación pulmonar ayudada mecánicamente.
- 2.- Administre SULFATO DE ATROPINA por vía intravenosa o si no es posible ésta, por vía intramuscular.

Dosis para adultos, incluyendo niños mayores de 12 años, 0.4-2.0 mg repetidas cada 15 minutos hasta que se logre la atropinización: taquicardia (pulso de 140 por minuto), piel hiperémica (enrojecida), boca seca, midriasis (pupila dilatada). Mantenga la atropinización mediante dosis repetidas durante 2-12 horas o más según la severidad del envenenamiento. Estertores (ruido semejante a un chapoteo) en la base de los pulmones indica una atropinización inadecuada.

Dosis para niños menores de 12 años: 0.05 mg/kg de peso corporal repetidas cada 15 minutos hasta que se logre la atropinización, la cual debe mantenerse mediante dosis sucesivas de 0.02-0.05 mg/kg.

La atropina no reactiva la enzima colinesterasa, por ésto cuando su efecto desaparece puede presentarse un recrudecimiento de los síntomas si la concentración del tóxico en el tejido permanece alta.

- 3.- Administre PRALIDOXIMA (Protopam - Ayerst, 2-PAM) en casos de envenenamiento severo cuando muestren marcada depresión respiratoria, debilidad muscular y espasmos.

Dosis para adultos, incluyendo niños mayores de 12 años: 1.0 g por vía intravenosa en dosis no mayores de 0.5 g por minuto. Dosis para niños menores de 12 años: 20-50 mg/kg por vía intravenosa (dependiendo de la severidad del envenenamiento) inyectando no más de la mitad de la dosis total por minuto.

La inyección de la pralidoxima puede repetirse a intervalos de 1-2 horas y luego a intervalos de 10-12 horas, si es necesario. Estas dosis pueden duplicarse en casos de envenenamientos muy severos.

Nota: Se recomienda que la pralidoxima se administre lentamente, lo cual puede conseguirse diluyendo la dosis total en 250 ml de glucosa al 5 por ciento, durante 30-60 minutos.

ADVERTENCIA: Esté preparado para mantener la ventilación pulmonar por vía mecánica si hay depresión respiratoria durante o después de la aplicación de pralidoxima.

- 4.- Observe de cerca al paciente por lo menos durante 24 horas para asegurar que los síntomas de intoxicación no vuelvan a aparecer cuando pase el efecto de la atropinización. El aumento de los niveles de colinesterasa en la sangre es señal de que la dosis de atropina puede disminuirse alargando los intervalos entre las dosis.
- 5.- Si se ha ingerido el tóxico, en cantidad suficiente para causar envenenamiento, hacer lavado gástrico (ver pág. 60).

- 6.- No se debe administrar morfina, aminofilina, fenotiazinas, reserpina, furosemida o ácido etacrínico en caso de envenenamiento con organofosforados.
- 7.- Administre amins adrenérgicas solamente si hay una indicación específica como es el caso de marcada hipotensión.
- 8.- Las convulsiones resultantes del envenenamiento con plaguicidas raramente no respondan a la atropina y a la pralidoxima. Se debe investigar la existencia de causas no relacionadas con la toxicidad del plaguicida como responsable de este hecho.

El DIAZEPAM (Valium) en dosis de 5-10 mg para adultos y de 0.1 mg/kg para niños menores de 6 años o 23 kg de peso es probablemente el anticonvulsivo más seguro y conveniente bajo estas circunstancias. Adminístrese lentamente (no más de la mitad de la dosis total por minuto) por vía intravenosa.

- 9.- Las personas que han tenido envenenamiento con plaguicidas no deben exponerse nuevamente a estas sustancias hasta que hayan recuperado cuando menos el 80% del nivel normal de colinesterasa.

FALLA DE ORIGEN

2.1.3 INSECTICIDAS CARBAMICOS^{34,37}

Estos compuestos se usan principalmente en la agricultura como insecticidas, fungicidas, herbicidas nematocidas o inhibidores de la germinación. Con lo que respecta a los insecticidas actualmente en México se tienen 8 productos carbamatos autorizados por la DGSV, 6 de los cuales están prohibidos o restringidos para su uso en otros países^{35,42} (cuadro 14).

Cuadro 14

INSECTICIDAS CARBAMICOS - AUTORIZADOS EN MEXICO⁴²

Nombre Comercial del Producto	Nombre Científico ^{35,43}	Países con Restricción ³⁵	Países con Prohibición ³⁵	Estado "Listo" ⁴¹	Estado "Básico" ⁴¹	Clas. Fg/Ag ⁴¹
ALDICARB	O-metil-2-(metilhidio)propanilurea/metilalano carbónico urea	ECU, PER, USA	ARG, CAN	5	1	1,90
CARBARIL	1-naftalenil-metilcarbamato		ONU	5	11	100
CARBOFENAN	metilcarbamato de 2-(2-dimercapto-1,2-dimetil-7-benzofurano)	ECU	ONU	5	11	5
METORILO	metil-N-[[[metilalano]-(oxo)il]oxi]etanimidato tiato	ECU, USA	ONU	5	11	10
OXAMIL	metil-2-(isaeftilamino)-N-[[[metilalano]-(carbonil)il]oxi]-(2-oxo)etanimidato	ECU		5	11	5
FIRINICARB	carbamato de 2-(isaeftilamino-5,6-dimetil-4-pirimidil)metil			5	11	140
PROPOUR	metilcarbamato de 2-(isaeftilamino)fenil	ECU		5	11	10
THIODICARB	dimetil-N,N'-tiosis((metilalano)-(carbonil)oxi)bis-etanimidato			5	11	100

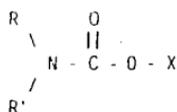
NOMENCLATURA:

ARG: ARGENTINA	COL: COLOMBIA	JAM: JAMAYCA	IND: INDIA
BOL: BOLIVIA	COR: COSTA RICA	MEX: MEXICO	PER: PERU
BRA: BRASIL	CUB: CUBA	NIC: NICARAGUA	VEN: VENEZUELA
CAN: CANADA	DOM: REPUBLICA DOMINICANA	PAN: PANAMA	
CHI: CHILE	ECU: ECUADOR	PAR: PARAGUAY	
	ELS: EL SALVADOR	PER: PERU	
			SAI: SAINT LUCIA
			SLV: EL SALVADOR
			TTO: TRINIDAD Y TOBAGO
			USA: ESTADOS UNIDOS
			VEN: VENEZUELA

ONU: Productos cuyo consumo o venta a sido prohibido, severamente restringido o no autorizado por un total de 51 gobiernos, o separada conjuntamente por la ONU, Naciones Unidas, WHO (World Health Organization), IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry), Toxic Chemicals/United Nations Environment Programme.⁴²

ESTRUCTURA QUIMICA^{2, 14}

La base de los carbamatos es el ácido carbámico, que es la monoamida del ácido carbónico; esta molécula es altamente inestable y se descompone con facilidad para dar dióxido de carbono y amoníaco². En la figura 14 se presenta su fórmula. El ácido carbámico se estabiliza por formación de sales como el carbamato de amonio o por síntesis de sus ésteres alquílicos (I) o arílicos; éstos pueden ser: fenólicos (II), naftólicos (III) o benzofuranílicos (IV)².



Acido Carbámico

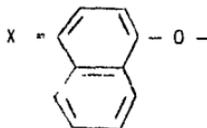
Sustituyentes:

(I) Alquilo: R, R' = CH₃-, CH₃-CH₂-

(II) Fenólicos



(III) Naftólicos



(IV) Benzofuranílicos



Figura 14. Estructura del ácido carbámico y principales sustituyentes en los insecticidas carbámicos.

Los carbamatos, al igual que los compuestos organofosforados, deben sus propiedades insecticidas a la inhibición de la enzima acetilcolinesterasa siendo la acumulación resultante de acetilcolina, la que interfiere en la transmisión nerviosa efectiva a través de la sinapsis.

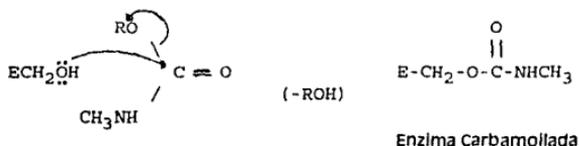


Figura 15

La enzima carbamoylada es sólo lentamente hidrolizada en forma reversible, a la enzima activa. Sin embargo, a diferencia de los compuestos organofosforados, la estructura del grupo RO⁻ liberado es de importancia decisiva para determinar la actividad insecticida de los carbamatos.

Para la actividad insecticida, los carbamatos parece que requieren un grado de semejanza estructural con la acetilcolina, que es el sustrato natural de la enzima, por lo que el carbamato compite fuertemente con la acetilcolina por los sitios reactivos en la acetilcolinesterasa.

TOXICOLOGIA

Vías de absorción: Los carbamatos se absorben por inhalación, ingestión y penetración a través de la piel.

Acción Farmacológica^{17,19}: Los carbamatos producen carbamitación 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), alterando el funcionamiento del sistema nervioso central. La combinación enzima carbamilo se disocia más rápido que la enzima fosforilada producida por los insecticidas fosforados. Esta labilidad tiende a mitigar la toxicidad de los carbamatos y permite que sean metabolizados activamente por el hígado, y los productos de degradación se eliminan por el hígado y los riñones¹⁹.

Síntomas y diagnóstico¹⁹: Los signos y síntomas de la intoxicación con carbamatos son los mismos que se presentan en los organofosforados (ver pag. 42). Sin embargo en el diagnóstico de la intoxicación por carbamatos puede presentarse una actividad de la colinesterasa normal o ligeramente menor a ésta.

Tratamiento¹⁹: El mismo tratamiento que para los organofosforados (ver pag. 43), pero con una diferencia en el siguiente aspecto:

Los reactivadores de la colinesterasa, como el 2-PAM u otras oximas no son útiles y están contraindicados, en vista de la rápida reversibilidad del complejo carbamato-acetilcolinesterasa. Los opiáceos también están contraindicados.¹⁹

2.1.4 INSECTICIDAS PIRETROIDES^{14, 37}

En el cuadro 15 se presenta la lista de los 23 insecticidas piretroides que actualmente están autorizados por la DGSV para su comercialización en México¹⁴. Cabe mencionar que ninguno de estos productos tiene restricciones comerciales^{12, 15, 42}.

Cuadro 15
INSECTICIDAS PIRETROIDES AUTORIZADOS EN MÉXICO

Nombre del Producto	Nombre Científico ^{35, 43}	Países con Restricción ³⁸	Países con Prohibición ³⁹	Estado Físico ⁴¹	Grupo Toxicológico ⁴¹	LD ₅₀ mg/kg ⁴¹
ALETTRINA	(RS)-3-allyl-2-metil-4-proxipentano-2-enoil (E)-2-(2,6-dicloro-3,4-dimetil-3-(1,2-oxalpropileno)ciclopropano)carboxilato			ACETIE	IV	920
ALFACIPERMETRINA	Isómero de la Cipermetrina (ver cipermetrina)			S	III	
BETACYFLUTRIN	Isómero del Cyflutrín (ver cyflutrín)			S	III	
BIFENTRINA	No disponible			S	III	
BIOLAETRINA	aletroxil-d,1-cis-trans-mentenato			L	III	760
BIOPREMETRINA	Insecticida de origen botánico. Fórmula no disponible			L	IV	7000
CIFERMETRINA	(1R)-1-(2-ciano-3-fenoxipropil)-1H-imidazol-5-yl-3-(2,6-diclorovinil)-2,2-dimetilciclopropano carboxilato			S	IV	400
CYFLUTRIN	ciano-(4-fluoro-3-fenoxifenil)etil-3-(2,6-diclorovinil)-2,2-dimetilciclopropano carboxilato			S	IV	591
DELTAMETRINA	(S)-alfa-ciano-3-fenoxibencil-1H-imidazol-5-yl-3-(2,6-diclorovinil)-2,2-dimetilciclopropano carboxilato			S	IV	220
ESBIOGALETRINA	Insecticida piretroide. Fórmula no disponible			L	III	410
ESBICTRINA	Insecticida piretroide. Fórmula no disponible			L	III	370
ESPERALERATO	(R)-2-(2-ciano-3-fenoxipropil)etil-3-(2,6-diclorovinil)-2,2-dimetilciclopropano carboxilato			L	III	
FENOTRINA	3-fenoxibencil-1H-imidazol-5-yl-3-(2,6-diclorovinil)-2,2-dimetilciclopropano carboxilato			L	IV	100
FENPROPATRIN	(R)-alfa-ciano-3-fenoxibencil-1H-imidazol-5-yl-3-(2,6-diclorovinil)-2,2-dimetilciclopropano carboxilato			S	III	100
FENVALERATO	alfa-ciano-3-fenoxipropil-1H-imidazol-5-yl-3-(2,6-diclorovinil)-2,2-dimetilciclopropano carboxilato			L	III	200

FALLA DE ORIGEN

Cuadro 15
Continúa

Nombre del Producto	Nombre Científico ^{29,42}	Países con Restricción ²⁹	Países con Prohibición ²⁹	Estado Físico ⁴¹	Grupo tóxico ⁴¹	Dosis mg/kg ⁴¹
FUMETRINA	Insecticida piretrínico. Fórmula no disponible			L	IV	
KALPETRINA	Insecticida piretrínico. Fórmula no disponible			-	III	
LAMBDA CYALOTRINA	Insecticida piretrínico. Fórmula no disponible			S	III	
PERMETRINA	Ácido pirétrico (resumen) 2,2-dicloro-3,4,5-tricloro-1,1-dipropilacetato			-	IV	4000
PIRETRINA	Insecticida de uso general. Fórmula no disponible			-	III	500-1700
PERMETHRINA	Insecticida piretrínico. Fórmula no disponible			S	IV	2000
TETRAMETRINA	2,4,5-tricloro-1-hidroxi-3-isopropil-1,1-dicloro-3-isopropilacetato			S	IV	5000
TRALOMETRINA	Insecticida piretrínico. Fórmula no disponible			L	III	

ESTRUCTURA QUIMICA

El **PIRETO** es un extracto parcialmente refinado de flores de crisantemo, que se ha usado como insecticida por más de 60 años⁴. El piretro se obtiene a partir de flores secas del crisantemo, por medio de la extracción con querosena o dicloruro de etileno y el extracto se concentra por destilación al vacío. Contiene cuatro componentes insecticidas principales llamados **PIRETRINAS** que son los ingredientes activos del piretro, hoy se sabe que son ésteres ceto-alcohólicos de ácidos pirétricos y crisantémicos⁴¹.

En el análisis químico del extracto del **PIRETO** se encontró que los principales activos son: Piretrina I y II, Cinerina I y II, y Jasolina I y II. La estructura de las principales piretrinas se muestra en la figura 10⁴¹.

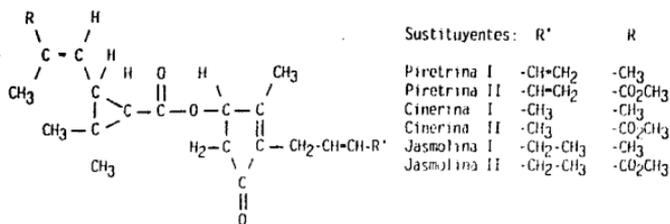
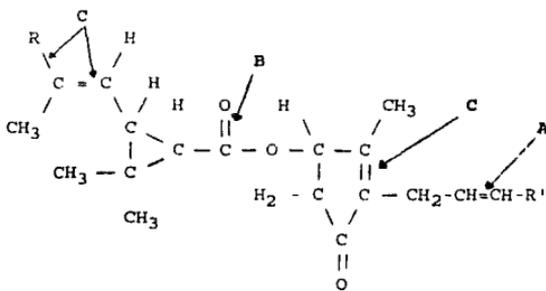


Figura 16

Las **PIRETRINAS** son líquidos viscosos, insolubles en agua, solubles en alcohol, éter de petróleo, keroseno y otros disolventes orgánicos. La degradación y biodegradación de las piretrinas es muy rápida, ya que se oxidan fácilmente y se inactivan en contacto con la luz y el calor. Su molécula tiene varios puntos susceptibles como puede observarse en la figura siguiente:

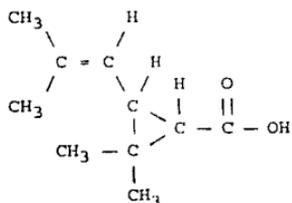


- A:** Sitios susceptibles a la oxidación
B: Sitios susceptibles a la hidrólisis
C: Sitios susceptibles a la luz

Figura 17

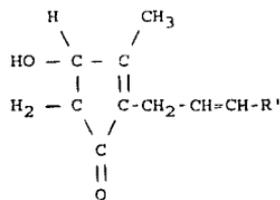
La síntesis de los ácidos crisantémicos (fig. 18) y de las ciclopentanonas (fig. 19; R' = CH=CH₂), abrió la posibilidad de obtener **PIRETROIDES**. Los pirodes son compuestos sintéticos basados en el fundamento de la molécula de piretrina pero modificados para mejorar la estabilidad en el medio ambiente natural.

calor, etc.). El primer piretroide aislado fue la **Aletrina** (Fig. 20) preparado por la esterificación del ácido (\pm)-crisantémico sintético con el alcohol aletrolona (fig. 19; R' = H)¹⁴.



(\pm)-crisantémico sintético

Figura 18



ciclopentenolonas; R' = CH(CH₃)
alcohol aletrolona; R' = H

Figura 19

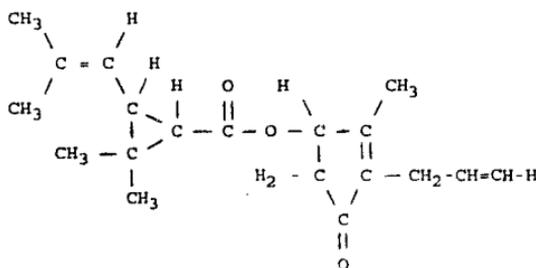


Figura 20. Estructura de la Aletrina

Los piretroides son compuestos lipofílicos, insolubles en agua, de estabilidad variable ante la luz y el calor; son degradados con facilidad por los microorganismos¹⁴. Por la diversidad de sus estructuras, los piretroides varían notablemente en sus propiedades y, en el caso de los más estables, no puede descartarse la posibilidad de que ocurran efectos adversos en el ambiente externo debido a su relativa persistencia.

TOXICOLOGIA

Vías de absorción: Se absorben por vía digestiva y respiratoria.

Acción Farmacológica^{14, 17}: La forma en que las piretrinas realizan su acción insecticida incluye varios efectos sobre el sistema nervioso central, que son semejantes a los causados por el DDT. Estos ésteres paralizan rápidamente el sistema nervioso del insecto, y se han hecho famosos por su efecto aniquilador. Aparentemente hay una absorción de piretrinas menos eficiente a través del tracto gastrointestinal y la piel que a través de la quitina del insecto, y una biodegradación más rápida (hidrólisis y oxidación), por el hígado de los mamíferos que por los tejidos de los insectos¹⁴.

Síntomas y diagnóstico¹⁹: Los efectos adversos más comunes producidos por la inhalación de extractos de **piretro** parcialmente purificados son OCLUSION NASAL, rinitis alérgica (irritación de las mucosas nasales), sensación de aspereza en la garganta y asma en humanos. La aparición tardía de disnea (respiración difícil o alterada), tos y fiebre con infiltraciones pulmonares aisladas radiológicamente visibles sugieren neumonitis alérgica. Muy raramente se ha notado irritabilidad nerviosa, temblores y ataxia en individuos expuestos a una inhalación masiva de piretrinas.

Cuando se administran dosis extremadamente altas por vía oral de **piretrinas** y/o **piretroides** causan irritabilidad nerviosa, temblores y ataxia locomotriz (pérdida de coordinación de los movimientos musculares debida a lesiones del sistema nervioso¹⁴). También se ha observado lagrimeo sanguíneo y hematuria urinaria¹⁴.

ingestión crónica de estas sustancias químicas determinan un aumento del tamaño del hígado y aumento anormal del tamaño de los conductos biliares. Hasta ahora, ni las piretrinas ni los piretroides han sido señalados como mutagénicos, carcinogénicos o teratogénicos⁹⁹.

Tratamiento⁹⁹.

- 1.- Lave los ojos con cantidades abundantes de agua y la piel contaminada con agua y jabón.
- 2.- Cuando se presentan reacciones alérgicas al piretro que puedan poner en peligro la vida (asma aguda), aplique de 0.1 a 0.5 ml de ADRENALINA 1:1000 por vía intramuscular o muy lentamente por vía intravenosa. También puede administrar 10 ml de AMINOFILINA lentamente por vía intravenosa. Aplique de 50 a 100 mg de HIDROCORTISONA o un esteroide equivalente, por vía intravenosa.
Las reacciones alérgicas menos severas (rinitis) se pueden tratar con antihistamínicos y descongestionantes por vía oral.
- 3.- La absorción de pequeñas cantidades (hasta alrededor de 5 mg/kg) de piretrinas o piretroides generalmente no producen envenenamiento, pero lo mejor es tratarlo con dosis grandes de carbón activado 30-60 g en 100-120 ml de agua, seguido de dosis catárticas de SULFATO DE SODIO O DE MAGNESIO (0.25 mg/kg de peso en 50-200 ml de agua).
- 4.- Si se ha ingerido el tóxico, en cantidad suficiente para causar envenenamiento, hacer lavado gástrico (ver pag. 60).
- 5.- No debe administrarse leche, crema u otros materiales que

contengan grasas que aumentan la absorción de sustancias lipofílicas, como las piretrinas y los piretroides.

- 6.- El DIAZEPAM (Valium) administrado oralmente en dosis de 5-10 mg en los adultos o de 0.1 mg/kg de peso en niños, o lentamente por vía intravenosa, debe controlar el nerviosismo y los temblores en los pocos casos en que estos síntomas se presentan después de exposiciones severas a piretrinas o piretroides.

2.2 DILUYENTES LIQUIDOS

Los disolventes son productos orgánicos líquidos con propiedades para disolver o dispersar sustancias de naturaleza orgánica normalmente insolubles en agua. Los disolventes utilizados en la formulación de plaguicidas se pueden en general clasificar en Hidrocarburos Alifáticos e Hidrocarburos Aromáticos.

ESTRUCTURA QUIMICA

Hidrocarburos Alifáticos: formados por cadenas de átomos de carbono en las que no hay estructura cíclica, como el keroseno⁶.

Hidrocarburos Aromáticos: Compuestos cíclicos que contienen en general anillos de seis eslabones, en los cuales alternan enlaces sencillos y dobles⁶. Algunos son derivados del alquitran de la hulla y del petróleo, como el Benceno, Tolueno y Xileno, de estos sin duda el más utilizado es el Xileno, por esto se describen sus principales propiedades físicas y químicas con más detalle:

XILENO: $C_6H_4(CH_3)_2$

Sinonimia: Dimetil Benceno

Propiedades Físicoquímicas: Líquido volátil incoloro. olor aromático, insoluble en agua, muy soluble en alcohol etílico, gasolina y otros disolventes orgánicos.

Hidrocarburo que de acuerdo a la porción de su radical presenta 3 formas isoméricas: Ortóxileno, Metaxileno y Paraxileno, La mezcla de estos es conocida como Xilol.

Densidad:	0.86	Punto de ebullición:	139.0 °C
Peso Molecular	106.2	Presión de Vapor	3.66
Punto de Inflamación	28.8 °C		

TOXICOLOGIA DE LOS DISOLVENTES.

Vías de absorción⁶²: El principal riesgo de absorción es a través de las vías respiratorias. La absorción por la piel es poco significativa pero el contacto con los disolventes causa irritación.

Acción Farmacológica⁶²: Ejercen su acción tóxica en mayor o menor grado sobre el sistema nervioso central, debido a sus propiedades como disolventes de lípidos,; también pueden afectar riñones e hígado.

Síntomas y diagnóstico⁶².

I) La intoxicación aguda se manifiesta por: astenia (profunda sensación de cansancio y debilidad física y mental), jaqueca, disnea (respiración difícil o alterada), náuseas, confusión mental, parestesias (sensación anormal en ausencia de un estímulo) en manos y miembros inferiores. En casos más graves, mareo seguido de fatiga, ansiedad, palpitaciones, disnea y pérdida de la conciencia.

*Sedación inicial, declinación de la conciencia y anestesia general

*Si la exposición es prolongada, coma y muerte

II) La intoxicación crónica produce generalmente alteraciones en cerebro (síndrome orgánico cerebral), cerebelo, médula espinal, riñones, hígado. Los hidrocarburos aromáticos generan alteraciones principalmente a la médula osea. En la piel, pueden originarse dermatitis (enfermedad de la piel) de contacto a irritantes y sensibilizantes.

Diagnóstico:

- 1) Historia Laboral
- 2) Cuadro clínico
- 3) Exámenes de Laboratorio y gabinete
- 4) Pruebas psicológicas.

Tratamiento⁶²

I) Intoxicación aguda:

1) Inhalación:

- .- Retiro del Area Contaminada
- .- Abrigar al paciente
- .- Respiración artificial y oxigenoterapia, el tratamiento se continuará hasta ver buena coloración en piel y mucosas.

2) Ingestión:

- Provocar vómito si la víctima está consciente.
- .- Si esta inconsciente, hacer un lavado gástrico (ver pág. 60).

3) Contacto con la piel:

- .- Retirar ropa contaminada y bañar con abundante agua y jabón

4) Contacto con los ojos:

- .- Irrigación con agua abundante por 15 a 20 minutos, separando los párpados del globo ocular, para lograr una descontaminación del área afectada.

II) Intoxicación Crónica:

No existe tratamiento específico, éste será sintomático. Debe retirarse al trabajador de la área de contaminación, para evitar nuevas exposiciones.

Lavado Gástrico³⁹

A.- Si la víctima está consciente y su respiración no esta deprimida y no hay depresión de los reflejos del vómito, administre JARABE DE IPECACUANA (adultos y niños mayores de 12 años, 30 ml; niños menores de 12 años: 15 ml). acompañado de 1-2 vasos de agua.

ADVERTENCIA: Observe a la víctima después de administrar la ipecacuana. Si el nivel de conciencia declina o si el vómito no se produce en 15 minutos, intube el estómago de inmediato.

Después de producido el vómito, administre a la víctima por vía oral una suspensión de 30-50 mg de CARBON ACTIVADO en 100 ml de agua para absorber los tóxicos que pueden quedar en el intestino y así disminuir su absorción.

B.- Si la víctima no está completamente consciente o si hay depresión de la respiración o reflejos del vómito, vacíe el estómago por intubación, aspiración y lavado usando una solución salina isotónica o bicarbonato de sodio al 5%. Debido a que muchos plaguicidas se disuelven en destilados de petróleo, al provocar el vómito y al intubar el estómago existe un riesgo serio de que el disolvente se aspire.

Por esta razón:

a.- Si la víctima está inconsciente o semi-inconsciente, inserte un TUBO ENDOTRAQUEAL (preferentemente con un balón inflable) antes de la intubación gástrica.

b.- Mantenga la cabeza de la víctima a un nivel inferior al del estómago durante la intubación y el lavado. Mantenga la cabeza de la víctima vuelta hacia la izquierda.

c.- aspire la faringe frecuentemente o el contenido estomacal regurgitado.

d.- Después de aspirar el contenido gástrico y de haber lavado el estómago administre 30 a 50 g de CARBON ACTIVADO suspendido en 100 ml de agua a través de la sonda gástrica para disminuir la absorción de los tóxicos que queden.

e.- Si el paciente no defeca en 4 horas y si está plenamente consciente dele 0.25 g/kg de SULFATO DE SODIO en 50-200 ml de agua, como catártico.

2.3 DILUYENTES INERTES (POLVOS y GRANULADOS)

Los materiales empleados para diluir los insecticidas agrícolas pueden ser cualesquiera producto útil para diluir o rebajar la cantidad de ingrediente activo. Existen disponibles muchos de estos materiales en forma natural⁹ (cuadro 16).

Los polvos diluyentes deben fluir libremente, dispersarse totalmente, adherirse bien a las superficies vegetales, ser químicamente inertes y no abrasivos¹. En la formulación de algunos plaguicidas debe evitarse el uso de diluyentes alcalinos porque pueden descomponerlos, asimismo para seleccionar un polvo inerte deben tomarse en cuenta características como²:

Tamaño de la Partícula o grado de finura³: El grado de finura es la porción de polvo que pasa a través de un tamiz de malla 325 (44 micrones). Un valor de 90% a 99.99% es satisfactorio para los insecticidas. Este grado de finura permite obtener una distribución uniforme sobre la planta, una mejor cubierta y evita dañar el follaje.

Densidad aparente⁴: La densidad afecta el comportamiento de los polvos en las corrientes de aire, ya que cuando se aplican polvos con baja densidad, son arrastrados fuera del área donde deben depositarse; por otra parte los polvos con una densidad elevada son arrastrados directamente hacia el suelo, originando que dichos polvos sean inadecuados para el control de plagas.

Las aplicaciones terrestres requieren polvos con una densidad media por volumen de 500 a 700 kg/m³ y los polvos para aplicaciones

aéreas de 900 a 1000 kg/m³. Los polvos ligeros con densidades inferiores a 500 kg/m³, pueden emplearse en las espolvoraciones a mano, ocasionalmente pueden aplicarse con las máquinas de espolvoración siempre y cuando no haya corrientes de aire.

El PH^o o grado de acidez o alcalinidad de los inertes debe ser compatible con los ingredientes activos de las formulaciones insecticidas y debe ser controlado para que no actúe sobre los tóxicos ni las plantas y no quemé el follaje. Un PH alcalino puede originar la descomposición de los ingredientes activos, como sucede en los productos orgánicos del fósforo, y DDT.

Humedad: La humedad de un inerte es la cantidad de agua contenida en el polvo que se va a utilizar como diluyente. La humedad tiene importancia en la elaboración de insecticidas, ya que su presencia en un inerte origina una impregnación defectuosa del ingrediente activo durante el mezclado, ya que se formará una pasta que impedirá que la molienda sea perfecta, lo cual origina la mala distribución del tóxico en el diluyente inerte. La humedad también tiene importancia en la aplicación de los insecticidas, ya que un polvo que contiene una cantidad fuerte de humedad se apelmazará dentro de los envases y máquinas espolvoreadoras tapando las salidas. Esto trae como consecuencia una mala distribución del polvo sobre la planta. El poder tóxico de un insecticida es mucho más rápido en ausencia de humedad ya que al actuar directamente sobre el cuerpo del insecto le roba el agua del cuerpo, por lo tanto es indispensable para una mayor efectividad cuidar la humedad tanta del inerte como del producto terminado.

Fluidex^o: Un inerte será bueno cuando sea capaz de mezclarse con los ingredientes activos del insecticida y pueda fluir libre y continuamente al ser aplicado. La fluidez se puede mejorar con la adición de agentes acondicionadores, tales como el aserrín, fosfato tricálcico, etc.

Absorción^o: Es la propiedad que tiene un inerte para tomar un líquido y no perder su fluidez. Para la elaboración de polvos y granulados insecticidas, es necesario que los inertes tengan una alta capacidad de absorción, que permita la incorporación del tóxico, manteniendo su fluidez. Las arcillas y las tierras diatomeas son la más usadas en polvos que requieren alta absorción.

Adherencia^o: La adherencia y absorción se encuentra ligadas con el grado de fluidez del diluyente, en algunos casos la adherencia ha sido sacrificada para darle mayor fluidez a los polvos. Entre los adhesivos más importantes se encuentran los aceites minerales, caseína disuelta, polisulfuro de polietileno, glicerina, bentonita, etc., aunque algunos no son compatibles con los ingredientes activos sin la adición de agentes humectantes. Por lo tanto se debe exigir que un diluyente tenga capacidad de absorción para que fluya libremente y al mismo tiempo pueda adherirse a las plantas.

Abrasividad^o: La presencia de partículas de cuarzo, feldespatos o pirofilita en los diluyentes, produce un desgaste tanto en los molinos como en las máquinas de espolvoreo debido a la propiedad altamente abrasiva de estas sustancias, por lo que es necesario emplear materiales no abrasivos.

Cuadro 16⁹

M	ELEMENTOS	AZUFRE	
I	OXIDOS	SILICE	TRIPOLITA
N			DIATOMITA
E	OXIDOS	CALCIO	CAL HIDRATADA
R			OXIDO DE MAGNESIO
A	CARBAMATOS	CALCITA	
L		DOLOMITA	
E	SULFATOS	YESO	
S	SILICATOS	MICA	
		VERNICULITA	
H		TALCO	FIBROSO
O			GRANULAR
		LAMINAR	
		PIROFILITA	
M	SILICATOS	GRUPO DE LA MONMORILLONITA	MONMORILLONITA
E			SAPONITA
T			MONTRONITA
A			SAUCONITA
L			HECTONITA
I	ARCILLAS	GRUPO DE LA KAOLINITA	KAOLINITA
C			DIKITA
O			ANATIXITA
			HELOYSITA
			HEFALLOYSITA
S		GRUPO DE LA ATAPULGUITA	ATAPULGUITA
			SEPIOLITA
	FOSFATOS INDEFINIDOS SINTETICOS		
	SILICE DE DIATOMAS SINTETICA		
	HARINAS DE ORIGEN INORGANICO		

2.4 AGENTES COADYUVANTES EN LAS FORMULACIONES LIQUIDAS

Los coadyuvantes son sustancia que se agregan a los formulados para mejorar sus cualidades tóxicas. Los coadyuvantes según su tipo pueden mejorar la adhesividad del plaguicida al vegetal o al animal; aumentar la dispersión o humectabilidad; ayudar en la solubilidad o dispersión uniforme del material activo; o incrementar la toxicidad para la plaga en cuestión⁴.

Entre los **ADHERENTES** están sustancias que aumentan la persistencia en las superficies vegetales de los plaguicidas de una formulación, ya sea líquida o sólida. Son sustancias de tipo proteico, como la caseína, o caseinato de calcio y la albúmina sanguínea. Cuando el adherente forma una película elástica que deja escapar reguladamente al plaguicida se le llama extensor⁴.

Los agentes **DISPERSANTES** y **HUMECTANTES** que abaten la tensión superficial de la solución del plaguicida, con lo que facilitan su dispersión y poder de penetración⁴. Algunos adherentes son también agentes dispersantes y humectantes.

Los **EMULSIONANTES** son agentes tensoactivos que permiten la incorporación de la fase oleosa en que está disuelto el plaguicida a la fase acuosa, haciendo una emulsión que tiene aspecto lechoso y la mantiene estable¹¹.

Los agentes **PROTECTORES** y **CORRECTORES** que se agregan a algunas formulaciones tienen el objeto de evitar deterioro de las condiciones fisicoquímicas del preparado, así como de evitar daños al follaje⁴.

2.4 AGENTES COADYUVANTES EN LAS FORMULACIONES LIQUIDAS

Los coadyuvantes son sustancias que se agregan a los formulados para mejorar sus cualidades tóxicas. Los coadyuvantes según su tipo pueden mejorar la adhesividad del plaguicida al vegetal o al animal; aumentar la dispersión o humectabilidad; ayudar en la solubilidad o dispersión uniforme del material activo; o incrementar la toxicidad para la plaga en cuestión⁴.

Entre los **ADHERENTES** están sustancias que aumentan la persistencia en las superficies vegetales de los plaguicidas de una formulación, ya sea líquida o sólida. Son sustancias de tipo proteico, como la caseína, o caseinato de calcio y la albúmina sanguínea. Cuando el adherente forma una película elástica que deja escapar reguladamente al plaguicida se le llama extensor⁴.

Los agentes **DISPERSANTES** y **HUMECTANTES** que abaten la tensión superficial de la solución del plaguicida, con lo que facilitan su dispersión y poder de penetración⁴. Algunos adherentes son también agentes dispersantes y humectantes.

Los **EMULSIONANTES** son agentes tensoactivos que permiten la incorporación de la fase oleosa en que está disuelto el plaguicida a la fase acuosa, haciendo una emulsión que tiene aspecto lechoso y la mantiene estable⁴.

Los agentes **PROTECTORES** y **CORRECTORES** que se agregan a algunas formulaciones tienen el objeto de evitar deterioro de las condiciones fisicoquímicas del preparado, así como de evitar daños al follaje⁴.

C A P I T U L O I I I

3 PROCESOS DE FORMULACION DE INSECTICIDAS

En general, los plaguicidas son fabricados como MATERIAL TECNICO, ésto quiere decir, son productos concentrados que no es posible aplicarlos directamente sobre los cultivos, ya que su alta concentración de material activo dificulta su manejo, por lo tanto tienen que ser sometidos a un proceso de **Formulación**, en el cual se mezclan o diluyen con otros materiales con el fin de rebajar la concentración del ingrediente activo y hacerlos más seguros, fáciles de aplicar y garantizar que se provea un grado suficiente de toxicidad para combatir determinada plaga, con el mínimo daño posible al cultivo y al medio ambiente⁽¹⁾.

En México actualmente se tienen registrados ante la Dirección General de Sanidad Vegetal 91 Ingredientes activos de insecticidas agrícolas que dan origen a 137 formulaciones diferentes, las cuales se expenden bajo 637 marcas distintas (Ver anexo)¹². De acuerdo a su formulación, los preparados insecticidas de uso agrícola más comunes, pueden ser clasificados por su presentación física en tres grupos: **Líquidos, Granulados y Polvos.**

(1) NOTA: La información contenida en este capítulo de la cual no se presentan citas bibliográficas, tiene como base mi experiencia laboral obtenida en 6 años de trabajo en el área de producción de agroquímicos en Shell México S.A. de C.V.

3.1 FORMULACIONES LIQUIDAS

En este tipo de formulaciones, se utiliza un líquido para disolver el plaguicida técnico, dependiendo de la naturaleza de éste, las formulaciones se denominan Concentrados Solubles en Agua, Concentrados Emulsionables y Concentrados Solubles en Aceite'.

Concentrados' Solubles en Agua: Este tipo de formulaciones lo constituyen plaguicidas que se diluyen al mezclarse con agua en el momento de la aplicación, y no forman soluciones lechosas.

Concentrados Emulsionables': En este tipo de formulaciones, el plaguicida se disuelve en disolventes orgánicos derivados de la destilación del petróleo o en hidrocarburos aromáticos no miscibles con el agua (el Xileno es uno de los más comunes). Además se incorporan agentes tensoactivos que ayudan a formar una emulsión homogénea y estable cuando la solución oleosa se mezcla con agua.

Líquidos Miscibles': Estas formulaciones están constituidas por un principio activo soluble en agua, y agentes coadyuvantes a fin de obtener una buena humectación de las hojas y para impedir su lavado excesivo por la acción de la lluvia o rocío.

DESCRIPCION DEL PROCESO

En resumen las formulaciones líquidas consisten en mezclar el material técnico con un disolvente y en algunos casos con materiales coadyuvantes. El proceso de las formulación líquidas consta de los siguientes pasos:

- 1) Determinar el tamaño del lote: Esto es con el fin de conocer la cantidad de materias primas requeridas para la formulación. Para el cálculo se tomará como base 1000 L de un producto terminado, el cuál se requiere que tenga una concentración de 100 g/L. Además se conocen las siguientes propiedades físicas de los materiales:

Pureza del técnico:	95 %	(Pt)
Densidad del técnico	1.235 kg/L	(Dt)
Densidad del disolvente	0.860 kg/L	(Ds)
Volumen a formular	1000 L	(Vf)
Concentración requerida	100 g/L	(Cr)

(Las propiedades anteriores son características reales de las materias primas, pero no se nombra alguna en particular para hacer el cálculo general):

- A) Cantidad de material técnico (Mt) requerido para la formulación

$$Mt = \frac{Vf * Cr}{Pt} = \frac{1000 \text{ l} * 0.1 \text{ kg/l}}{0.95} = 105.26 \text{ kg}$$

B) Cantidad requerida de Coadyuvantes (Ma): Los coadyuvantes que se emplean en las formulaciones líquidas, en mayor proporción y con más frecuencia, son los emulsionantes, usados en cantidades promedio del 3% para organoclorados y 5% para organofosforados (promedios obtenidos de 77 formulaciones comerciales)¹¹. Cuando se adicionan otros materiales coadyuvantes, se hace en cantidades tan bajas, que no afectan de manera significativa los resultados de este ejercicio. Por lo tanto, para motivos de cálculo, únicamente se considera 5% de material emulsionante.

$$Ma = \frac{\text{Masa total a Formular (Mf)} \cdot \% \text{ en peso de emulsionante}}{100}$$

y $Mf = Vf \cdot \text{Densidad de la formulación (Df)}$

$$Df = \frac{Mf + Ms + Ma}{Vt + Vs + Va} \quad \text{donde: } \begin{array}{l} Ms = \text{Masa del disolvente} \\ Vs = \text{Volumen del disolvente} \\ Vt = \text{Volumen del técnico} \\ Va = \text{Volumen del coadyuvante} \end{array}$$

$$Vs = Vf - Vt - Va$$

Se puede considerar despreciable la contribución del volumen del emulsionante a esta última fórmula. Así:

$$Vs = Vf - Vt = 1000 \text{ L} - 85.2 \text{ L} = 914.8 \text{ L}$$

$$Ms = Vs \cdot Ds = 914.8 \text{ L} \cdot 0.860 \text{ kg/L} = 786.7 \text{ kg}$$

$$Vt = \frac{Mt}{Dt} = \frac{105.3 \text{ L}}{1.235 \text{ kg/L}} = 85.2 \text{ L}$$

$$Df = \frac{Mf + Ms}{Vt + Vs} = \frac{105.3 \text{ kg} + 786.7 \text{ kg}}{85.2 \text{ L} + 914.8 \text{ L}} = 1.170 \text{ kg/L}$$

Por lo tanto:

$$Mf = 1000 \text{ L} \cdot 1.170 \text{ kg/L} = 1170 \text{ kg}$$

$$y \quad Ma = 0.05 \cdot 1170 = 58.5 \text{ kg}$$

La densidad de los emulsificantes es muy cercana a 1.0 kg/L, por lo tanto, se asumirá éste valor en los cálculos de éste ejercicio.

$$Va = \frac{Ma}{Da} = \frac{58.5 \text{ kg}}{1.0 \text{ kg/L}} = 58.5 \text{ L}$$

- C) Se reevalúan V_s , M_f , D_f y M_a , tomando en consideración la contribución del emulsificante a las propiedades de la formulación.

$$V_s = V_f - V_t - V_a = 1000 - 85.2 - 58.5 = 856.3 \text{ L} = 736.4 \text{ kg}$$

$$M_f = M_t + M_s + M_a = 105.3 + 736.4 + 58.5 = 900.2 \text{ kg}$$

$$y \quad D_f = \frac{M_f}{V_f} = \frac{900.2 \text{ kg}}{1000 \text{ L}} = 0.900 \text{ kg/L}$$

$$M_a = 0.05 * M_t = .05 * 900.2 \text{ kg} = 45.0 \text{ kg}$$

Se repite los cálculos y finalmente obtenemos que:

$$V_s = 869.8 \text{ L} \quad M_s = 748.1 \text{ kg}$$

$$M_f = 898.3 \text{ kg} \quad D_f = 0.898 \text{ kg/L}$$

$$M_a = 44.9 \text{ kg}$$

Por lo tanto la formulación final será la siguiente:

Ingrediente	Cantidad (kg)	% en Peso
Material técnico (95% de pureza)	105.3	11.72
Emulsificantes	44.9	5.00
Disolvente	748.1	33.28
Total	898.3	100.00

Con esta información se procede a formular (ver Figura 21).

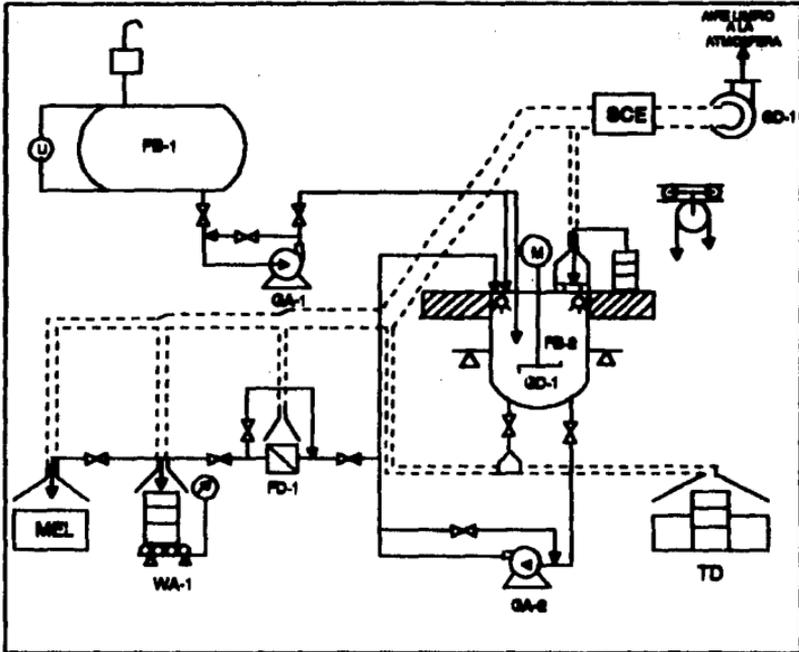
- 2) Adición del disolvente: En esta etapa, por medio de la bomba centrífuga (GA-1) se carga el 80% del peso de disolvente, el cuál es bombeado desde el tanque de almacenamiento (FB-1) hasta el tanque mezclador (FB-2).
- 3) Adición del Técnico: Una vez cargado el 80% del disolvente en el mezclador (FB-2), se procede a vaciar el material técnico, el cual generalmente se maneja en tambores metálicos. Algunos materiales técnicos por su naturaleza requieren ser calentados, para lo cual se utiliza la tina de calentamiento (TD-1). A cada tambor vacío se le agrega una cubeta del disolvente de formulación (previamente pesado), con el fin de arrastrar todo el material técnico. El disolvente de lavado se adiciona a la formulación. Durante la adición del material técnico, se debe mantener en agitación continua, para permitir la incorporación de los materiales.
- 4) Adición de los emulsionantes: El siguiente paso es adicionar los emulsionantes, los cuales generalmente se manejan en tambores de 200 kg. Una vez vacío cada tambor, se procede a lavarlo al igual que se hizo con los tambores de material técnico. Mantener agitación continua durante el vaciado.

Nota: Algunos emulsionantes requieren ser calentados previamente, ya que son altamente viscosos.

- 5) Finalmente se adiciona el resto de disolvente y se agita durante aproximadamente 30 minutos, con el fin de lograr una buena incorporación de todos los materiales. Se toma muestra para control de calidad.

- 6) Filtrado y envasado: Una vez que control de calidad aprueba la formulación; utilizando la bomba (GA-2) se hace pasar el producto a través del filtro (FD-1) para finalmente hacerlo llegar a la envasadora (ME-01). El producto envasado se envía al almacén de producto terminado.

Figura 21
Diagrama de Flujo de Proceso de Formulacións Líquidas



Lista de Equipo de Proceso

FB-1 Tanque de almacenamiento de disolventes
 FB-2 Tanque mezclador
 FD-1 Filtro
 GA-1 Bomba centrífuga de alimentación de disolvente
 GA-2 Bomba centrífuga de alimentación a empaque
 GD-1 Ventilador del sistema de extracción de aire

GD-1 Agitador de propela, con motor a prueba de explosión
 GV-1 Grúa vieja para levantamiento de tarimas
 MEL Mezcla emulsionada de líquidos
 SCE Sistema de control de emisiones
 TD Trina de deshidratación tipo "barbo maría"
 WA-1 Mezcla de lora do de tarimas

3.2 FORMULACION DE POLVOS

Las formulaciones en polvo consisten en mezclar el insecticida técnico con materiales sólidos finamente molidos llamados diluyentes o acarreadores. Los diluyentes pueden ser cualquier producto útil para diluir o rebajar la cantidad de ingrediente activo, de los cuales hay disponibles muchos en forma natural (ver capítulo II). El tamaño de partícula tiene gran importancia en estos formulados, a fin de asegurar una adecuada cobertura de la superficie de las plantas, ya que, cuando menor es el tamaño de partícula, mayor es la superficie cubierta. Los polvos de peso mediano, se usan en general, para aplicaciones terrestres, mientras que los polvos pesados, se prefieren para la aéreas.

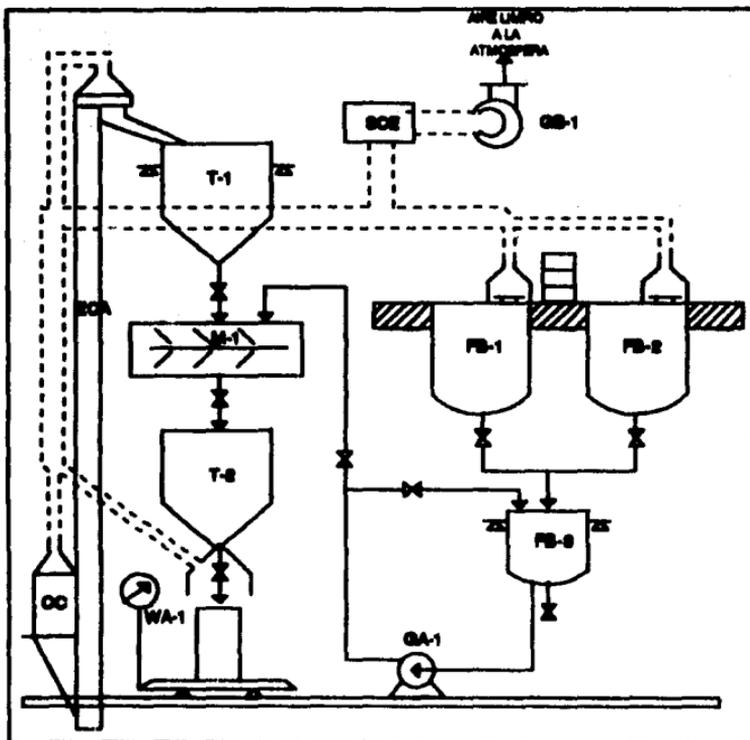
Estas formulaciones pueden ser aplicadas directamente cuando son preparadas a bajas concentraciones que van del 1% al 5% del material activo, este es el caso de los llamados **Polvos Secos**⁴. También existen formulaciones como los **Polvos Solubles**⁴, las cuales son preparadas a concentraciones que van del 17% al 90%, que para poder aplicarse en el campo deben ser diluidos en agua, en la que forman verdaderas soluciones transparentes o translúcidas. Otro tipo de formulación son los **Polvos Humectables**⁴, que tienen la capacidad de ser mojados y mantenerse en suspensión en agua durante un tiempo más o menos largo sin sedimentar o haciéndolo en cantidades mínimas, en estas formulaciones el ingrediente activo es insoluble o muy poco soluble en agua, por lo que, a estas formulaciones le son agregados otros materiales llamados coadyuvantes, tales como agentes humectantes, dispersantes y adherentes destinados a mejorar la eficiencia del producto.

DESCRIPCION DEL PROCESO

En resumen el proceso consiste en mezclar sustancias químicas finamente molidas con otros materiales sólidos llamados diluyentes o acarreadores para rebajar la concentración. El proceso de formulación es el siguiente :

- 1) En la campana de carga (Figura 22) se alimenta la cantidad predeterminada de material en polvo , la cual será llevada por el elevador de canjilones hasta la tolva (T-1).
- 2) De manera simultánea en el tanque mezclador (FB-3) se carga el material técnico desde el tanque (FB-1) y, en caso de requerirse, se cargan los materiales coadyuvantes desde el tanque (FB-2). Se mezcla por 5 o 10 minutos (en caso de usar coadyuvantes).
- 3) Después de ésto se abre la válvula de descarga de la tolva (T-1) para pasar el material al mezclador (M-1). Cuando todo el material ha caído al mezclador, se cierra la válvula.
- 4) Se bombea al mezclador (M-1) la mezcla líquida del tanque FB-3 para ello se utiliza la bomba (GA-1). Se deja trabajando el mezclador, el tiempo suficiente para homogeneizar los materiales, y permitir que se alcance el tamaño de partícula deseado.
- 5) Envasado: Después de homogeneizar, se abre la válvula de descarga del mezclador a la tolva (T-2). Una vez que el lote ha sido aprobado por control de calidad, se procede a envasar. El producto terminado se envía al almacén.

Figura 22
Diagrama de Flujo de Proceso de Formulación de Polvos y Granulados



OC Cántara de carga

SCA Elevador de carterones

FB-1 Tanque desfilador de ingrediente sólido

FB-2 Tanque desfilador de coadyuvante líquido

FB-3 Tanque de masa líquida

GA-1 Bomba centrífuga para recirculación y alimentación de masa líquida

OS-1 Ventilador del sistema de extracción de aire

M-1 Mezclador con espalms encotrados al centro

SCE Sistema de control de emisiones

T-1 Toba de material inerte

T-2 Toba de producto terminado

WA-1 Bóveda de ensacado

3.3 FORMULACION DE GRANULADOS

Las formulaciones granuladas se preparan de una manera similar a los polvos impregnados, pero los inertes que suelen ser arcillas, están compuesto de partículas más grandes o gránulos ligeramente más gruesos que el azúcar granulada. Este tipo de formulación es principalmente importante en la aplicación al suelo o al follaje, se formulan a concentraciones relativamente bajas, entre el 4% al 15% de ingrediente activo.

DESCRIPCION DEL PROCESO

El proceso de formulación de los materiales granulados es similar al de los polvos, la única diferencia radica en el diseño del equipo (ya que en los polvos el tamaño de partícula es más fino que en el los granulados). (Ver Proceso de Formulación de Polvos).

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

(Ver Figura 22. Diagrama de Flujo de Proceso de Formulación de Polvos y Granulados).

La mejor formulación a ser usada deberá determinarse con base en la consideración de ciertos factores, tales como: la naturaleza de la plaga a combatir, el tipo de cultivo, el lugar donde se aplicará el plaguicida, el equipo disponible para la aplicación, los riesgos para el medio ambiente y para el hombre, y los costos relativos.

Cabe hacer la observación de que, la preparación de formulaciones a nivel industrial implica un sistema complejo de conocimientos y procedimientos, que van más allá de estimar que se trata simplemente de una mezcla de sustancias. Una buena formulación debe contestar cuestiones como las que se plantean a continuación:

¿Que tan rápidamente mata el plaguicida a la plaga?

¿Que tanto dura el efecto plaguicida?

¿Que efectos colaterales puede tener sobre otras plagas?

¿Que posibilidades hay de que el plaguicida afecte al animal o planta que se quiere proteger?

¿Que tiempo hay que esperar entre la última aplicación y la cosecha?

¿Que posibilidades hay de que la plaga se haga resistente a uno o varios plaguicidas similares?

¿Que grado de riesgo tiene su manejo, tanto para el hombre como para el medio ambiente?

¿Que tanto es su costo frente a su comportamiento?

Etcétera...

C A P I T U L O I V

4 EVALUACION DE LOS RIESGOS EN LA FORMULACION, TRANSPORTE Y APLICACION DE PLAGUICIDAS

Indudablemente, si todas las personas que manejan los insecticidas conocieran los riesgos a los que están expuestos, generalmente, manejarían los tóxicos con más cuidado.

4.1 RIESGOS DE LA POBLACION EN GENERAL

Poblacion expuesta y Magnitud de la Exposición: La población expuesta a los plaguicidas es potencialmente muy numerosa e incluye a personas de todas las edades que viven tanto en las zonas urbanas como en las rurales. A continuación se presenta una descripción de las personas cuyo nivel de riesgo es mayor^{2,44}.

a) Los trabajadores expuestos ocupacionalmente

- * En las fábricas que sintetizan el ingrediente activo y/o lo formulan.
- * En diversas formas de transporte y comercialización.
- * En el sector agrario (aplicadores terrestres, mezcladores, pilotos, almacenistas, bandereros y trabajadores que laboran en diferentes etapas de la cosecha).
- * En actividades relacionadas con el sector pecuario
- * En la industria forestal
- * En el cultivo de plantas ornamentales
- * En campañas de salud pública

b) Las comunidades:

- * Rurales que viven cerca a los campos donde se hacen aplicaciones aéreas o terrestres.
- * Familiares de trabajadores agrícolas, en especial, niños y mujeres embarazadas.
- * Urbanas y rurales en donde se hacen aplicaciones domésticas o campañas de salud pública.
- * En general, en residuos de plaguicidas en alimentos y agua.

Los indicadores siguientes ayudan a tener una aproximación correcta del grado de exposición.

- * La cantidad de plaguicidas utilizados por habitante en cada país
- * La cantidad de plaguicidas empleados por trabajadores del sector agrario; y
- * Los porcentajes de plaguicidas de clase toxicológica de mayor riesgo, utilizados en cada país

En el cuadro 17 se presentan los grados e indicadores de exposición para la comunidad en general y los trabajadores agrarios en varios países de la región de América Latina.

Cuadro 17

Información demográfica, plaguicidas utilizados en 1989 y, grado de exposición en algunos países de América Latina⁴⁴

País	Población Total	Población Agraria	Plaguicidas Utilizados	Plaguicidas Utilizados	Grado de Exposición	
	(millones)	Económicamente activa	(millones) (kg)	en el Agro (millones) (kg)	Población Total (kg/persona)	Población Económicamente Activa Agraria
Brasil	144.0	23.0	64.0	54.0	0.44	2.34
México	85.0	10.0	53.0	45.0	0.62	4.50
Colombia	30.0	3.0	21.0	17.8	0.70	6.00
Costa Rica	3.0	0.5	8.8	7.0	3.00	14.00
Ecuador	10.5	2.0	6.0	5.0	0.57	2.50
Panamá	2.0	0.5	6.0	5.0	2.40	10.00
Honduras	5.0	1.6	4.0	3.4	0.80	2.12
Guatemala	9.0	3.0	6.0	5.1	0.66	1.70
El Salvador	5.0	1.0	3.0	2.5	0.60	2.50

Fuente: OMS (Organización Mundial de la Salud)⁴⁴

Los riesgos en el manejo de los insecticidas son muchos y variados, pero pueden agruparse principalmente en:

- I) Riesgos de intoxicación
- II) Riesgos de incendios
- III) Riesgos de contaminación ambiental.

RIESGOS DE INTOXICACION

Los peligros de intoxicación con plaguicidas radican, más bien, en la manera en que se manejan y no en su potencia. En general, en las plantas formuladoras, en las que estos materiales se manejan en cantidades y concentraciones muchas veces superiores a las que se usan al nivel de campo, y cuando se siguen estrictamente las medidas de higiene y seguridad, son muy raros los casos de

intoxicación o no existen⁶⁴, mientras que en el campo, durante la aplicación, y donde más frecuente es el descuido, aún con compuestos relativamente poco tóxicos, las intoxicaciones se presentan más a menudo. Esto se desprende de un estudio realizado en Venezuela donde de 212 casos de intoxicados en el año de 1988 se informaron los siguientes resultados en cuanto a número de intoxicados por área: Uso agrícola 126; doméstico 33; veterinario; 5° sanitario 4; forestal 2; industrial 2; no reportados 39; desconocidos 1 y mezclas 1⁶⁴.

No se tienen datos de estudios similares en México, pero en los cuadros 18 y 19 se presentan algunos datos de intoxicaciones por plaguicidas, los cuales nos muestran la misma tendencia que en el estudio de Venezuela, se puede ver que las intoxicaciones por plaguicidas en la industria son muy bajas o no existen. En el cuadro 20 se puede observar la incidencia de intoxicaciones en los diferentes estados de la República Mexicana, es evidente que los esfuerzos de capacitación en el manejo y uso de plaguicidas se deben enfocar con mayor fuerza en los estados de Michoacán, Nayarit, Morelos, Jalisco y Guerrero sin dejar de promover las campañas de capacitación a todo el país.

Cuadro 18

ALGUNAS INTOXICACIONES Y MUERTES POR PLAGUICIDAS
REPORTADOS EN MEXICO⁴⁷

Año	Lugar	Número de Intoxicados	Total de Muertes	Observaciones
1963	Comarca Lagunera	343	3	Falta de Protección; escaso control de plaguicidas.
1964 1967	Cd. Mante Tamps.	266	7	Trabajadores de campo en cultivos de algodón.
1967	Tijuana B.C.N.	559	16	Harina de trigo contaminada con paratión al transportarse.
1967 1968	Distrito Federal	77	*	El 50% fueron niños. No se especifica el plaguicida
1970	Mexicali B.C.N.	59	4	Trabajadores de campo en cultivos de algodón.
1971	Atendidos en el Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional	35	*	22 casos de raticidas 13 casos de insecticidas
1974	Comarca Lagunera	847	4	Por inhalación; falta de protección
1977	Petatlan, Gro.	23	0	Inadecuado manejo de Paratión polvo
1978 1981	Atendidos en el Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional	36	2	26 casos de intoxicados con endrin 5 casos de raticidas 4 casos de insecticidas fosforados y carbamatos, y 1 con clorados
1979	IMSS, Medicinas del Trabajo	216	*	Datos estadísticos anuales
1980	IMSS, Medicinas del Trabajo	300	*	Datos estadísticos anuales
1976	Apatzingán, Mich.	350	*	Intoxicación con paratión en polvo.
1977	Apatzingán, Mich.	217	*	No se informó evolución y estado terminal de los pacientes.
1977	Apatzingán, Mich.	195	*	
1979	Apatzingán, Mich.	162	*	
1980	Apatzingán, Mich.	125	*	
1980	Ejido Manuel A. Camacho	4	2	Contaminación accidental con paratión estílico; niños de 1 a 6 años

(*) Se desconoce

**Cuadro 18
(Continúa)**

Año	Lugar	Número de Intoxicados	Total de Muertes	Observaciones
1980	El Varal, Municipio de Abasco, Gto.	6	1	Ingestión de Jitomate contaminado con paratión metílico durante el transporte.
1980	Banderas Municipio de Tuxpan, Ver.	14	1	Agua almacenada en envases vacíos de plaguicidas.
1981	San Esteban Amatlán, Municipio de mihuatlán, Oaxaca.	7	4	Contaminación con Paratión Etílico utilizado para matar pulgas, esparcido en el piso del dormitorio.
1984	Coatzacoalcos, Ver.	25	*	Contaminación de harina utilizada para un pastel.
1984	Tenango, Edo. de Mex.	20	0	Contaminación de alimentos en la escuela con fungicida. Todos niños.
1987	Tepatitlán, Jalisco	200	0	Agua potable contaminada con plaguicidas y fertilizante.

(*) Se desconoce

Fuente: Restrepo, I. *Naturaleza Muerta*, editorial Andromeda, México, 1988

Cuadro 19

INTOXICACIONES DE PLAGUICIDAS POR GRUPO DE EDAD⁶⁰

	< 1	1-4	5-14	15-24	25-44	45-64	65y+	IGNORADO	TOTAL
1990	39	219	434	658	531	180	62	62	2,175
1991	23	167	279	535	389	185	38	28	1,644
1992	35	235	398	624	486	227	69	15	2,089

Fuente: Dirección General de Epidemiología/S.S.A.⁶⁰

Cuadro 20

INTOXICACIONES DEBIDAS A PLAGUICIDAS POR ESTADO⁶¹

	1990	1991	1992	TOTAL
AGUASCALIENTES	58	15	29	102
B.C.N.	17	13	40	70
B.C.S.	9	8	24	41
CAMPECHE	11	11	3	25
CHIAPAS	129	50	10	189
CHIHUAHUA	15	35	11	61
COAHUILA	73	23	44	140
COLIMA	59	20	47	126
DISTRITO FEDERAL	26	42	20	88
DURANGO	10	22	0	32
GUANAJUATO	124	38	36	198
GUERRERO	60	162	180	402
HIDALGO	11	12	12	35
JALISCO	229	66	129	424
MEXICO	85	56	75	216
MICHOACAN	312	273	168	753
MORELOS	41	73	355	469
NAYARIT	129	136	289	554
NUEVO LEON	38	31	36	105
OAXACA	85	131	46	262
PUEBLA	64	133	96	293
QUERETARO	104	6	114	224
QUINTA ROO	48	37	71	156
SAN LUIS POTOSI	28	15	32	75

Fuente: Dirección General de Epidemiología/S.S.A.⁶¹

Cuadro 20
(Continúa)

INTOXICACIONES DEBIDAS A PLAGUICIDAS POR ESTADO⁶¹

	1990	1991	1992	TOTAL
SINALOA	153	86	64	303
SONORA	142	16	31	189
TABASCO	0	12	13	25
TAMAULIPAS	33	53	33	119
TLAXCALA	26	30	27	83
VERACRUZ	41	34	51	126
YUCATAN	4	1	1	6
ZACATECAS	11	4	2	17

Fuente: Dirección General de Epidemiología/S.S.A.⁶¹

Factores ambientales, como el calor excesivo y trabajar en estado alcohólico, fatiga, mal estado de salud^{44,66}, así como deficiencias de proteínas y la nutrición⁶⁶ aumentan la susceptibilidad natural a las intoxicaciones. Los niños menores de 14 años de edad e infantes, son particularmente sensibles¹⁸.

Efectos Directos en la Salud

Según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), basadas en un número limitado de estudios en unos cuantos países, en todo el mundo podrían producirse aproximadamente un millón de intoxicaciones agudas accidentales al año⁴⁴. Además se calcula que se diagnostican hasta dos millones de intoxicaciones agudas deliberadas. En total entre los dos grupos, la mortalidad alcanza la cifra de 220,000 defunciones al año⁴⁴.

Los insecticidas pueden alterar los mecanismos bioquímicos del organismo humano en varios sentidos¹⁸:

- a) Interfieren la respiración celular, como los compuestos metálicos de cobre y arsénico, dinitrofenoles, etc.
- b) Inhiben la acetil colinesterasa (compuestos organofosforados y carbamatos fundamentalmente).
- c) Estimulan el sistema nervioso (neuroactivos) con efectos que difieren al de la inhibición de la colinesterasa. Como sucede con varios compuestos organoclorados: DDT, ciclodienos clorados, BHC, etc., y también con el de los piretroides.

Además de los efectos agudos y crónicos, existen otros efectos que pueden presentarse a muy largo plazo en las poblaciones en general o en los trabajadores, o bien se manifiestan en otras generaciones. Entre las más importantes se encuentran los efectos sobre el sistema nervioso central, hematopéyico y reproductor, mutaciones y malformaciones congénitas^{44,66}.

A pesar de que muchos plaguicidas han sido condenados como carcinógenos humanos por años o décadas, rara vez estas afirmaciones se basan en evidencias epidemiológicas⁴⁴. La IARC (International Agency for Research on Cancer) recientemente ha reevaluado el potencial Carcinógeno de varios plaguicidas⁶⁶, con lo cuál ha clasificado 14 plaguicidas como "**posibles carcinógenos**" a los humanos⁶⁶, entre éstos se encuentra el DDT, el cuál aún está autorizado por la SARH en México para ser utilizado en campañas sanitarias.

- a) Interfieren la respiración celular, como los compuestos metálicos de cobre y arsénico, dinitrofenoles, etc.
- b) Inhiben la acetil colinesterasa (compuestos organofosforados y carbamatos fundamentalmente).
- c) Estimulan el sistema nervioso (neuroactivos) con efectos que difieren al de la inhibición de la colinesterasa. Como sucede con varios compuestos organoclorados: DDT, ciclodienos clorados, BHC, etc., y también con el de los piretroides.

Además de los efectos agudos y crónicos, existen otros efectos que pueden presentarse a muy largo plazo en las poblaciones en general o en los trabajadores, o bien se manifiestan en otras generaciones. Entre las más importantes se encuentran los efectos sobre el sistema nervioso central, hematopéyico y reproductor, mutaciones y malformaciones congénitas^{44, 66}.

A pesar de que muchos plaguicidas han sido condenados como carcinógenos humanos por años o décadas, rara vez estas afirmaciones se basan en evidencias epidemiológicas⁴⁴. La IARC (International Agency for Research on Cancer) recientemente ha reevaluado el potencial Carcinógeno de varios plaguicidas⁶⁶, con lo cuál ha clasificado 14 plaguicidas como "posibles carcinógenos" a los humanos⁶⁶, entre éstos se encuentra el DDT, el cuál aún está autorizado por la SARH en México para ser utilizado en campañas sanitarias.

Efectos a largo plazo

Entre los principales efectos a largo plazo de los plaguicidas, que han sido demostrados hasta la fecha están los siguientes^{44,66}:

A) Trastornos Neurológicos

Neurotoxicidad retardada: Ciertos organofosforados como leptofós y carbamatos como carbaril

Cambios de conducta: Algunos insecticidas organofosforados

Lesiones del SNC: Insecticidas organoclorados y organofosforados

Neuritis Periférica Piretroide y algunos insecticidas organofosforados.

B) Reproductivos

Esterilidad en el Hombre Dibromocloropropano. (Prohibido en México)

C) Efectos Cutáneos

Reacción alérgica DDT, Lindano, Malatión

D) Cáncer

Probablemente Carcinógeno para el hombre DDT, mirex, toxafeno, Hexaclorobenceno (prohibidos en México)

E) Efectos Oftalmológicos

Alteraciones de la Mácula Fentión

F) Efectos Mutagénicos

Suficiente evidencia de actividad mutagénica Dibromuro de Etilo

G) Neumonitis y Fibrosis Pulmonar

Paraquat (Herbicida Autorizado para su comercialización y uso en México).

H) Trastornos del Sistema Inmunológico

Dicofol y Tricorfón

I) Efectos Teratogénicos

Carbaril
Captan, Maneb, Paraquat
Folpet (Fungicida Autorizado en México)

RIESGOS DE INCENDIO

Al igual que muchos productos químicos, algunos insecticidas o sus ingredientes constituyen un riesgo de incendio. Otros pueden volverse inflamables al descomponerse. Debido a las grandes cantidades de estos productos en muchos almacenes, las consecuencias de incendio pueden ser serias.

RIESGOS DE CONTAMINACION AMBIENTAL

Los plaguicidas, en primera instancia, los ha generado el hombre como medio para librarse de organismos dañinos, haciendo que incidan en la integridad biológica de éstos. Sin embargo su especificidad tóxica o selectividad absoluta no existe, lo que constituye siempre un riesgo para otros seres vivos incluyendo al hombre, y que desencadena una compleja red de inconvenientes que afectan al medio abiótico y al biótico, como lo muestran varios estudios realizados al respecto.^{1,11,19,23,34,56}

El Medio Abiótico o soporte inorgánico, como el aire, el agua o el suelo, propiamente dichos, retienen plaguicidas en forma de residuos derivados de sus uso.^{1,11,19,23,34.}

Aire:^{2,34} El aire es una ruta importante para el transporte y la distribución de plaguicidas a sitios muy diversos y distantes de aquél donde se aplicaron originalmente. Los residuos de plaguicidas pueden encontrarse en el aire en forma de vapor, como aerosoles, o bien, asociados con partículas sólidas. Así, los plaguicidas y sus productos de transformación se suman al elevado número de sustancias que contaminan el aire.

Agua:² Muchos plaguicidas o sus productos de transformación que se encuentran en el aire y el suelo, llegan eventualmente a los ecosistemas acuáticos. Una vez en ellos, pueden ser degradados parcial o totalmente, permanecer sin cambios, regresar a la atmósfera por volatilización, o bioconcentrarse en los organismos de dichos ecosistemas^{2,3,11,19,21}.

Suelo:² Los factores que influyen en el comportamiento y destino de los plaguicidas en el suelo se clasifican en:

- a) dependientes del suelo: tipo de suelo, humedad, Ph, temperatura, capacidad de absorción, etc.
- b) dependientes del plaguicida: naturaleza química, y estabilidad ante la degradación química, microbiológica y fotoquímica.

Los insecticidas que más problemas causan de contaminación son sin duda los organoclorados por su alta persistencia en el medio ambiente. Los insecticidas organofosforados por sus características fisicoquímicas, son los que menos problemas han originado hasta ahora, ya que se degradan rápidamente a compuestos identificados como no tóxicos⁴. En más de 100 muestras colectadas durante 1978-1980 por Los laboratorios de Plaguicidas de la Dirección General de Sanidad Vegetal, no se reportó en ningún caso la presencia de insecticidas organofosforados⁴.

El Medio Biótico como microorganismos, insectos, plantas, peces y otros organismos acuáticos, aves, mamíferos y por lo tanto el hombre se ven igualmente afectados^{2,3,11,44,65}.

Microorganismos: Uno de los efectos de los plaguicidas puede ser la muerte de todos o parte de los organismos que forman el plancton, con lo cual se afecta la base de las redes tróficas. También son

importantes los efectos subletales sobre éstos y otros organismos, como las bacterias nutricantes y los hongos, con lo cual se afectan, de manera transitoria o permanente, los procesos esenciales que dependen de estos organismos².

Insectos: Algunos grupos de insectos benéficos llegan a verse seriamente comprometidos en su biología, y no es rara la sustitución de una población de insectos benéficos por otras de especies diferentes y perjudiciales².

Plantas: Muchos de los plaguicidas causan efectos adversos en la fisiología de las plantas: pueden afectar la germinación de las semillas, el desarrollo vegetativo, la reproducción sexual, la maduración, el valor alimenticio y la calidad comercial del producto².

Peces y otros organismos acuáticos: En la toxicidad de los plaguicidas para la vida acuática influyen: el grado de salinidad del sistema acuático, su temperatura, además de las características químicas y toxicológicas del plaguicida y su concentración en el medio². Los plaguicidas no sólo pueden causar la muerte de los peces, sino que pueden tener otros efectos subletales que ocasionen indirectamente una disminución en sus poblaciones. La presencia de residuos de diversos plaguicidas en el medio acuático se ha comprobado en numerosos trabajos científicos^{1, 3, 11, 19, 23}; es de principal interés su distribución en zonas estuarias y costeras, en donde se desarrollan diversas especies de valor ecológico y comercial^{2, 11}. Los organismos acuáticos pueden acumular plaguicidas directamente del agua o a través de sus alimentos.

Aves: La aplicación desmedida de plaguicidas, sobre todo organoclorados, ha tenido graves consecuencias sobre la población de aves². Muchas de ellas, en particular las rapaces, han llegado a estar en peligro de extinción como consecuencia directa o indirecta de la presencia de estos productos en el ambiente. Además de causar la muerte, los plaguicidas tienen efectos adversos en las aves, sobre todo en su capacidad de reproducción, por ejemplo: adelgazamiento del cascarón del huevo, inducción de enzimas hepáticas, aumento en el metabolismo de los esteroides y bioconcentración de tóxicos en los tejidos².

Mamíferos: Además de los efectos letales, los plaguicidas causan diversos efectos subletales en los mamíferos (incluido el hombre). Por ejemplo, se piensa que los plaguicidas pueden tener efectos indirectos sobre la reproducción². En animales de experimentación se han observado efectos como inhibición del desarrollo sexual, alteraciones metabólicas enzimáticas, inducción de oxidasas, disminución de la actividad física, alteraciones en el sistema nervioso central, acumulación de estos tóxicos en el tejido adiposo y en la leche, teratogénesis, mutagénesis y carcinogénesis^{2,44,56}.

Resistencia: De la interacción del plaguicida con una plaga determinada puede surgir en ésta fenómenos de **resistencia** al tóxico (cuadros 21 y 22)⁷. La resistencia genética de las poblaciones a los plaguicidas se debe a la capacidad de la plaga para desarrollar líneas genéticas que pueden sobrevivir expuestas a dosis a las que antes eran susceptibles. Así, los individuos sobrevivientes de esta generación transmiten las características de resistencia a sus descendientes. La resistencia puede desarrollarse mediante diversos mecanismos, el más común es la capacidad bioquímica del organismo para transformar el plaguicida en un producto no tóxico para él⁸. Los insectos que desarrollan resistencia a un plaguicida a menudo son inmunes a otros no relacionados con el, a esto se le llama **resistencia cruzada**⁹. En cualquier caso, sólo es cuestión de tiempo para que la selección natural favorezca a aquellos insectos que pueden resistir a una gran gama de insecticidas (cuadro 22).

Cuadro 21

RESISTENCIA DE PLAGAS A DIFERENTES INSECTICIDAS²

PRODUCTO	1970	1980
DDT	98	229
CICLODIENOS	140	269
ORGANOFOSFORADOS	54	200
CARBAMATOS	3	51
PIRETROIDES	3	22
FUMIGANTES	3	17
OTROS	12	41

Cuadro 22

AUMENTO CRONOLOGICO DE LA CANTIDAD DE ESPECIES DE ACAROS
E INSECTOS RESISTENTES A LOS INSECTICIDAS⁷

ANO	PLAGAS AGRICULTURA	PLAGAS MEDICO VETERINARIO	TOTAL
1908	1	-	1
1918	3	-	3
1928	5	-	5
1938	5	2	7
1948	9	5	14
1955	13	12	25
1960	65	72	137
1967	127	97	224
1976	225	139	364
1978	246	146	392
1980	261	171	432

Persistencia: Algunos plaguicidas son venenos de rápida acción, y son sustancias químicamente poco estables (como los organofosforados) que no participan como contaminantes a largo plazo. Otros, sin embargo con menor acción tóxica, pueden ser mucho más persistentes y determinar efectos ecológicos por períodos de tiempo mucho mayores (organoclorados). En ocasiones los plaguicidas llegan a ser transportados a grandes distancias del punto original de aplicación (incluso al Artico y al Antártico)⁴⁸. Un plaguicida persistente puede surgir de pronto en algún punto de una asociación biótica o cadena biológica manifestándose al producir efectos indeseables, como acumulación paulatina o reconcentraciones en una cadena alimenticia^{3,17}.

Sin duda, de los plaguicidas son los insecticidas los de más uso, particularmente en la agricultura y en sanidad humana y animal⁵⁵.

Siempre que se manejen plaguicidas deberán considerarse las posibles consecuencias indeseables en el medio ambiente, para reducir las oportunidades de que se presenten los efectos colaterales que llevan a la contaminación.

Por otra parte es el conocimiento proporcionado por la investigación científica el que debe dominar a la irracionalidad y a la emoción para evitar difundir conclusiones dramáticas que, al trascender a la opinión pública, pueden provocar desorientación y distorsión de la realidad, infundiendo temores soportados en bases muy lejanas a la verdad científica.

Riesgos en el manejo de Insecticidas

Es evidente que los riesgos con los insecticidas son muchos y variados. Parecería obvio que los mayores riesgos de accidentes se presentarán durante su **Producción**, sin embargo estos riesgos son controlados con diferentes medidas. El peligro más serio en realidad se presenta en las **Aplicaciones Agrícolas**, por desconocerse por completo el riesgo a que se está expuesto y carecer de Equipo de Protección. También existe un gran riesgo en el **Transporte** de los insecticidas, al llevarlos de las plantas formuladoras a los lugares de aplicación.

4.2 RIESGOS EN LA FORMULACION

En México, el proceso de formulación de plaguicidas se lleva a cabo en 104 plantas distribuidas en el territorio nacional, con una capacidad total de 220 mil toneladas al año⁴⁷, las cuales durante el año de 1993 ocuparon una población promedio de 1768 trabajadores^{32,33}. La mayoría de las unidades trabaja anualmente a una cuarta parte de su capacidad instalada, debido principalmente a la estacionalidad de la demanda, a la dificultad para almacenar grandes volúmenes del producto formulado, y a no contarse oportunamente con los ingredientes activos necesarios para la formulación⁴⁷. Así los meses de máxima producción son de febrero a julio. Mientras que el mayor número de intoxicaciones se produce en los meses de mayo a septiembre y en noviembre y diciembre, que es cuando son utilizados en el campo (cuadro 23). Por lo tanto en estos períodos deben concentrarse los esfuerzos de capacitación y control de riesgos.

Cuadro 23

NUMERO DE PERSONAS INTOXICADAS POR PLAGUICIDAS⁶⁰

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1990	92	71	84	104	192	214	215	270	374	174	77	308
1991	98	85	58	142	161	129	185	149	149	181	150	157
1992	87	123	98	133	103	166	179	180	353	91	298	281
MEDIA	92	93	80	126	152	167	193	200	292	148	175	249

Fuente: Dirección General de Epidemiología/S.S.A.

RIESGOS DE INTOXICACION

El **contacto** del insecticida con la piel es la causa más común de envenenamiento, que es más frecuente de lo que en realidad debería ser, en parte porque la gente en muchas ocasiones no se da cuenta que ha estado en contacto con el insecticida. Esta contaminación generalmente se debe a problemas con el equipo de protección personal (EPP), por ejemplo:

- 1) No contar con EPP
- 2) Mala Selección del EPP
- 3) Mal uso del EPP
- 4) Falta de mantenimiento del EPP

La **inhalación** es una de la maneras más rápidas de intoxicarse. Esto es debido a que los humos, vapores y polvo pasan rápidamente de los pulmones al sistema sanguíneo.

Los puntos de mayor riesgo de exposición a los tóxicos en los procesos de formulación, son aquellos en los que hay contacto directo de estos materiales con el aire:

- i) Area de descristalización del material técnico.
- ii) Area de vaciado de tambores de material técnico
- iii) Area de Envasado

En estas áreas el mal uso del EPP también juega un papel muy importante en los riesgos de intoxicación.

La **ingestión** es la causa menos común de intoxicación accidental y, cuando sucede, es porque las personas han llevado comidas y bebidas

al área de trabajo, o han estado fumando con las manos contaminadas.

RIESGOS DE INCENDIO

El principal riesgo de incendio en las plantas formuladoras lo constituye la posibilidad de que los disolventes (altamente inflamables) con que son elaborados los insecticidas entren en contacto con fuentes de ignición, las cuales pueden ser:

- 1) Fuego directo
- 2) Corto circuito en equipo eléctrico
- 3) Electricidad estática

RIESGO DE CONTAMINACION AMBIENTAL

El riesgo más probable de contaminación del medio ambiente proviene de un derrame accidental o escape de productos.

Existe un peligro particular como consecuencia de un incendio, en cuanto que agua contaminada utilizada para extinguir un incendio se vierta en los desagües y a las vías fluviales con consecuencias perjudiciales.

La manipulación de los insecticidas puede ser potencialmente peligrosa, especialmente si las instalaciones y los equipos de proceso han sido pobremente diseñados, si el mantenimiento es deficiente, o si los procedimientos operativos no satisfacen los requisitos mínimos de seguridad.

4.3 RIESGOS EN EL TRANSPORTE

Las sustancias que pueden intoxicar, inflamar, explotar, contaminar o corroer, se han convertido en materias primas necesarias para el desarrollo económico. Tanta es su demanda que, durante los últimos 15 años, la industria química mundial a aumentado su producción a más del triple²⁴ y, un tercio del transporte global se dedica a mercancías peligrosas²⁴. A este grupo de sustancias pertenecen los insecticidas, los cuales son transportados en grandes volúmenes todos los días por toda la red carretera del país.

Los riesgos de accidentes carreteros son enormes, se calcula que 90 mil personas fallecen anualmente en Europa y dos millones resultan heridas a causa de accidentes en carretera²⁴. Según un estudio muy completo sobre 1090 accidentes en los que estuvieron implicados camiones con mercancías peligrosas²⁴, se detectaron errores humanos en un 77.4 % del total. En el 5.96% se observaron problemas de sueño, fatiga o cansancio anormal en los conductores. Algunos de ellos declararon que habían estado al volante, sin parar, durante más de cinco horas y media, e incluso uno manifestó llevar ocho horas y media sin paro. En el 13.98% se registraron fallas mecánicas del vehículo y sus motores. Y, en el 4.58% posibles defectos en el envase de la mercancía.

Es evidente el enorme riesgo que tienen los transportistas de materiales peligrosos de sufrir accidentes en carretera. En la generación de estos accidentes influyen factores tales como:

- * Sueño, fatiga o cansancio anormal del conductor
- * Fallas mecánicas del vehículo o motor
- * Defectos en el envase de las mercancías

Esto se ve agravado por el mal estado en que se encuentran las carreteras, o la ausencia de vías de circulación en numerosas ciudades que obliga a los transportistas a circular por sus calles las cuales en ocasiones son demasiado estrechas o inadecuadas,

Las malas condiciones climáticas son otro factor de riesgo.

Cuando ocurre un accidentes pueden presentarse fugas en los envases de los material transportados que pueden ocasionar problemas como:

RIESGOS DE INTOXICACION de toda persona que tenga contacto con el material o sus vapores.

RIESGOS DE INCENDIO con posibilidad de explosión, problema que se ve agravado por los vapores tóxicos que se generan en la combustión de los insecticidas.

RIESGOS DE CONTAMINACION del aire y del suelo, así como la posibilidad de que el derrames de materiales alcance sistemas fluviales. Además del riesgos de contaminación de mercancías para uso o consumo humano (este riesgo se presenta aun sin existir accidentes viales).

4.4 RIESGOS EN LAS APLICACIONES AGRICOLAS

La población económicamente activa del sector agrario (en donde se utiliza el 85% de los plaguicidas) es la más expuesta a los insecticidas⁴⁴, especialmente los peones que se dedican a la fumigación, los que efectúan el bandereo, los encargados de la carga de aviones, y los aviadores; también existe un riesgo para los miles de trabajadores que laboran en diferentes etapas de la cosecha, y para las familias que pueden estar sometidas a los insecticidas de las fumigaciones aéreas que llegan a ser depositados por el aire sobre sus habitaciones.

RIESGOS DE INTOXICACION: los principales riesgos de intoxicación se presentan en el desarrollo de actividades como:

- 1) La preparación de las mezclas fumigantes
- 2) La carga de los aviones o equipos de fumigación
- 3) Las fumigaciones aéreas, donde el aire puede transportar al insecticida a zonas habitacionales.
- 4) El Trabajo en los cultivos cuando aun existen altos niveles de insecticida.

La ignorancia en el manejo de sustancia tóxicas de las personas que en el campo manejan los insecticidas se ve reflejada en el hecho que⁴⁵:

* La mayoría de las personas que trabajan en el campo como peones, son analfabetas⁴⁶, por lo tanto no leen las recomendaciones impresas en las etiquetas del producto y desconocen los riesgos del material que manejan.

- * Es evidente la falta de uso de equipo de protección personal
- * Falta de higiene , ya que no se bañan después de manejar los tóxicos ni se lavan las manos para comer, beber o fumar.
- * Frecuentemente ocurren intoxicaciones por el almacenamiento inadecuado de los tóxicos, los cuales son ingeridos por los animales, niños e inclusive accidentalmente por adultos.

RIESGOS DE INCENDIO: Este riesgo es mucho menor que el que se presenta en las plantas formuladoras y en el transporte, ya que los volúmenes de insecticidas que se almacenan en el campo son significativamente menores.

RIESGOS DE CONTAMINACION AMBIENTAL: Generados principalmente por:

- 1) La Aplicación inadecuado de los insecticidas, los cuales pueden llegar a dañar los cultivos, y contaminar el suelo y el agua.
- 2) El uso de cantidades inadecuadas de insecticidas, que puede ser excesiva o insuficiente.
- 3) Empleo de insecticidas en tiempo muy cercano a la cosecha, que trae como consecuencia que los alimentos lleguen al consumidor con residuos de insecticidas.
- 4) Disposición inadecuada de los envases vacíos

C A P I T U L O V

5 CONTROL DE RIESGOS EN LA FORMULACION Y USO DE PLAGUICIDAS

Para prevenir los daños de los insecticidas al hombre y al medio ambiente, se requiere desarrollar un serie de actividades tales como la construcción de instalaciones seguras, realizar un buen diseño de equipo de proceso, implementar el uso de equipo de protección personal, instalar equipos de control de contaminantes, establecer un control clínico médico, así como programas de educación y capacitación. Asimismo es necesario implementar procedimientos de seguridad e higiene en el manejo de los insecticidas. Los procedimientos deben contemplar desde la etapa de **Producción** hasta el **Transporte** y **Aplicación en el Campo**. Adicionalmente a esto, los **Gobiernos** deben asumir políticas bien definidas para ejercer un mejor control de las sustancias nocivas al hombre y su medio ambiente.

5.1 CONTROL DE RIESGOS EN LA FORMULACION

Una planta formuladora, para operar con seguridad debe cubrir los siguientes requisitos:

- 1) Instalaciones y Equipo de Proceso Seguros
- 2) Equipo de Protección personal
- 3) Procedimientos de Seguridad e Higiene

INSTALACIONES Y EQUIPOS DE PROCESO SEGUROS²⁹:

A) **Ubicación Geográfica:** Lo ideal es que la planta o almacén se situen lejos de zonas habitadas, de fuentes de agua potable y de terrenos sujetos a inundaciones. Si esto no fuera posible, deben tomarse precauciones adicionales, como por ejemplo, medidas para limitar la extensión de los contaminantes en caso de emergencia.

B) **Disposición del Sitio:** El diseño del sitio deberá permitir un movimiento razonable de los materiales; deberá proveer espacio suficiente para asegurar condiciones higiénicas de trabajo y dar libre acceso al equipo de bomberos.

C) **Edificios:** Las paredes, deberán ser de material no inflamable, o por lo menos de combustión lenta; las paredes específicamente diseñadas para confinar los incendios deben ser de ladrillo sólido u hormigón, en caso ideal deben sobrepasar al techo por un metro. Por supuesto, las puertas localizadas en estas paredes deben ser resistentes al fuego, y preferiblemente de cierre automático. Los puntos por donde las tuberías, conductos y cables eléctricos atraviesan las paredes deben ser precintados.

Los techos deben de ser a prueba de agua de lluvia y permitir el escape de humos y calor en caso de incendio.

Los pisos deberán ser impermeables a los líquidos. Además de ser lisos y libres de fisuras para facilitar su limpieza, y estar diseñados para confinar derrames y aguas contaminadas usadas en la extinción de incendios, por ejemplo, usando una elevación de más de 15 cm de altura alrededor del piso.

Lo ideal sería que no hubieran drenajes en las plantas y almacenes. Si éstos son absolutamente necesarios, nunca deben estar conectados directamente a las vías fluviales o desembocar en las redes de drenaje municipal.

Todos los edificios que contengan materiales inflamables, deben estar protegidos contra rayos.

Los edificios deben estar bien ventilados, principalmente para ofrecer condiciones agradables de trabajo y con el fin de disminuir los riesgos de intoxicación por inhalación de vapores tóxicos, para ello en las áreas de proceso debe instalarse sistemas de extracción de aire con lavadores de gases y colectores de polvos.

Los puntos de mayor riesgo de exposición a los tóxicos en los procesos de formulación, son aquellos en los que hay contacto directo de estos materiales con el aire, por lo tanto deberán instalarse sistemas de extracción de aire:⁽¹⁾

- i) Area de descristalización del material técnico.
- ii) Area de vaciado de tambores de material técnico
- iii) Area de Envasado

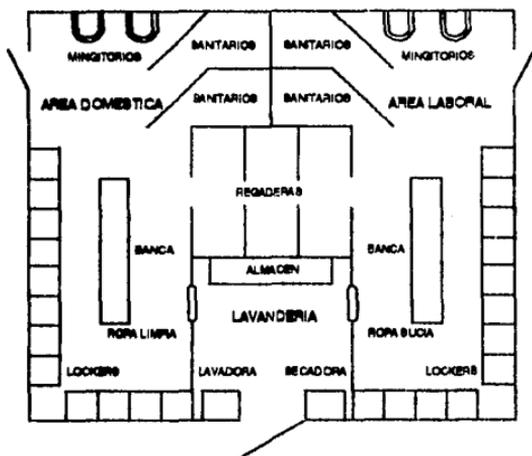
Se debe contar con un equipo contra incendios, el cual debe localizarse estratégicamente. El equipo debe incluir: extintores de incendio, red de hidrantes y señales de alarma^{2*}. Por supuesto se debe disponer de suficiente agua para extinguir el fuego.

(1) Experiencia profesional de 6 años en el área de Agroquímicos de Shell México S.A. de C.V.

También debe instalarse un área para ducha y vestuario, la cual debe estar provista de armarios separados para ropas de calle y ropas de trabajo.

Figura 23

VESTIDORES PARA UNA PLANTA DE FORMULACION DE PLAGUICIDAS



Nota: No debe permitirse al personal irse a su casa en ropa de trabajo y sin haber tomado una ducha.

D) **Equipo:** Los tanques de almacenamiento deben estar situados en un área impermeable y con diques de contención. Debe haber espacio suficiente entre los tanques para permitir el acceso del equipo contra incendios. Si el área no tiene techo, se debe tener una instalación adecuada para eliminar las aguas de lluvia retenidas.

Para evitar formación de electricidad estática, todo equipo debe conectarse adecuadamente a tierra, usando donde sea necesario, cables abrazaderas, para mantener el contacto a tierra. Durante el vaciado y llenado de tambores metálicos, éstos también deben conectarse a tierra. La formación de carga estática debido al chapoteo el líquido en el interior de los tambores debería reducirse al mínimo, con el uso de tubos sumergibles.

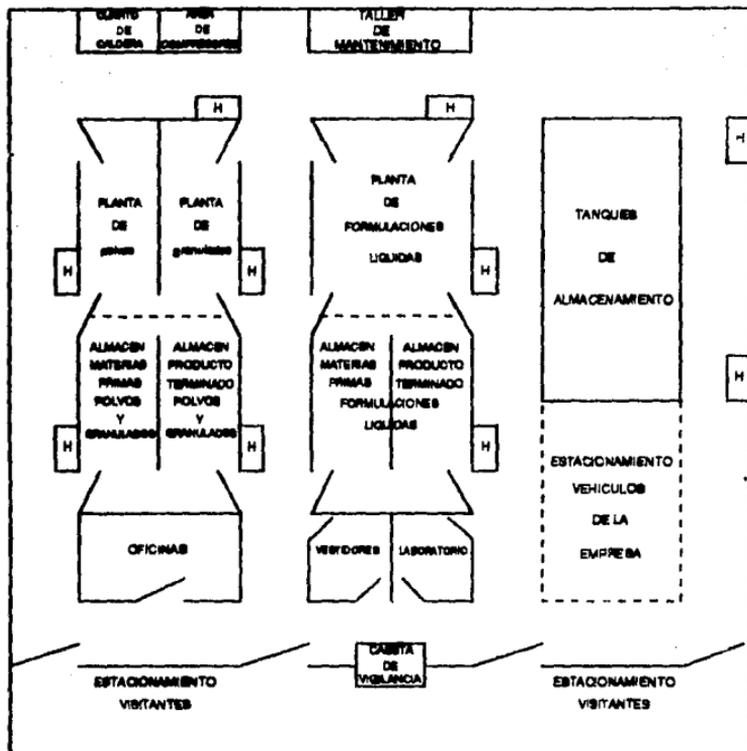
Para reducir el riesgo de pérdidas de vapores, se recomiendan recipientes de formulación y almacenamiento de líquidos, con tapa de cierre hermético.

Todas las máquinas llenadoras deben cerrarse automáticamente en caso de interrupción de la energía eléctrica.

Todo el equipo de proceso debe tener instalaciones eléctricas a prueba de explosión²⁹.

Además en las instalaciones deben existir señales indicando prohibición de fumar, accesos restringidos, ubicación del equipo de emergencia, teléfonos de emergencia y rutas de evacuación, que deben de ser colocadas en lugares visibles y en forma destacada.

Figura 24
Distribución General de las instalaciones de una planta formadora de insecticidas



HIDRANTE

-- LINEA IMAGINARIA

EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL

El uso de Equipo de Protección Personal (EPP) proporciona un medio para reducir la exposición del individuo a un riesgo determinado.. La simple implementación del uso del EPP no proporcionará una protección efectiva, además debe ponerse en práctica un sistema que asegure su **selección correcta** y su **mantenimiento**, así como la **capacitación** del personal en su buen uso.

Selección: Para seleccionar el EPP a utilizarse en la formulación de los insecticidas, primero deben identificarse las vías por las cuales el insecticida puede ingresar al cuerpo, ya que de esto dependerá la protección que se proporcione al trabajador. En el cuadro 24 se presentan las vías de ingreso del insecticida al organismo, y las medidas de protección.

Cuadro 24

VIAS DE ABSORCION DE LOS INSECTICIDAS

Vía de absorción	Medida de Protección
Inhalación	* Sistema de Extracción de aire * Mascarillas
Absorción cutánea	* Ropa de algodón * Ropa impermeable
Ingestión	* Prohibir la introducción de alimentos y bebidas a la áreas donde se manejan insecticidas

Protección Respiratoria: Para impedir que los productos nocivos lleguen a las vías respiratorias de los trabajadores, se pueden implementar las siguientes medidas:

1) Instalar campanas de extracción de aire en las líneas de descarga de ingredientes, y envasado de productos de las plantas de formulación.

2) Equipo de protección respiratorio: Además de la instalación del sistema de extracción, el equipo de protección respiratorio es necesario como una medida adicional de seguridad. Existe una gran variedad de equipos para protección de las vías respiratorias entre los que se puede citar:

- i) Máscara simple contra polvos⁵⁷: Las máscaras de este tipo pueden ser de papel, material sintético, gasa (mascarilla quirúrgica) o celulosa. Brindan protección a la nariz y boca contra los materiales en partículas (polvos). No protegen contra los vapores. Se usan principalmente en las áreas donde se manejan los polvos y granulados inertes.
- ii) Máscara de media cara⁵⁷. Esta cubre la nariz y la boca, y lleva incorporado un filtro. Dado que no protege los ojos, debe usarse siempre conjuntamente con gafas o pantallas faciales. Las máscaras de media cara brindan protección contra polvos y/o vapores, según el cartucho seleccionado⁵⁷. Estas mascarillas se usan comunmente en áreas abiertas con buena ventilación y por períodos de tiempos limitados.
- iii) Máscara para toda la cara⁵⁷: Este dispositivo, se puede utilizar con dos diferentes tipos de dispositivos:
 - A) "Respirador de bote o cartucho químico", cubre los ojos, la nariz y la boca y puede tener el cartucho montado en la máscara, o estar conectado por un tubo flexible a un bote que se lleva sujeto a la cintura. Se le da el mismo uso que a media máscara, con la ventaja que ésta protege los ojos contra posibles salpicaduras.
 - B) Aparato para la inhalación de aire respirable⁵⁷: Es una máscara para toda la cara con un tubo flexible para traer aire

del exterior. También es posible suministrar aire mediante un compresor o conectar el equipo a la tubería de aire comprimido. Este tipo de equipo es utilizado en las áreas con un alto riesgo de exposición y donde los tiempos de operación son prolongados, como las áreas de formulación, envasado y en los trabajos de mantenimiento en el interior de equipos de proceso.

- iv) Aparato autónomo de respiración⁵⁷. Este equipo es similar al anterior, con la excepción de que la mascarilla se conecta a un cilindro de aire que la persona tiene que llevar a la espalda. Por lo pesado y molesto este equipo no es utilizado en las operaciones normales de la planta. Suelen utilizarlo sólo los bomberos.

Protección Cutánea: Para prevenir la absorción de los tóxicos a través de la piel se recomienda el siguiente EPP.

Ropa de algodón: Esta consiste básicamente en overol y cobertura para la cabeza.

Overol (mono)⁵⁷: Los overoles deben de ser de una pieza, abrochar en las muñecas y el cuello, y estar confeccionados de algodón. Las ventajas que ofrece este equipo son:

- 1) No existe el riesgo de contaminar la ropa que se utiliza habitualmente, y no se llevará contaminación al área doméstica.
- 2) Los overoles pueden lavarse (o descartarse).
- 3) En general, las personas trabajan más eficientemente si no deben preocuparse porque sus propias ropas puedan arruinarse o contaminarse cuando maneja plaguicidas.

Se recomienda que la ropa sea de algodón por las siguientes razones:

- 1) Su absorbencia: En caso de ocurrir algún derrame sobre la ropa, el algodón no permite el paso inmediato del líquido a la piel, y se cuenta con un intervalo de tiempo para quitarse la ropa.
- 2) Sus cualidades térmicas: La ropa de algodón provee un buen aislamiento térmico contra el frío en temporada de invierno, y en temporada de calor, es tan cómodo como la ropa de uso común.
- 3) Es antiestático

Se recomienda el uso obligatorio de overol como precaución mínima.

Cobertura de la Cabeza⁵⁷: Cuando se manejen con frecuencia materiales en polvo, se recomienda usar gorros o casquetes de algodón fácilmente lavables

Ropa impermeable: Incluye una amplia gama de vestimentas, desde delantales, overoles, chaquetas y pantalones hasta trajes de cobertura total. En las áreas donde el riesgo de contacto con los plaguicidas es muy alto (formulación), debe de utilizarse este equipo.

1) Overol o mandil ahulado⁵⁷: Preferiblemente, éstos deben de ser de neopreno. Deben de cubrir desde lo alto del pecho hasta más abajo del borde de las botas y rodear bien las piernas a los costados.

2) Botas⁵⁷: Estas son necesarias por los casos en que se produzcan fugas o derrames accidentales de los materiales insecticidas. No se deben atar con cordones y deben de ser de material impermeable. Las piernas del overol deben quedar fuera y no meterse dentro de la bota. Deben examinarse las botas con regularidad para verificar que no tengan filtraciones ni estén dañadas. En climas cálidos las botas resultan más cómodas si se usan con calcetín de algodón.

3) Guantes⁵⁷: El tipo de guantes es de gran importancia y deben estar disponibles en número suficiente para cualquier caso de emergencia. Deben de ser del tipo de "guantelete" o "manopla" (usados debajo de la manga del overol) y nunca guantes cortos que lleguen solo hasta la muñeca. No son adecuados los guantes con forros de tela, ya que el plástico o caucho de revestimiento puede deteriorarse y permitir que la tela se impregne con el insecticida. Hay poca diferencia entre los guantes de PVC, de caucho de nitrilo o de neopreno, aunque se prefieren los de neopreno. Los guantes de PVC son resistentes a la abrasión, pero tienden a agrietarse con el tiempo. Los de caucho de nitrilo son a menudo más baratos que los de neopreno, pero pueden endurecerse y agrietarse. Los de polietileno son resistentes a los insecticidas, pero, a menudo, se desgarran. No se recomiendan los guantes de caucho natural, ya que tienen poca resistencia a muchos disolventes utilizados en las formulación líquidas.

Inmediatamente después del uso y antes de quitárselos, los guantes deben lavarse bien con agua y jabón o detergente. Si se han manejado insecticidas organofosforados, dejar los guantes en remojo en una solución alcalina durante 8 horas, por lo menos, enjuagarlos y secarlos antes de volver a usarlos. Durante el enjuague, los guantes deben tomarse por el puño mientras se mantienen bajo el agua y estrujarse para verificar si hay filtraciones, si se detecta una fuga, el guante debe desecharse. Para la inspección de fugas, también resulta útil inflar los guantes con aire a baja presión. El guante inflado se mantiene bajo el agua y se verifica que no aparezcan burbujas de aire.

Los guantes desechados y contaminados deben destruirse con el objeto de evitar la recuperación y el uso no autorizado.

Proteccion contra la Ingestión: Durante los procesos de formulación de insecticidas es poco probable ocurra la ingestión accidental del tóxico, sin embargo, para minimizar este riesgo se debe implementar el siguiente procedimiento de seguridad:

* Prohibir la introducción de cualquier tipo de alimentos y bebidas a las áreas de producción, almacén y laboratorio. Se debe de asignar una área para tomar alimentos, la cual debe estar alejada de las zonas donde los insecticidas sean manejados. Igualmente debe prohibirse la introducción de cigarros o cualquier producto que pueda ser llevado a la boca.

Mantenimiento: El uso del EPP debe de someterse a revisión periódica con el objeto de confirmar que está en buenas condiciones y los procedimientos de su uso son adecuados y que se están cumpliendo. La revisión fluctúa desde una vigilancia informal por parte del supervisor a una auditoría formal por terceros, con asesores especializados cuando sea necesario.

Todo personal que interviene en las formulaciones líquidas deberá usar el equipo de protección personal adecuado a la operación a realizar y está obligado a verificar que éste se encuentre en buenas condiciones para su uso.

Capacitación: Será preciso proporcionar a los empleados información y capacitación suficiente respecto a los riesgos relacionados con sus labores, para que puedan trabajar en forma más segura y con un mínimo de riesgos para la salud. Los empleados que están plenamente conscientes de los riesgos y la necesidad de protección se encuentran más dispuestos a aceptar tales dificultades y a usar el equipo que se les proporciona.

Para que un programa de uso de EPP tenga éxito, es necesario que los ejecutivos de supervisión conozcan el EPP y se les haga responsable por su uso. Los supervisores deben de dar ejemplo usando el EPP cuando sea necesario y asegurándose de que los demás lo emplean.

Existe EPP que no es exclusivo de las plantas formuladoras de insecticidas pero que es importante mencionar.

Protección para la cabeza⁵⁶: Los cascos de seguridad tienen por objeto proteger al usuario contra daños por penetración o impacto, están diseñados para que no se rompan al recibir un golpe y no transfieran la fuerza del golpe al cráneo de la persona.

Protección para los pies⁵⁷: Los zapatos y la botas con punteras de acero protegen contra diversos grados de impactos. Las suelas para trabajos pesados, por ejemplo de poliuretano, PVC o madera, también puede ser una protección efectiva.

La generación de la electricidad estática en una persona puede reducirse mediante el uso de calzado antiestático, éste debe tener una resistencia entre 5×10^4 y 10^8 ohms. La resistencia eléctrica del calzado fabricado con material conductor y antiestático puede cambiar significativamente a lo largo del tiempo por lo que es posible que se requiera hacer pruebas de resistencia eléctrica a intervalos regulares para asegurar que el zapato está disipando aún las cargas electrostáticas y proporcionando protección eléctrica.

Protección ocular⁵⁸:

Para proteger los ojos se pueden usar equipos tales como: Gafas; Lentes de seguridad; Visores / Protectores Faciales:

Para una protección máxima contra lesiones oculares, se recomienda poner en práctica un programa obligatorio que requiera el uso de protección ocular al 100% del tiempo en áreas de riesgo, tales como zonas de procesamiento, laboratorios y talleres.

Protección para la cabeza⁵⁸: Los cascos de seguridad tienen por objeto proteger al usuario contra daños por penetración o impacto, están diseñados para que no se rompan al recibir un golpe y no transfieran la fuerza del golpe al cráneo de la persona.

Protección para los pies⁵⁸: Los zapatos y la botas con punteras de acero protegen contra diversos grados de impactos. Las suelas para trabajos pesados, por ejemplo de poliuretano, PVC o madera, también puede ser una protección efectiva.

La generación de la electricidad estática en una persona puede reducirse mediante el uso de calzado antiestático, éste debe tener una resistencia entre 5×10^4 y 10^8 ohms. La resistencia eléctrica del calzado fabricado con material conductor y antiestático puede cambiar significativamente a lo largo del tiempo por lo que es posible que se requiera hacer pruebas de resistencia eléctrica a intervalos regulares para asegurar que el zapato está disipando aún las cargas electrostáticas y proporcionando protección eléctrica.

Protección ocular⁵⁸:

Para proteger los ojos se pueden usar equipos tales como: Gafas; Lentes de seguridad; Visores / Protectores Faciales:

Para una protección máxima contra lesiones oculares, se recomienda poner en práctica un programa obligatorio que requiera el uso de protección ocular al 100% del tiempo en áreas de riesgo, tales como zonas de procesamiento, laboratorios y talleres.

PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD E HIGIENE*

Una planta formuladora puede tener las mejores instalaciones, el más moderno equipo de proceso y el funcional equipo de protección personal, pero, esto no es suficiente para garantizar un buen funcionamiento de la planta y un manejo seguro de los plaguicidas. Para ayudar al buen funcionamiento de la planta formuladora, se deben establecer procedimiento de seguridad e higiene, e incluir un programa para darlos a conocer a todo el personal y verificar su cumplimiento.

Los procedimientos deben abarcar actividades como:

- a) Recepción y embarque de mercancías
- b) Formulación y Envasado
- c) Control de derrames y eliminación de desechos.
- d) Almacenamiento
- e) Mantenimiento
- d) Control de Calidad
- e) Salud ocupacional y Primeros auxilios
- f) Vestido y equipo de protección personal
- g) Emergencias en caso de siniestros

* Experiencia profesional de 6 años en el área de Agroquímicos de Shell México S.A. de C.V.

5.2 CONTROL DE RIESGOS EN EL TRANSPORTE:

La seguridad durante el transporte, con un mínimo de riesgo para las personas y el medio ambiente, tiene que ser la consideración principal de cuantos se ocupan de la distribución de plaguicidas. Muchos de los incidentes que ocurren durante el transporte de plaguicidas podrían evitarse si se siguieran las buenas prácticas de distribución. Las exigencias para el transporte seguro de los plaguicidas son en esencia las mismas que para los demás productos químicos. Asimismo en caso de accidentes en los que haya fugas, derrames o incendio, el efecto de los plaguicidas en el medio ambiente es en general comparable al de muchas otras sustancias químicas. Las recomendaciones presentadas en esta sección ayudarán a lograr un transporte más seguro de los plaguicidas, evitando que estos se conviertan en un riesgo tanto para el hombre como para el medio ambiente. Los principios básicos de seguridad se aplican a todos los medios de transporte. Sin embargo, ya que el transporte por carreteras es el más común y donde mayores riesgos de accidentes existen, esta sección trata sobre todo el transporte por carretera.

Los riesgos de accidentes pueden ser reducidos si se presta la atención necesaria a las actividades que van desde la verificación del vehículo antes de cargar hasta la recepción del producto terminado por el cliente.

CARGA DE MERCANCIAS

Para disminuir los riesgos de accidentes en el transporte de plaguicidas, se debe tomar en cuenta las siguientes precauciones al momento de cargar el transporte.

Envases

Un empaque defectuoso puede ocasionar fugas accidentales de producto y presentar riesgos de seguridad.

Antes de empezar a cargar, todos los bultos tienen que ser verificados para confirmar que están en buenas condiciones y aptos en todos sus aspectos para el transporte. En esto se incluyen las verificaciones del marcado y etiquetado correcto, así como las condiciones generales de los envases, prestando atención especial a las mercancías que se han almacenado por mucho tiempo. Puntos principales a observar:

- * Envases dañados o severamente corroídos o con muestras de haber sufrido fugas no deberán cargarse nunca.
- * Los plaguicidas únicamente deben de transportarse en envases debidamente marcados y etiquetados, jamás con etiquetas ilegibles o en malas condiciones.
- * Las etiquetas deben ponerse en los envases de forma que se vean con facilidad durante el almacenamiento y transporte.

Marcado y Etiquetado

El marcado y etiquetado de los envases y unidades transportadoras, que lleven mercancías peligrosas están regulados por la ley en muchos países, así como por los códigos internacionales de prácticas seguras, con el objeto de comunicar los riesgos posibles a todos quienes manipulen las mercancías en el curso de su distribución. En México el marcado y etiquetado está regulado por la Secretaria de Comunicaciones y Transportes^{51,52,53}; a través de las normas técnicas para el transporte de materiales peligrosos:

- NTTMP.-SCT-008/92** Sistema de identificación para materiales y residuos peligrosos; especificaciones y características de los carteles y etiquetas de los envases/embalajes y unidades que se emplean en el transporte terrestre a que se refiere el artículo 39 del reglamento para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos
- NTTMP.-SCT-002/92** Materiales peligrosos más usualmente transportados a que se refiere el artículo 21, del reglamento para el transporte terrestre de materiales peligrosos.
- NTTMP.-SCT-018/92** Especificaciones para el formateado de la hoja de emergencia en transportación, a que se refiere el artículo 104 del reglamento para el transporte terrestre de materiales peligrosos.

Verificación de las condiciones del vehículo

Si los productos no son distribuidos en los propios vehículos del proveedor, hay que verificar con cuidado que el transportista elegido sea adecuado y competente para el manejo de mercancías peligrosas. La verificación debe incluir una inspección de las

instalaciones del transportista y de sus procedimientos, para estar seguros de que cumplen con las normas. Por ejemplo:

- * El diseño y construcción de los vehículos deben ser adecuados para las cargas que se transportarán.
- * El mantenimiento debe hacerse a intervalos regulares, ser eficaz y basarse en una inspección sistemática y profunda.
- * Los plaguicidas deben transportarse únicamente en vehículos que cuenten con un compartimento separado para el conductor.

Una vez seleccionado el transportista, y antes de cargar cualquier transporte, se le debe examinar con atención, rechazándolo si no es adecuado. Los puntos principales que hay que observar son:

- * La condición general de las estructuras tiene que ser sólida, sin daños o defectos tales como neumáticos o luces defectuosas, que puedan afectar su seguridad.
- * Las cubiertas exteriores y suelos no deben tener agujeros o grietas e idealmente deben ser impermeables.
- * Las puertas tienen que estar en buen estado de funcionamiento.

Hay que quitar las etiquetas viejas que se refieran a cargas anteriores, para asegurar que no haya mal entendimiento.

El espacio de carga tiene que estar limpio, seco y sin clavos, tornillos o demás objetos agudos que puedan perforar los envases.

Si hay evidencia de que la unidad se usa con regularidad para el transporte de productos alimenticios, deberá ser rechazada.

Hay que prestar atención al mayor peso permisible a ser manejado por la unidad de transporte, para evitar la sobrecarga.

Consideraciones Climáticas.

Los plaguicidas son estables bajo condiciones normales. Sin embargo si se someten a condiciones extremas de temperatura o humedad durante el almacenamiento o transporte, puede darse la descomposición de algunos productos, con lo que la estabilidad del envase puede verse afectada de forma adversa, esto puede ocasionar fugas y problemas de contaminación durante el transporte.

En general, los plaguicidas deben almacenarse bajo techo e ir cubiertos durante el transporte para protegerlos de: La lluvia y la luz solar directa (aspecto particularmente importante en países de clima cálido)

Separación de cargas

Nunca hay que transportar los plaguicidas en el mismo espacio de carga con alimentos para humanos o animales, u otros productos destinados al consumo o uso humano (por ejemplo productos farmacéuticos, tabaco o ropa). Los productos que son incompatibles, por ejemplo agentes oxidantes y sustancias inflamables no se deben llevar en la misma unidad transportadora.

Estiba y sujeción de las cargas

Al planificar la estiba y sujeción de las cargas, es importante tener en cuenta las fuerzas que puedan actuar sobre las mercancías. Por ejemplo, las fuerzas que imponen la aceleración y el frenado de los vehículos o vagones de ferrocarril, o el movimiento de los barcos en el mar. Todas ellas crean tensiones muy considerables, que pueden causar graves daños si la la carga no está bien sujeta.

La carga debe organizarse teniendo en cuenta lo siguiente:

- * El peso debe distribuirse uniformemente.
- * No se deben poner mercancías más pesadas sobre otras más ligeras.
- * No deben estibarse líquidos encima de mercancías secas.
- * Cuando haya que transportar dos capas de productos distintos en envases similares, se pondrán encima los menos peligrosos.
- * Los envases, sobre todo los sacos u otros materiales fáciles de dañar; deben protegerse de salientes o ángulos puntiagudos mediante el uso de un material acolchonado apropiado.
- * Cuando la carga consta de envases poco estables o envases de varios tipos, habrá que utilizar planchas de madera u otro material adecuado entre las capas para estabilizar las pilas.
- * Las instrucciones especiales que se indican en los envases tienen que seguirse estrictamente; por ejemplo mercancías marcadas "ESTE LADO HACIA ARRIBA" o con una altura máxima de estiba.
- * Todos los envases que contengan líquidos deben estibarse con los tapones hacia arriba.

Además en caso de unidades cerradas:

- * Hay que sujetar bien los envases próximos a las puertas para evitar que caigan fuera al abrirse éstas.
- * Preferentemente, las mercancías peligrosas deben ir cerca de la puerta, para un acceso más fácil.

RECOMENDACIONES

Las siguientes recomendaciones ayudarán a hacer más seguro el transporte de los plaguicidas

Tarjeta de emergencia en el transporte: Los conductores de los vehículos que transportan productos peligrosos deben recibir instrucciones escritas, por ejemplo una tarjeta de emergencia durante el transporte donde se dé información de emergencia que permita identificar los puntos siguientes en caso de accidente:

- 1.- Los productos que se transportan.
- 2.- La naturaleza del peligro.
- 3.- Las precauciones a tomar y acciones en caso de emergencia.
- 4.- Información del proveedor incluyendo su dirección y un número de teléfono de emergencia.

* La tarjeta de emergencia durante el transporte debe estar en la cabina del vehículo, en un sitio muy visible el cual sea accesible fácilmente en todo momento.

* En el vehículo únicamente debe haber información relativa a los productos que se transportan. Se deben quitar los documentos que pertenecen a cargas anteriores.

Precauciones a tomar y acciones en caso de emergencia

Los conductores deben recibir el procedimiento a seguir en caso de accidente (entendiéndose como accidente cuando se verifiquen daños en embalajes con el consecuente derrame del producto). Las instrucciones deben contemplar:

i) Accidentes de naturaleza general sin fugas ni derrames de producto.

En caso de accidentes de unidades que estén transportando cualquiera de los productos plaguicidas, deberán de seguirse las reglas generales que aparecen a continuación.

- a) Prevenga a la policía, a los oficiales de bomberos y/o a las cuadrillas de emergencia locales, indicándoles la naturaleza de la carga a fin de que puedan manejar la situación adecuadamente.
- b) Llame a la compañía propietaria de la carga o a su representante más cercano; indicándole la magnitud del daño.
- c) Aisle el área afectada y mantenga alejado al personal que no esté autorizado a permanecer en el lugar.

ii) Accidentes donde hay fugas o derrames

- a) En casos de pequeña gravedad (Ej.: pequeños derrames limitados a la carrocería del camión), continuar el viaje y avisar al personal encargado de la descarga de la existencia de embalajes que derraman para que se proceda con prioridad a su descarga.
- b) En casos graves, cuando el derrame es excesivo:
 - * Jamás prosiga el viaje o entre en una ciudad o área habitada.
 - * Estacionar el vehículo en un lugar con buena ventilación y que presente el menor riesgo posible en lo que se refiere a contaminación de cursos de agua.
 - * No abrir las puertas de la unidad de transporte, Ni tocar embalajes con derrame, a menos que lo aconseje una persona competente y se utilice el equipo de protección adecuado.
 - * No fumar

- * Evitar el esparcimiento de la contaminación, construyendo una barrera con el material absorbente disponible (aserrín, tierra, arena, etc.) para cercar la contaminación.
- * Recoger los líquidos derramados con el material absorbente y colocarlo dentro de un recipiente con tapa para que sea descontaminado posteriormente en un lugar seguro.
- * Contacte con la empresa transportadora y con la empresa productora para recibir las instrucciones necesarias.
- * Mantener alejados a los curiosos, aislando el área.
- * Comunicar a la Policía, a la Oficina Sanitaria más cercana y al Cuerpo de Bomberos, a quienes debe Proporcionar la información de la carga que por escrito, le fue dada.

iii) Accidentes que causen un incendio

Los conductores deben tratar de apagar incendios pequeños y localizados, por ejemplo en la cabina o el motor.

En caso de un incendio más grave, llamar a los servicios de emergencia. Hay que observar lo siguientes:

- * Evitar la inhalación de los vapores. Usar la careta respiratoria
- * Refrescar los bidones que contengan líquidos, rociándolos con agua.

iv) Primeros auxilios

Se debe proporcionar información específica para prestar primeros auxilios en caso de entrar en contacto con los tóxicos.

Equipo de protección personal y de emergencia en el transporte

Deben efectuarse inspecciones regulares, para asegurarse de que los artículos siguientes estén a bordo de los vehículos que transportan plaguicidas y que estén en perfectas condiciones.

- 1.- Extintores de Incendios: Extintores con capacidad suficiente
Cuando sólo haya uno, se recomienda el tipo de extintor con gas halón (BCF).
- 2.- Botiquín: Un botiquín con el material necesario para atender una intoxicación con el insecticida que se transporta. Debe guardarse en la cabina del vehículo, en un lugar accesible.
- 3.- Ropa Protectora: Esta será destinada para el uso de los conductores al manipular envases dañados o limpiar pequeños derrames. Debe incluir:
 - * Guantes de nitrilo o PVC.
 - * Lentes protectores.
 - * Delantal de PVC o polietileno.
 - * Botas de PVC
- 4.- Equipo de Limpieza: Una pequeña cantidad de material absorbente apropiado, ejemplo un saco de aserrín con sosa o detergente polvo, una pala, una escoba y bolsas de plástico grueso, para limpiar derrames menores.

DESCARGA DE MERCANCIAS

Cuando se ha completado la descarga, el consignatario debe verificar tanto los envases como las unidades de transporte. Hay que tomar en cuenta los puntos principales siguientes:

- * Verificar que las cantidades y tipos de producto entregados están de acuerdo con el inventario de carga. Si se observan diferencias, verificar si se ha producido alguna pérdida durante el tránsito.
- * Inspeccionar el armazón de la unidad de transporte y sus cubiertas, por ejemplo lonas, por señales de fugas y derrames. Si se encuentran tales señales descontaminar la unidad de inmediato, no debe de ponerse en marcha sin haber sido limpiada y descontaminada a fondo.
- * Verificar todos los productos recién recibidos para ver si hay fugas, tapones o tapas flojos u otros daños. Si es preciso, volver a envasar de inmediato y antes de almacenar, en envases adecuados y debidamente etiquetados.
- * Sustituir las etiquetas estropeadas.

5.3 CONTROL DE RIESGOS EN LAS APLICACIONES AGRICOLAS^{27,29}

Existe un cierto número de principios básicos comunes a la mayor parte de las situaciones de manejo de plaguicidas en el campo, que permiten a los usuarios obtener resultados efectivos, sin riesgo para ellos mismos, otras personas y el medio ambiente. Algunos de estos principios básicos incluyen:

ALMACENAMIENTO^{27,29}

- * Programar cuidadosamente las compras de plaguicidas, para reducir el tiempo de almacenamiento y evitar sobrantes.
- * Consultar las etiquetas para conocer las instrucciones de almacenamiento, y evitar especialmente temperaturas extremas.
- * Siempre debe almacenar los plaguicidas en lugares seguros, lejos del alcance de los animales, niños y personas no autorizadas.
- * almacenar los plaguicidas bajo llave, lejos de alimentos y otras mercancías. No debe haber posibilidad de contaminación y tampoco de que un plaguicida pueda ser confundido con cualquier otro producto.
- * Los envases de alimentos y bebidas nunca deben usarse para guardar plaguicidas.
- * Mantenerlos secos, pero lejos del fuego, y sin que reciban directamente la luz del sol.

PREPARACION DE NEBLAS^{27,29}

- * Evitar el contacto del producto con la piel. Usar para ello ropa protectora. Si se produce contaminación de la piel o las ropas, lavarlas inmediatamente con abundancia de agua y jabón.
- * No repartir ni mezclar plaguicidas en/o cerca de viviendas, o donde se encuentre el ganado.
- * Mantener alejados a los niños y a los animales.
- * Tener cuidado de no contaminar los surtidores de agua.
- * Verter cuidadosamente los líquidos, evitando salpicaduras y derrames; si es necesario, emplear un embudo. No succiones con un tubo, ningún plaguicida líquido.
- * Colocarse contra el viento, para que el polvo, vapores o salpicaduras que pudieran formarse, sean arrastrados lejos del operario.
- * Lavar todo el equipo después de su empleo. El agua de lavado de echarse en una excavación del suelo, lejos de viviendas, pozos, acequias, canales y cultivos.

APLICACION^{27,29}

- * Leer y seguir las instrucciones de la etiqueta, o solicitar información sobre la dosis, técnica, ropas protectoras, momentos y plazos de aplicación, intervalos hasta la recolección, etc.
- * 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 tratadas.
- * No emplear equipo con fugas. Los derrames pueden causar contaminación en la piel y también pueden producir una defectuosa aplicación y causar daños en los cultivos.

- * Cuando se estén aplicando plaguicidas, no deben haber otros trabajadores en el área tratada.
- * Observar las condiciones atmosféricas, particularmente el viento, que 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, agua, 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, la etiqueta debe avisar de esta eventualidad.
- * No trabajar con viento fuerte
- * Mantener a las personas y a los animales lejos de los cultivos tratados recientemente.
- * No comer, beber ni fumar durante la aplicación, ni antes de lavarse las manos al manejar plaguicidas.
- * No intentar desatascar las boquillas obstruidas soplando con la boca. Límpielas con agua, o con una sonda blanda, tal como un tallo herbáceo.

DESTRUCCION DE RESIDUOS^{25, 27, 29, 40, 43, 45}

El plan de operaciones debe prepararse para que al final del día no sobre plaguicida ya preparado para su aplicación. No obstante, si se producen sobras deberán emplearse siempre al día siguiente, salvo que en la etiqueta se especifique que no deba hacerse. Cuando esto no sea posible, pueden emplearse pequeñas cantidades del preparado en aplicaciones repetidas sobre el cultivo.

Todos los envases vacíos deben ser tratados como sigue:

- * Lavar los envases metálicos y los bidones; perforarlos a

continuación y enterrarlos.

- * Lavar, perforar y quemar o enterrar los envases de plástico.
- * los envases no deben lavarse o enjuagarse en corrientes de agua, ríos o charcas.
- * Quemar los envases de cartón

Los fuegos deben hacerse lejos de los cultivos y viviendas.

- * No exponerse a los humos de tales fuegos y alejar a los niños.

La fosa para enterrar residuos debe tener de medio metro a un metro de profundidad. El punto donde se cava la fosa debe estar a 100 metros o más de arroyos, pozos de agua y viviendas⁴³.

Nota: Únicamente se podrá cavar la fosa si el nivel del agua subterránea que pasa por el lugar es profunda.

5.4 PARTICIPACION DEL GOBIERNO EN EL CONTROL DE RIESGOS

Los gobiernos de los países, con apoyo de los organismos internacionales, deben establecer regulaciones sobre plaguicidas que permitan a la sociedad obtener los beneficios que derivan del uso de estas sustancias.

Tal como lo recomienda el Código Internacional de Conducta para la Distribución y la Utilización de Plaguicidas²¹, las disposiciones legales deberían regular todos los aspectos relacionados con estas sustancias desde su fabricación, formulación e importación hasta el transporte, venta, uso, publicidad y disposición de desechos.

Una de las funciones fundamentales del Código, el cuál es de carácter voluntario, es servir de punto de referencia, sobre todo, hasta en tanto los países establezcan la infraestructura adecuada para la reglamentación de los plaguicidas.

Así los gobiernos tienen la responsabilidad general de la distribución y utilización de plaguicidas en sus países y deben formular legislaciones específicas para regularlas. Además de desarrollar extensos programas de educación de la población y fomentar la investigación en la búsqueda de sustancias plaguicidas que sean más seguras y selectivas en su acción. Así como establecer sistemas de vigilancia de los efectos de los plaguicidas en la salud y el ambiente.

Afortunadamente en México las regulaciones relacionadas con los plaguicidas son realizadas por una comisión intersecretarial denominada CICOPLAPEST (Comisión Intersecretarial para el Control del proceso y uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas) la cual fue creada en 1987 y tiene como objetivos realizar actividades coordinadas de regulación y control, así como agilizar la expedición de registros y autorizaciones de importación, asegurando que los productos autorizados cumplan con los requisitos internacionales de calidad, al mismo tiempo que evita el uso en México de sustancias de alto riesgo que pueden causar daños al ambiente o a la salud de la población. La CICOPLAPEST esta integrada por cuatro Secretarías: SARH (Secretaría Agricultura y Recursos Hidraulicos, SECOFI (Secretaría Comercio y Fomento Industrial), SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social) y SSA (Secretaría de Salud).

La CICOPLAPEST basa sus regulaciones en información obtenida de otros países, especialmente datos generados en Estados Unidos por la EPA (Environmental Protection Agency), la FDA (Food and Drug Administration) y la USDA (U.S. Department of Agriculture) ³⁸. Asimismo se considera la información generada por organismos como: la OMS (Organización Mundial de la Salud); ONU a través de organismos como la FAO (ORGANIZACION MUNDIAL DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION); y diversas organizaciones no gubernamentales como la GIAFAP (Grupo Internacional de Asociaciones Nacionales de Fabricantes de Productos Agroquímicos).

C A P I T U L O VI

6 EQUIPO DE CONTROL DE EMISIONES CONTAMINANTES

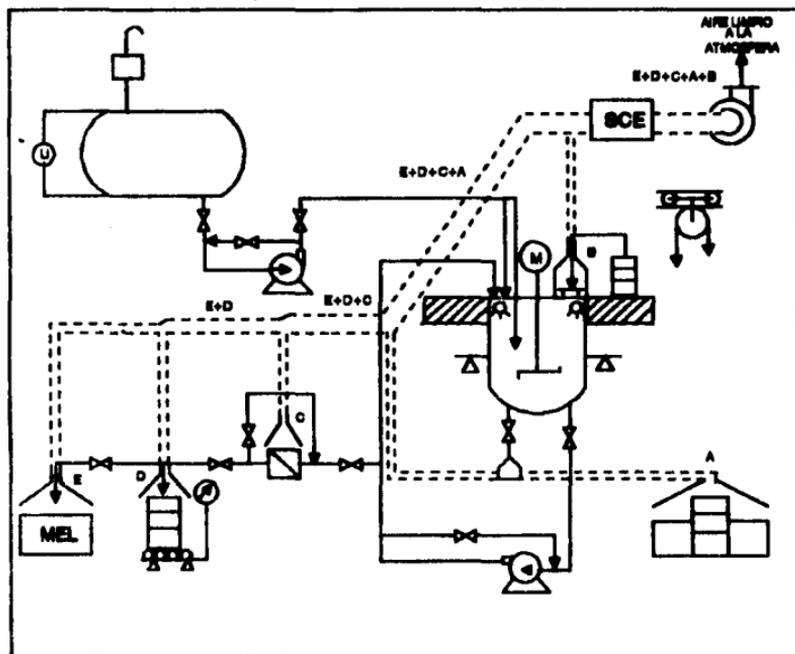
Las áreas de producción deben de estar bien ventiladas, principalmente para ofrecer condiciones agradables de trabajo y con el fin de disminuir los riesgos de intoxicación por inhalación de polvos y/o vapores tóxicos, para ello en las áreas de proceso deben instalarse sistemas de extracción de aire con lavadores de gases y colectores de polvos²⁸.

6.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE EXTRACCION DE AIRE DE UNA PLANTA DE FORMULACIONES LIQUIDAS

Los puntos, en las áreas de formulaciones líquidas, donde existe un mayor riesgo de exposición a los tóxicos, son aquellos en los que hay contacto directo de estos materiales con el aire (fig. 25).

En el cuadro 25 se presentan los tipos de campanas recomendados en el manual "INDUSTRIAL VENTILATION"¹¹ así como la fórmula para el cálculo del flujo de aire capturado.

Figura 55
 Principales puntos de emisión de contaminantes en una
 Planta de Formulación Líquida (*)



A) Área de desdoblamiento
 del material sólido

B) Área de vaciado de tambores
 de material sólido

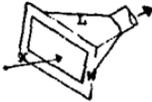
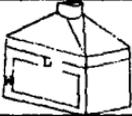
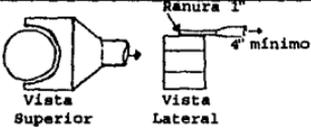
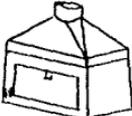
C) Área de filtración

D) Área de empaque de tambores

E) Área de máquina empaquetadora

(*) Equipos y procesos obtenidos en 6 años de trabajo en el
 área de producción de agroquímicos de Spaf México S.A. de C.V.

Cuadro 25

Area	Tipo de Campana	Flujo de Aire
A) Area de des cristalización del material técnico.		$Q = 0.75Vc * (10X^2 + Ac)$ $H > 0.2$ L
B) Area de vaciado de tambores de material técnico.		$Q = Vc * Ac = V * WL$
C) Area de filtración.		$Q = Vc * Af$ $H < 0.2$ L
D) Area de envasado en tambores		$Q = 50 fcm * Dt(ft)$
E) Area de máquina envasadora		$Q = Vc * Ac = V * WL$

Q = Flujo de aire en el ducto (ft³/min) Ac = Area de captura de aire (ft²)
 Vc = Velocidad de captura de aire (ft/min) Af = Area de la tapa del tambor (ft²)

1.- Cálculo del flujo de aire y diámetro de los ductos.

Para efectos de cálculo se considera una velocidad de captura de aire $V_c=100$ ft/min y una velocidad de transporte en el ducto $V_d=1200$ ft/min (velocidades recomendadas en el manual "INDUSTRIAL VENTILATION")¹³.

$$Q = V_c * A_c$$

$$A_d = \frac{Q}{V_d}$$

donde: A_d = Área de flujo de aire en el ducto
 V_d = Velocidad del aire en el ducto

$$D_x = \sqrt{\frac{4 * A_d}{\pi}} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V_d}}$$

donde: D_x = Diámetro del ducto X

Para el punto A tenemos:

Se selecciona una campana de extracción con dimensiones $L=1$ ft, $W=1$ ft y $X=0.5$ ft. Por lo tanto:

$$Q = V_c * (10X^2 + A_c) = 100 \text{ ft/min} * (10 * (0.5 \text{ ft})^2 + 1 \text{ ft} * 1 \text{ ft})$$

por lo tanto: Flujo en el ducto A = 350 ft³/min

$$D_a = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V_d}} = \sqrt{\frac{4 * (350 \text{ ft}^3/\text{min})}{\pi * 1200 \text{ ft/min}}} = 0.61 \text{ ft} = 7.3 \text{ pulgadas}$$

por lo tanto: Diámetro del ducto A = 7.5 pulgadas

Para el punto B tenemos:

Se selecciona una campana de extracción 3 ft x 3 ft de lado (área necesaria para poder vaciar un tambor de material técnico al mezclador).

$$A_c = 3 \text{ ft} \times 3 \text{ ft} = 9 \text{ ft}^2 \quad \text{y} \quad V_c = 100 \text{ ft}/\text{min}$$

$$Q = V_c \cdot A_c = 100 \text{ ft}/\text{min} \cdot 9 \text{ ft}^2 = 900 \text{ ft}^3/\text{min}$$

por lo tanto: **Flujo en el ducto B = 900 ft³/min**

$$D_b = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V_d}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (900 \text{ ft}^3/\text{min})}{\pi \cdot 1200 \text{ ft}/\text{min}}} = 0.98 \text{ ft} = 11.75 \text{ pulgadas}$$

por lo tanto: **Diámetro del ducto B = 12 pulgadas**

Para el punto C tenemos:

Para cuestiones de cálculo se considera un filtro de 2 ft de diámetro (este en realidad depende del volumen de producción de la planta formuladora). Las dimensiones de la campana tipo ranura (fig. 25) serán: L= 3 ft y Vc= 100 ft/min.

$$A_t = \pi \cdot D^2/4 = \pi \cdot (2 \text{ ft})^2/4 = 3.14 \text{ ft}^2$$

$$Q = V \cdot A_f = 100 \text{ ft}/\text{min} \cdot 3.14 \text{ ft}^2 = 314.16 \text{ ft}^3/\text{min}$$

por lo tanto: **Flujo en el ducto C = 314.16 ft³/min**

$$D_c = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V_d}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (314.16 \text{ ft}^3/\text{min})}{\pi \cdot 1200 \text{ ft}/\text{min}}} = 0.577 \text{ ft} = 6.93 \text{ pulgadas}$$

por lo tanto: **Diámetro del ducto C = 7 pulgadas**

Para el punto D tenemos:

$$Q = 50 \text{ fcm} \cdot D_t \cdot f_{DQ} = 50 \cdot 1.8 = 90 \text{ ft}^3$$

por lo tanto: **Flujo en el ducto D = 90 ft³/min**

$$D_d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V_d}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (90 \text{ ft}^3/\text{min})}{\pi \cdot 1200 \text{ ft}/\text{min}}} = 0.31 \text{ ft} = 3.7 \text{ pulgadas}$$

por lo tanto: **Diámetro del ducto D = 4 pulgadas**

Para el punto E tenemos:

Se selecciona una campana de extracción cerrada, con un área abierta (para alimentación de envase) de 2 ft x 2 ft de lado.

$$A_c = 2 \text{ ft} \times 2 \text{ ft} = 4 \text{ ft}^2 \quad \text{y} \quad V_c = 100 \text{ ft}/\text{min}$$

$$Q = V_c \cdot A_c = 100 \text{ ft}/\text{min} \cdot 4 \text{ ft}^2 = 400 \text{ ft}^3/\text{min}$$

por lo tanto: Flujo en el ducto E = 400 ft³/min

$$D_e = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V_d}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (400 \text{ ft}^3/\text{min})}{\pi \cdot 1200 \text{ ft}/\text{min}}} = 0.65 \text{ ft} = 7.82 \text{ pulgadas}$$

por lo tanto: Diámetro del ducto E = 8 pulgadas

Tramo de ducto (E + D)

$$Q = Q_e + Q_d = (90 + 400) \text{ ft}^3/\text{min} = 490 \text{ ft}^3/\text{min}$$

$$D_{e+d} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V_d}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 490 \text{ ft}^3/\text{min}}{\pi \cdot 1200 \text{ ft}/\text{min}}} = 0.72 \text{ ft} = 8.65 \text{ pulgadas}$$

por lo tanto: Diámetro del ducto E + D = 9 pulgadas

Tramo de ducto (E + D + C)

$$Q = Q_e + Q_d + Q_c = (90 + 400 + 314) \text{ ft}^3/\text{min} = 804 \text{ ft}^3/\text{min}$$

$$D_{e+d+c} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V_d}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 804 \text{ ft}^3/\text{min}}{\pi \cdot 1200 \text{ ft}/\text{min}}} = 0.92 \text{ ft} = 11.08 \text{ pulgadas}$$

por lo tanto: Diámetro del ducto E + D + C = 11 pulgadas

Tramo de ducto (E + D + C + A)

$$Q = Q_e + Q_d + Q_c + Q_a$$

$$Q = (90 + 400 + 314 + 350) \text{ ft}^3/\text{min} = 1154 \text{ ft}^3/\text{min}$$

$$D_{e+d+c+a} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V_d}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1154 \text{ ft}^3/\text{min}}{\pi \cdot 1200 \text{ ft}/\text{min}}} = 1.11 \text{ ft} = 13.28 \text{ pulgadas}$$

por lo tanto: Diámetro del ducto E + D + C + A = 13.5 pulgadas

Tramo de ducto (E + D + C + B + A)

$$Q = Q_e + Q_d + Q_c + Q_b + Q_a$$

$$Q = (90 + 400 + 314 + 900 + 350) \text{ ft}^3/\text{min} = 2054 \text{ ft}^3/\text{min}$$

$$D_{e+d+c+b+a} = \sqrt{\frac{4 * Q}{* V_d}} = \sqrt{\frac{4 * 2054 \text{ ft}^3/\text{min}}{* 1200 \text{ ft}/\text{min}}} = 2.18 \text{ ft} = 26.15 \text{ pulgadas}$$

por lo tanto: Diámetro del ducto E + D + C + B + A = 26.5 pulgadas

Con esto se procede a la selección del ventilador con base en catálogos de proveedores. Para la selección del ventilador se necesitan los siguientes datos::

$$Q = \text{Gasto total de aire} = 2054 \text{ ft}^3/\text{min}$$

$$V = \text{Velocidad en el ducto} = 1200 \text{ Ft}/\text{min}$$

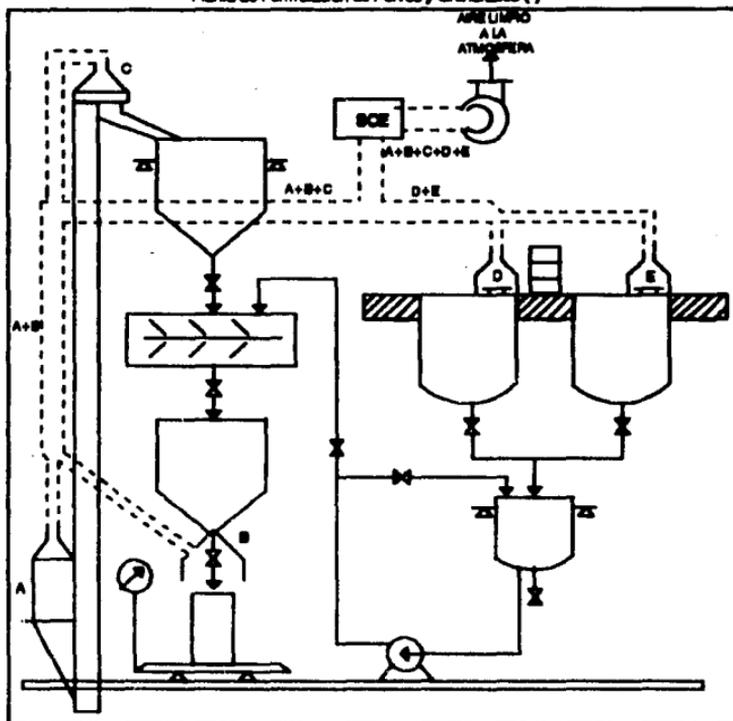
$$D_t = \text{Diámetro de entrada al ventilador} = 26.5 \text{ pulgadas}$$

S_p = Presión estática corregida por temperatura y altitud (ésta presión está en función de la longitud de los ductos, número de boquillas, codos, lavador de aire, etc. que dependerá de la distancia real a que estén ubicados los equipos).

EL DISEÑO DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE AIRE DE UNA PLANTA DE FORMULACIÓN DE POLVOS Y GRANULADOS

Figura 28

Principales puntos de emisión de contaminantes en una Planta de Formulación de Polvos y Granulados (*)



A) Área de vaciado de los polvos inertes

C) Parte superior del elevador de canchales

B) Área de envasado de producto terminado.

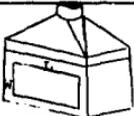
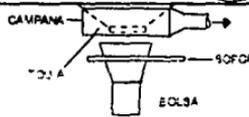
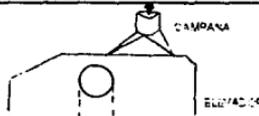
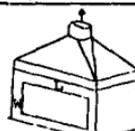
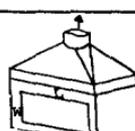
D) Área de vaciado de tambores de material sólido

E) Área de vaciado de tambores de material coadyuvante líquido

(*) Experiencia profesional obtenida en 8 años de trabajo en el área de producción de agrotécnicos de Shell México S.A. de C.V.

En el siguiente cuadro se presentan los tipos de campana recomendados en el manual "INDUSTRIAL VENTILATION"¹³ así como la fórmula para el cálculo del flujo de aire capturado.

Cuadro 26

Area	Tipo de Campana	Flujo de Aire
A) Area vaciado de polvos inertes		$Q = Vc + Ac = V * WL$
B) Area de envasado de producto terminado		$Q = 1500 \text{ ft}^3/\text{min}$
C) Parte superior del elevador de canjilones		$Q = Vc + Ast$
D) Vaciado de tambores de material técnico		$Q = Vc + Ac = V * WL$
E) Vaciado de tambores de coadyuvantes líquidos		$Q = Vc + Ac = V * WL$

Q = Flujo de aire en el ducto (ft³/min) Ac = Area de captura de aire (ft²)
Vc = Velocidad de captura de aire (ft/min) Ast = Area de sección transversal (ft²)

En el caso de polvos se concidera una velocidad de captura de aire $V_c=500$ ft/min y una velocidad de transporte en el ducto $V_d=3500$ ft/min (velocidades recomendadas en el manual "INDUSTRIAL VENTILATION")¹³.

Para el punto A tenemos:

Se selecciona una campana de extracción cerrada, con un área abierta (para alimentación de materiales) de 2 ft x 2 ft de lado.

$$Q = V_c * A_c = 500 \text{ ft/min} * 4 \text{ ft}^2 = 2000 \text{ ft}^3/\text{min}$$

por lo tanto: **Flujo en el ducto A = 2000 ft³/min**

$$D_a = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V_d}} = \sqrt{\frac{4 * (2000 \text{ ft}^3/\text{min})}{\pi * 3500 \text{ ft/min}}} = 0.85 \text{ ft} = 10.2 \text{ pulgadas}$$

por lo tanto: **Diámetro del ducto A = 10.5 pulgadas**

Para el punto B tenemos:

$$Q = 1500 \text{ ft}^3/\text{min}$$

por lo tanto: **Flujo en el ducto B = 1500 ft³/min**

$$D_b = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V_d}} = \sqrt{\frac{4 * (1500 \text{ ft}^3/\text{min})}{\pi * 3500 \text{ ft/min}}} = 0.74 \text{ ft} = 8.86 \text{ pulgadas}$$

por lo tanto: **Diámetro del ducto B = 9 pulgadas**

Para el punto C tenemos:

$$A_{st} = 3 \text{ ft} * 2 \text{ ft} = 6 \text{ ft}^2$$

$$Q = 100 * A_{st} = 100 * 6 = 600$$

por lo tanto: **Flujo en el ducto C = 600 ft³/min**

$$D_c = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V_d}} = \sqrt{\frac{4 * (600 \text{ ft}^3/\text{min})}{\pi * 3500 \text{ ft/min}}} = 0.467 \text{ ft} = 5.6 \text{ pulgadas}$$

por lo tanto: **Diámetro del ducto C = 6 pulgadas**

Para el punto D tenemos:

Se selecciona una campana de extracción 3 ft x 3 ft de lado (área necesaria para poder vaciar un tambor de material técnico al mezclador).

$$Ac = 3 \text{ ft} \times 3 \text{ ft} = 9 \text{ ft}^2 ; \quad Vc = 100 \text{ ft/min} ; \quad Vd = 1200 \text{ ft/min}$$

$$Q = Vc \cdot Ac = 100 \text{ ft/min} \cdot 9 \text{ ft}^2 = 900 \text{ ft}^3/\text{min}$$

por lo tanto: Flujo en el ducto D = 900 ft³/min

$$Dd = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot Vd}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (900 \text{ ft}^3/\text{min})}{\pi \cdot 3500 \text{ ft/min}}} = 0.57 \text{ ft} = 6.87 \text{ pulgadas}$$

por lo tanto: Diámetro del ducto D = 7 pulgadas

Para el punto E tenemos:

Se hacen las mismas consideraciones que en el ducto D.

por lo tanto: Flujo en el ducto E = 900 ft³/min

y Diámetro del ducto E = 7 pulgadas

Tramo de ducto (A + B)

$$Q = Qa + Qb = (2000 + 1500) \text{ ft}^3/\text{min} = 3500 \text{ ft}^3/\text{min}$$

$$Da+b = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot Vd}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3500 \text{ ft}^3/\text{min}}{\pi \cdot 3500 \text{ ft/min}}} = 1.13 \text{ ft} = 13.5 \text{ pulgadas}$$

por lo tanto: Diámetro del ducto A + B = 13.5 pulgadas

Tramo de ducto (A + B + C)

$$Q = Qa + Qb + Qc = (2000 + 1500 + 600) \text{ ft}^3/\text{min} = 4100 \text{ ft}^3/\text{min}$$

$$De+d+c = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot Vd}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4100 \text{ ft}^3/\text{min}}{\pi \cdot 3500 \text{ ft/min}}} = 1.22 \text{ ft} = 14.6 \text{ pulgadas}$$

por lo tanto: Diámetro del ducto A + B + C = 15 pulgadas

Tramo de ducto (D + E)

$$Q = Q_d + Q_e = (900 + 900) \text{ ft}^3/\text{min} = 1800 \text{ ft}^3/\text{min}$$

$$D_{d+e} = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V_d}} = \sqrt{\frac{4 * 1800 \text{ ft}^3/\text{min}}{\pi * 3500 \text{ ft}/\text{min}}} = 0.81 \text{ ft} = 9.71 \text{ pulgadas}$$

por lo tanto: **Diámetro del ducto D + E = 9.72 pulgadas**

Tramo de ducto (A + B + C + D + E)

$$Q = Q_A + Q_B + Q_C + Q_D + Q_E$$

$$Q = (2500 + 1500 + 600 + 900 + 900) \text{ ft}^3/\text{min} = 6400 \text{ ft}^3/\text{min}$$

$$D_{a+b+c+d+e} = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V_d}} = \sqrt{\frac{4 * 6400 \text{ ft}^3/\text{min}}{\pi * 3500 \text{ ft}/\text{min}}} = 1.53 \text{ ft} = 18.31 \text{ pulgadas}$$

por lo tanto: **Diámetro del ducto A + B + C + D + E = 18.5 pulgadas**

Con esto se procede a la selección del ventilador en base a catálogos del proveedor. Para la selección del ventilador se necesitan los siguientes datos::

$$Q = \text{Gasto total de aire} = 6400 \text{ ft}^3/\text{min}$$

$$V = \text{Velocidad en el ducto} = 3500 \text{ Ft}/\text{min}$$

$$D_t = \text{Diámetro de entrada al ventilador} = 18.5 \text{ pulgadas}$$

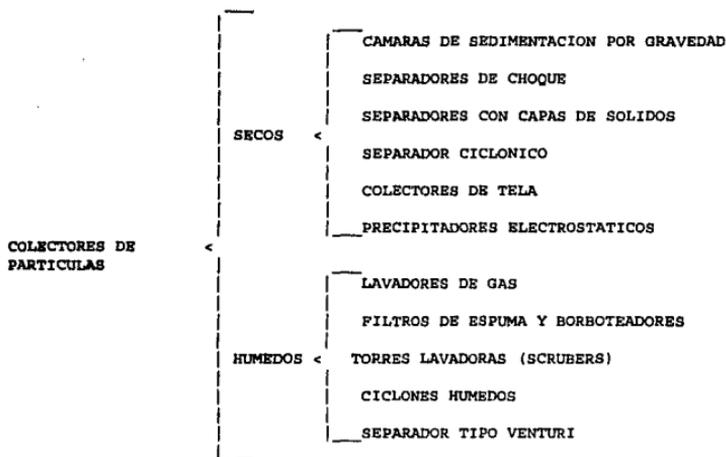
S_p = Presión estática corregida por temperatura y altitud (ésta presión está en función de la longitud de los ductos, número de boquillas, codos, colector de polvos etc. (que dependerá de la distancia real a que estén ubicados los equipos).

COLECTOR DE POLVOS

Existen varios tipos de colectores de partículas que pueden ser clasificados como:

Cuadro 27

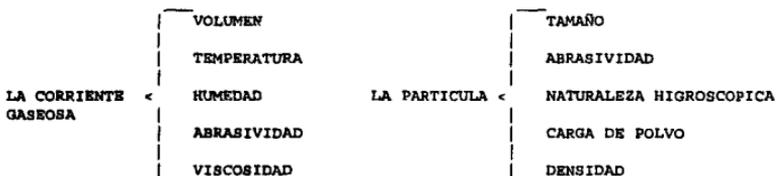
Colectores de partículas^a



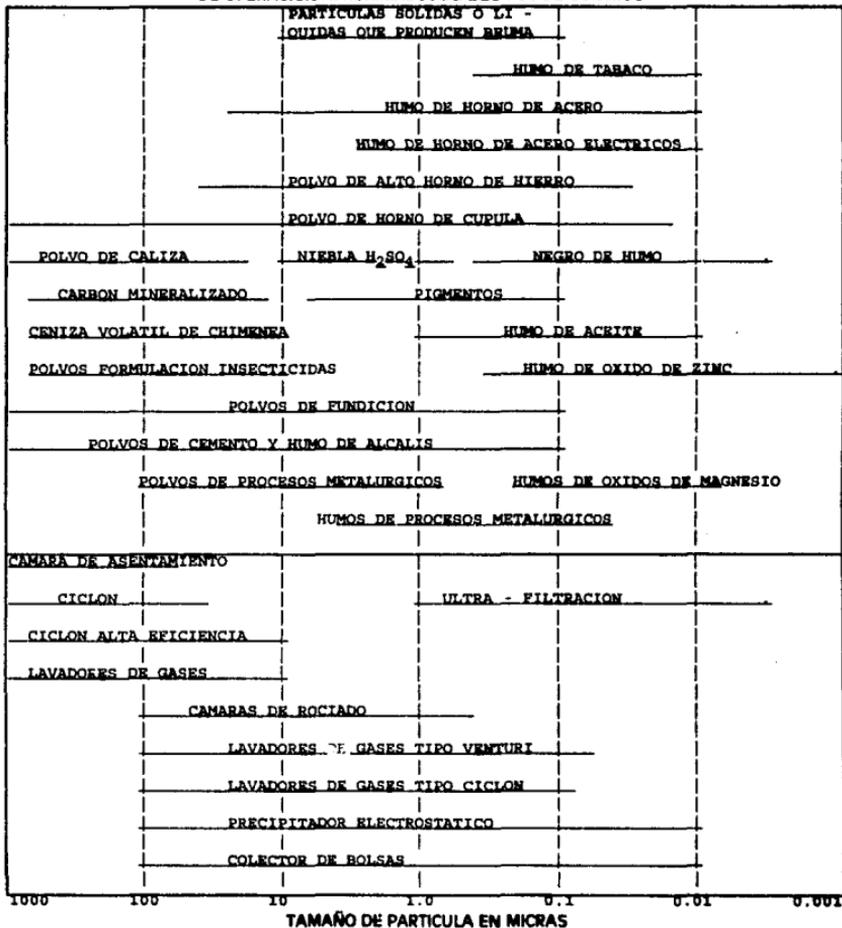
La selección de un equipo específico depende de las propiedades de:

Cuadro 28

Colectores de partículas^a



Cuadro 28

TAMAÑO DE PARTICULAS DE POLVO Y HUMO EMITIDAS EN OPERACIONES INDUSTRIALES E INTERVALOS DE OPERACION APROXIMADOS DE EQUIPOS DE CONTROL⁸


En el cuadro 29 se muestran los intervalos de operación de los diferentes equipos colectores de partículas. En base a esa información se selecciona un colector de bolsas (fig. 27).

Se precede a obtener de la literatura⁸ el valor de la relación de filtrado, que es de 8 a 10 ft³/min/ft².

Con los datos de volumen total de aire ($Q_t = Q_a + b + c + d + e$) y relación de filtrado calculamos el área de filtro.

$$A_f = \frac{Q_t}{R.F.} = \frac{6400 \text{ ft}^3/\text{min}}{9 \text{ ft}^3/\text{min}/\text{ft}^2} = 711.1 \text{ ft}^2$$

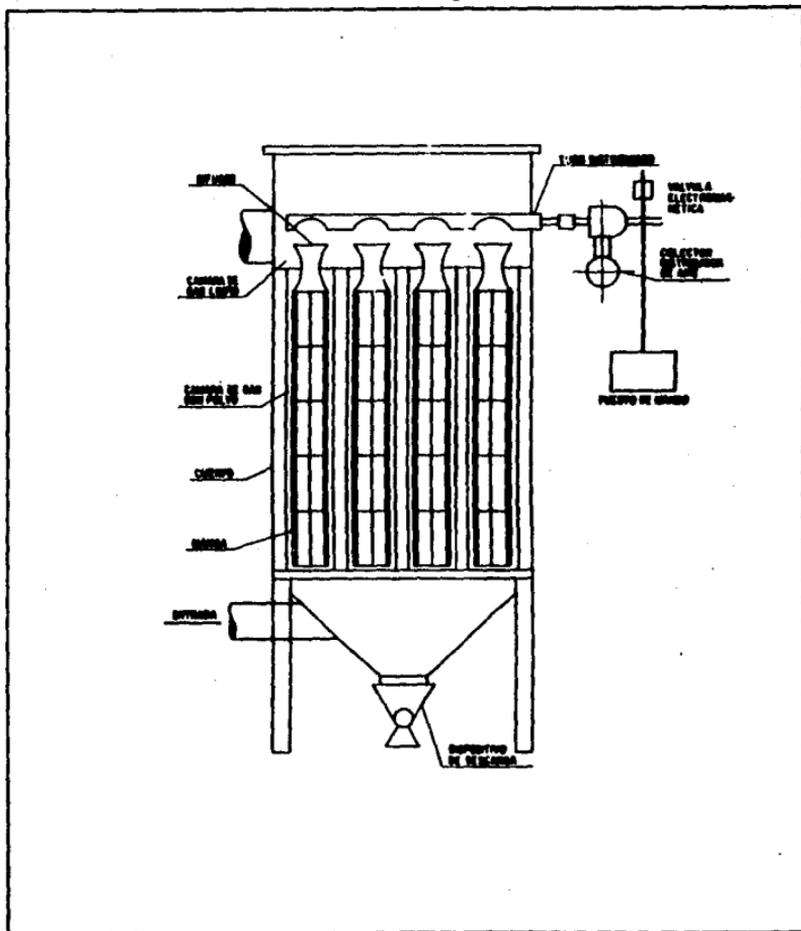
Multiplicando este valor por un factor de diseño de 1.2 tenemos:

$$\text{Área de filtrado del colector} = 853 \text{ ft}^2 = 24.16 \text{ m}^2$$

Con éste último es el dato que se necesita para consultar los catálogos del fabricante.

Figura 27

Colector de Polvos tipo de bolsas



CONCLUSIONES

Los delicados equilibrios ecológicos y todos los organismos integrantes de los variados ecosistemas que en conjunto conforman la naturaleza, se encuentran seriamente amenazados por el empleo indiscriminado e irracional de sustancias tóxicas como los plaguicidas.

Sin embargo, fríamente visto, el mundo está ante la disyuntiva de producir más alimentos o morir de hambre; cualquier otro argumento, por poderoso que parezca, pierde fuerza contemplado a la luz de la situación actual y futura de hambruna en el mundo. Esto nos lleva a la aparente disyuntiva de comer o de deteriorar nuestro ambiente, en algunos casos en forma irreversible, al introducir en él sustancias extrañas, irracionalmente distribuidas.

Esta disyuntiva es absolutamente falsa, ya que como se ha planteado en este trabajo existen posibilidades para solucionar o disminuir este problema. Los plaguicidas sintéticos y su mal uso son la causa de un problema ambiental y de salud muy grave, que sólo podrá ser resuelto de manera multidisciplinaria. Para que la contaminación ambiental causada por estas sustancias pueda reducirse al mínimo y, en un momento dado eliminarse, es indispensable que haya responsabilidad y voluntad política en todos los niveles de la sociedad.

A pesar de que ahora existe una mayor concientización de los peligros de la contaminación ambiental proveniente de la aplicación extensiva de plaguicidas químicos, es necesario intensificar los esfuerzos para reducir los riesgos derivados de su manejo y uso.

En resumen, en la búsqueda por reducir el impacto negativo causado en el medio ambiente por los plaguicidas, se deben centrar las acciones en dos aspectos básico:

- 1) Hacer más seguro el manejo y uso de los plaguicidas químicos existentes en la actualidad.
- 2) Intensificar la búsqueda de sustancias plaguicidas que sean más seguras y selectivas en su acción.

El primer punto puede lograrse a través de las siguientes acciones:

- 1.1 Establecer sistemas de vigilancia de los efectos de los plaguicidas en la salud y el ambiente.

Los sistemas para el ambiente deben incluir la determinación de residuos de plaguicidas en agua, aire, suelo y seres vivos.

Los sistemas para la salud humana deben estar orientados a:

- Los trabajadores, mediante indicadores de exposición y los efectos en muestras biológicas.

- 1.2 Los servicios de salud nacionales deben investigar todas las intoxicaciones que ocurran, mantener un registro nacional de intoxicaciones y establecer Centros de Información Toxicológica.

Los centros de salud, las plantas productoras, así como los transportistas y distribuidores de plaguicidas, deben contar con antidotos y otros fármacos necesarios para el tratamiento adecuado de los pacientes que se hayan intoxicado a causa de la exposición a los plaguicidas

1.3 Desarrollo de actividades educacionales destinadas a:

- El personal sanitario y agrícola
- Trabajadores con riesgo de exposición
- Los empresarios
- La comunidad en general.

Además, se deben incluir aspectos de este problema en los programas de las carreras relacionadas con los plaguicidas (Medicina, Enfermería, Ingeniería Agrícola, Ingeniería Química, etc.)

1.4 Actualizar y reforzar la legislación vigente:

Prohibir el uso de los plaguicidas que estén incluidos en:

- Lista Consolidada de las Naciones Unidas sobre productos cuyo consumo y/o venta, hayan sido prohibidos, retirados, estrictamente restringidos o no aprobados por los estados miembros de las Naciones Unidas.
- Restringidos por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US-EPA).

1.5 Poner a disposición de la comunidad toda la información existente sobre los efectos crónicos de los plaguicidas para la Salud Humana.

El segundo punto puede lograrse a través de las siguientes acciones:

2.1 Exigir que lo que los nuevos productos químicos que se pretendan usar como plaguicidas pasen por pruebas cada vez más estrictas en relación con la toxicidad y formación de residuos, antes de que puedan ser comercializados.

Así el plaguicida químico ideal deberá tener una alta toxicidad específica contra la plaga objetivo y no deberá persistir más del tiempo necesario para lograr su objetivo, y no deberá afectar al resto del ecosistema, de modo que los depredadores naturales y otros insectos benéficos no sean dañados.

2.2 Ampliar la investigación de los productos químicos que controlan el comportamiento, tales como:

- Reguladores del crecimiento de las plantas
- Feromonas
- Quimioesterilizantes

Así como de medidas de control biológico, tales como:

- Introducción de variedades de cultivos resistentes
- Métodos genéticos
- Uso de depredadores naturales

Aunque es muy difícil que las medidas contempladas en el punto 2.2 lleguen a desplazar a los plaguicidas químicos de su posición dominante, es necesario promover la investigación de estas y otras medidas biológicas, para mejorar su eficiencia y permitir que se empleen cada vez más en programas integrados de control en conjunción con los plaguicidas químicos.

ANEXO
PRESENTACION COMERCIAL Y USOS DE LOS INSECTICIDAS FORMULADOS**

Material Técnico	Tipo de Insecticida	Uso Autorizado	Nombre Comercial	Formulación %	Presentación		
ACEFATE	FOSFORADO DE CONTACTO	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE:	ORTHEME 75	75.00	POLVO SOLUBLE		
		CITRICOS, LIMA, LIMONERO, MANDARINO, NARANJO, PERAL, TORONJA TRATAMIENTO DE SEMILLAS PARA SIEMBRAS: ALGODONERO, FRIJOL, MAIZ, SOYA	ORTHEME 80	60.00	POLVO SOLUBLE		
ALDICARB	CARBAMATO MENATICIDA SISTEMICO	APLICACION AL SUELO EN LOS CULTIVOS DE:	THERIK 15 G	15.00	POLVO		
ALFACIPERMETRINA	PIRETRÓIDE	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE:	DOMINEI 150	17.59	CONCENTRADO EMULSIONABLE		
		ALGODONERO, MAIZ, SOYA	FASTAC 100	10.90	CONCENTRADO EMULSIONABLE		
AZINFOS METILICO	FOSFORADO DE CONTACTO E INGESTION	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE:	AZ-FOS M 20 C.E.	20.80	CONCENTRADO EMULSIONABLE		
		ALCACHOFA, ALFALFA, ALGODONERO, ALMENDRO, AJO, AVENA, BERENJENA, BROCOLI, CABA DE AZUCAR, CEBADA, CEBOLLA, CHABACANO, CHILE, CIRUELO, CITRICOS, COL, COL DE BRUSELAS, COLIFLOR, DURAZNO, ESPINACAS, FRESA, FRIJOL, GUAYABO, JITONATE, LIMONERO, MANDARINO, MANDARINO, MELON, MEBRILLO, NARANJO, NECTARINO, NOGAL, ORNAMENTALES, PAPA, PASTO, PEPINO, PERAL, SANDIA, SOYA, TABACO, TOMATE DE CASA, TORONJO, TRIGO, VID.	AZ-FOS M 35 P.H. AZINFOS METILICO M-20 AZINFOS METILICO 20 C.E. AZINFOS METILICO 35 PH BIOCHER 20 COTNION METILICO 20 C.E. COTNION METILICO 35 PH COTNION METILICO 50 P.H. COTNION METILICO 50 P.S. CUSATHION 200 C.E. GUSATHION 31 GUSATHION 41 GUSATHION 35 PH GUSATHION 35X POLVO GUSATHION M-20 FALSATOI 200 SEBATHION-R200 SPAGUS 200	35.00 35.00 20.00 35.00 20.20 22.00 35.00 50.00 50.00 30.80 3.00 4.00 35.00 35.00 20.20 20.20 20.20 20.52 20.20	POLVO HUMECTABLE POLVO HUMECTABLE CONCENTRADO EMULSIONABLE POLVO HUMECTABLE CONCENTRADO EMULSIONABLE CONCENTRADO EMULSIONABLE POLVO HUMECTABLE POLVO HUMECTABLE POLVO HUMECTABLE POLVO HUMECTABLE POLVO HUMECTABLE POLVO HUMECTABLE POLVO HUMECTABLE POLVO HUMECTABLE POLVO TECNICO CONCENTRADO EMULSIONABLE CONCENTRADO EMULSIONABLE CONCENTRADO EMULSIONABLE		
		APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE:	BULLDOCK	2.90	CONCENTRADO EMULSIONABLE		
		ALGODONERO Y TABACO	BULLDOCK 125 SC	11.80	SOLUCION CONCENTRADA		
		BETACIFLUTRIN	PIRETRÓIDE DE CONTACTO	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE:	TALSTAR 100 C.E.	12.15	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		BIFENTRINA	PIRETRÓIDE ACARICIDA	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE:	TALSTAR 100 C.E.	12.15	CONCENTRADO EMULSIONABLE
				ARIZAL Y JARDINERIA			

FALLA DE ORIGEN

ANEXO
(Continúa)

Material Técnico	Tipo de Insecticida	Uso Autorizado	Nombre Comercial	Formulación %	Presentación
CARDARILLO	CARBAMATO DE CONTACTO E INGESTION	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE:	SEVINDL 300	23.80	SUSPENSION ACUOSA
		ALFALFA, ALGODONERO, ARBO:	SEVIN 5 G	5.00	GRANULADO
		LES FORESTALES, ARROZ,	SEVIN 5X 6	5.00	POLVO
		BERENJENA, BROCOLI, CALA-	SEVIN 7.5Z 6	7.50	POLVO
		BACITA, CALABAZA, CHICHA-	SEVIN 80Z P.H.	80.00	POLVO HUMECTABLE
		RO, CHILE, COL, COLIFLOR	SEVIN XLR 480 SA / SEVIN XLR PLUS	43.40	SUSPENSION ACUOSA
		DURAZNO, ESPARRAGO, FRESA:			
		FRIZOL, FRIJOL EJOTERO,			
		JITOMATE, MAIZ, NANIANO,			
		MELON, NOGAL, NOGAL PECA-			
		NERO, OKRA, ORNAMENTALES,			
		PAPA, PASTO, PEPINO, PERAL:			
		PIÑA, SANDIA, SORGO, SOYA:			
		TABACO, VID			
CARBOFURAN	CARBAMATO NEMATOCIDA DE CONTACTO E INGESTION	APLICACION AL SUELO EN LOS CULTIVOS DE:	CONVOY 101 G	10.00	GRANULADO
		ALFALFA, ALGODONERO, ARROZ,	CONVOY 350 L	33.21	SUSPENSION ACUOSA
		AVENA, CACHUATE, CAFETO,	CONVOY 5Z 6	5.00	GRANULADO
		CALABACITA, CALABAZA, CA-	CUFURAN 5X 6	5.00	GRANULADO
		ÑA DE AZUCAR, CEBADA, CHI-	CUFURAN L 350	33.21	SOLUCION CONCENTRADA
		LE, FRESA, MAIZ, MELON, PA-	CURATER 3 G	3.00	GRANULADO
		PEPINO, PLATANO, SAM-	CURATER 4 F	44.20	SUSPENSION ACUOSA
		BO, SORGO, SOYA, TABACO,	CURATER 5 6R	5.00	GRANULADO
		TRIGO, VID	FURADAN 10 G	10.00	GRANULADO
			FURADAN 3 G	3.00	GRANULADO
			FURADAN 350 L	33.21	SUSPENSION ACUOSA
			FURADAN 5 G	5.00	GRANULADO
			INTERFURAN 3-G	3.00	GRANULADO
			INTERFURAN 350	33.21	SUSPENSION ACUOSA
			INTERFURAN 5-6	5.00	GRANULADO
		TRATAMIENTO DE SEMILLAS:	FURADAN 300 TS	27.53	SUSPENSION ACUOSA
		ARROZ, MAIZ, SORGO, TRIGO	INTERFURAN 300 TS	27.53	SUSPENSION ACUOSA
CIPERMETRINA	PIRETOIDE DE CONTACTO Y ESTOMACAL	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE:	ARRIVO 200 C.E.	21.42	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		ALGODONERO, FRIJOL, MAIZ, SOYA	CICLON	0.30	POLVO
			CIPERMETRINA 200	20.36	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			COMBAT-20	21.12	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			CYMBUSH 20	19.60	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			CYPERFICSA 200	21.42	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			CYPERMETRINA 20	20.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			CYPENAY 200	21.40	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			CYPERVEL 200	20.36	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			FIFOL 200	21.12	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			POLYTRIN 200 C.E.	21.29	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			RIPCORD 200	21.24	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			SERI 200	21.29	CONCENTRADO EMULSIONABLE
	SHERPA 200 C.E.	21.70	CONCENTRADO EMULSIONABLE		

ANEXO
(Continúa)

Material Técnico	Tipo de Insecticida	Uso Autorizado	Nombre Comercial	Formulación %	Presentación
CLORPIRIFOS ETIL	FOSFORADO DE CONTACTO	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE:	LORSBAN 1.5% POLVO	1.50	POLVO
		ALFALFA, ALGODONERO, ARROZ:	LORSBAN 21 G	2.00	GRANULADO
		CHILE, FRIJOL EJOTERO, Jitomate, Maiz, Manzano,	LORSBAN 31 G	3.00	GRANULADO
		CITRICOS, PEPINO, SORGO, SOYA	LORSBAN 480 EM	44.40	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			LORSBAN 50 M	50.00	POLVO HUMECTABLE
			LORSBAN XILENE MIXTURE	65.00	LIQUIDO TECNICO
			PIRINEX 40 C.E.	44.44	CONCENTRADO EMULSIONABLE
CLORPIRIFOS METIL	FOSFORADO DE CONTACTO	TRATAMIENTO DE SEMILLAS ALMACENADAS:	RELDAN 3X	3.00	POLVO
		ARROZ, AVEANA, CEMDA, MAIZ, SORGO, TRIGO	RELDAN 4 E	43.20	CONCENTRADO EMULSIONABLE
CYFLUTRIN	PIRETRÓIDE DE CONTACTO	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE: ALGODONERO, TABACO	BAYTROID 050 C.E.	5.70	CONCENTRADO EMULSIONABLE
DELTAMETRINA	PIRETRÓIDE DE CONTACTO	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE:	BITAN 50 SC	5.00	SUSPENSION ACUOSA
		ALGODONERO, FRIJOL, GAR:	BITAN 50 SC	4.75	SUSPENSION ACUOSA
		BANZO, Jitomate, MAIZ, PA:	DECIS 2.5 C.E.	2.80	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		PA, SORGO, SOYA, TABACO, TRIGO: TRATAMIENTO DE SEMILLAS: ARROZ, AVEANA, CEMDA, FRIJOL, MAIZ, SORGO, TRIGO	DECIS 2.5	2.50	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			K-OBIOL C.E. 2.5	2.80	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			K-OBIOL 2 P	0.20	POLVO
DIAZINON	FOSFORADO ACARICIDA DE CONTACTO	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE:	BASUDIN 141 G	14.00	GRANULADO
		AJO, ALFALFA, ALGODONERO, ALMENDRO, APIO, BETABEL, BROCOLI, CACHUATE, CAFETO, CALABACITA, CALABAZA, CAGA, DE AZUCAR, CEBADA, CEBOLLA, CEREZA, CESPED, CHABACANO, CHICHARO, CHILE, CIRUELO, CITRICOS, COL, COL DE BRU, SELAS, COLIFLOR, DURAZNO, ESPINACA, FRESA, FRIJOL, FRIJOL EJOTERO, HIGO, Jitomate, LECHUGA, LIMA, LI, MONERO, MAIZ, MANDARINO, NANTANON MELON, KARANJO, NOGAL, NOGAL PECANERO, O-LIVO, PAPA, PASTO, PEPINO, PERAL, PIMIENTO, PISA, PLATANO, RABANO, SANDIA, SORGO, SOYA, TABACO, TAMARINDO, TOMATE DE CASCARA.	DIATOX 25X	25.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			DIAZINON	25.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			DIAZINON 25	25.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			DIAZINON 25 Z	25.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			DIAZINON 25 E	25.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			DIAZINON 25X	25.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			DIAZINON 25X C.E.	25.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			DIAZINON 4 G	4.00	GRANULADO
			DIAZINON 41	4.00	GRANULADO
			DIAZINON 41 G	4.00	GRANULADO
			DIAZINON 60	57.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			DIAZINON DRAGON 25 E	25.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			DIAZINON 250	25.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			DIAZOL 25 E	25.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			FITOTERRA 20	20.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			FITOTERRA D	2.00	POLVO
			GRANUDIN 41	4.00	GRANULADO

ANEXO
(Continúa)

Material Técnico	Tipo de Insecticida	Uso Autorizado	Nombre Comercial	Formulación %	Presentación
DIAZINON (Continúa)		TORONJO, TREBOL, TRIGO, VID, ZANAHORIA	HORTA 25 TRIDENTE	25.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			INDIO 2.5% PLV	2.50	POLVO
			PAL MAIZ D 5%	5.00	GRANULADO
			PLAGUI-DIAZINON 25 C.E.	25.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			TANTOR 5 G	5.00	GRANULADO
			VELSDOL 25 C.E.	25.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			VELSDOL 40 P.H.	40.00	POLVO HUMECTABLE
DICLORVOS	FOSFORADO DE CONTACTO E INGESTION	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE: ZITONATE Y PEPINO	AMAPHOS 50 CE	50.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			CARPHOS 50	50.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			CERPHOS 50	50.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			D.D.V.P. 50% C.E.	50.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			DDVP 500 TRIDENTE	47.40	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			DIFLEX	50.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			LUCAPHOS 50 C.E.	50.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			MANUIL 50 E	50.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			PHOS VAC	50.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			PHOSAGRO 50-E	50.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			VAPODEL 20% C.E.	20.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
DICOFOI	CLORADO ACARICIDA DE CONTACTO	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE: ALGODONERO, BERENJENA, CALABAZA, CHILE, CAMELO, DURAZNO, FRESA, FRIJOL, ZITONATE, LIMONERO, NARANJO, MELON, NARANJO, ORNAMENTALES, PEPINO, PEPAL, SANDIA, TOMATE DE CASAHUA, TORONJO	ACARIN 200 C.E.	18.50	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			DICOFOI 185	19.60	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			KELTHANE EC	19.60	CONCENTRADO EMULSIONABLE
DIEMOCLOR	CLORADO ACARICIDA DE CONTACTO	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE: AZALEA, CLAVEL, CRISANTEMO, GARBENIA, GLADIOLA, ROSAL	PENTAC P.H.	50.00	POLVO HUMECTABLE
DINETOATO	FOSFORADO SISTEMICO Y DE CONTACTO	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE: ALFALFA, ALGODONERO, APIO, BROCOLI, CARTAMO, CHICHARO, CHILE, CITRICOS, COL, CULI, FLOR, ESPINACAS, FRIJOL, FRIJOL EJOTERO, ZITONATE, LECHUSA, LIMONERO, MAIZ, NARANJO, MELON, NARANJO, NOGAL, NOGAL PECANERO, ORNAMENTALES, PAPA, PEPAL, SANDIA, SORGO, SOYA, TABA, CO, TORONJO, TRIGO, VID	AFLIX	38.60	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			BERRIBE 40	37.40	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			DIANE 400	38.50	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			DIMETHOATO 400 C.E.	38.60	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			DIMETHOATO 40	38.50	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			DIMETHOATO 40 C.E.	37.40	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			DIMETHOATO L-40	38.50	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			DIMETHOATO 400	38.50	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			DINETOX 400	33.68	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			DINETRI 400 TRIDENTE	38.50	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			NOVADINETOATO 480 C.E.	43.50	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			PERFEKTATION	37.40	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			PLASU-DIM 400 RC		

FALLA DE ORIGEN

ANEXO
(Continúa)

Material Técnico	Tipo de Insecticida	Uso Autorizado	Nombre Comercial	Formulación %	Presentación		
DINETOATO (Continúa)			QUINI DIM	38.50	CONCENTRADO EMULSIONABLE		
			ROGOMAY 400	38.50	CONCENTRADO EMULSIONABLE		
			ROGOR 40Z	38.50	CONCENTRADO EMULSIONABLE		
			ROGOR 400	38.50	CONCENTRADO EMULSIONABLE		
			ROGOR 400	40.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE		
			ROGOR 400	40.20	CONCENTRADO EMULSIONABLE		
			ROGOR DRAGON	38.70	CONCENTRADO EMULSIONABLE		
			ROGOR L-40	38.50	CONCENTRADO EMULSIONABLE		
			ROGOR L40	38.50	CONCENTRADO EMULSIONABLE		
			ROXTON 400	38.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE		
DISULFOTON	FOSFORADO	APLICACION AL FOLLAJE EN :	DISYSTON 10 GR	10.00	GRANULADO		
	ACARICIDA	LOS CULTIVOS DE :	SOLVIREI 10Z	10.00	GRANULADO		
	SISTEMICO	CAFETO, CARRA DE AZUCAR,	SOLVIREI 15Z	15.00	GRANULADO		
	DE CONTACTO	CHILE, FRIJOL EJOTERO, LE :	SOLVIREI 5Z	5.00	GRANULADO		
		CHUGA, MAIZ, SORGO, TRIGO :					
		APLICACION AL SUELO EN :					
		LOS CULTIVOS DE :					
		ALFALFA, ALGODONERO, ARROZ :					
		AVENA, BROCOLI, CACAHUATE :					
		CAFETO, CARRA DE AZUCAR, :					
	CEBADA, CHICHARRO, CHILE, :						
	COL, COL DE BRUSELAS, CO :						
	LIFLOR, ESPINACA, FRIJOL, :						
	FRIJOL EJOTERO, Jitomate, :						
	LECHUGA, MAIZ, NOGAL PECA :						
	NERO, PAPA, PISA, SORGO, :						
	SOYA, TABACO, TRIGO						
ESFENVALERATO	PIRETRÓIDE	APLICACION AL FOLLAJE EN :	HALMARK 110	12.30	CONCENTRADO EMULSIONABLE		
		LOS CULTIVOS DE :					
		ALGODONERO, BROCOLI, CALA :					
		BACITA, CALABAZA, CHILE, :					
		COLIFLOR, Jitomate, MANIJA :					
		MO, MELON, NOGAL, PAPA, :					
		PEPINO, SANDIA, SOYA, TA :					
		BACO					
		ETION	FOSFORADO	APLICACION AL FOLLAJE EN :	ETHION 500 CE	48.60	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			ACARICIDA	LOS CULTIVOS DE :	RHODOCIDE 500	48.60	CONCENTRADO EMULSIONABLE
DE CONTACTO	BERENJENA, CHILE, CITRICOS :						
	JURAZMO, FRESA, FRIJOL, :						
	Jitomate, MAIZ, MANIJA, :						
	MELON, NOGAL, ORNAMENTA :						
	LES, PEPINO, SORGO, VID. :						
FENITROTICN	FOSFORADO		TRATAMIENTO DE SEMILLAS :	FOLITHION 1Z	1.00	POLVO	
	DE CONTACTO		ALMACENAJE :	FOLITHION 1000	83.40	CONCENTRADO EMULSIONABLE	
			ARROZ, MAIZ, SORGO, TRIGO				

FALLA DE ORIGEN

ANEXO
(Continúa)

Material Técnico	Tipo de Insecticida	Uso Autorizado	Nombre Comercial	Formulación %	Presentación
FENTION	FOSFORADO DE CONTACTO E INGESTION	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE: ALFALFA, ARROZ, PASTIZALES;	LEBAYCID 40% CE	40.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
FENVALERATO	PIRETROIDE DE CONTACTO	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE: ALGODONERO, BEREJENA, BROCOLI, CACAHUATE, CALABAZA, CHICHARRO, COLIFLOR, FRIZOL, JITOMATE, MAIZ, MANIZANO, MELON, NAGAL, PAPA, PEPINO, PERAL, SANDIA, SOYA, TABACO, TOMATE DE CASCARA	BELMARK 100 BELMARK 300 FENVAL 100 FENVAL 100 TRIDENTE FENVAL 300 FENVALERATO 100	11.10 31.30 11.10 10.20 31.30 10.20	CONCENTRADO EMULSIONABLE CONCENTRADO EMULSIONABLE CONCENTRADO EMULSIONABLE CONCENTRADO EMULSIONABLE CONCENTRADO EMULSIONABLE CONCENTRADO EMULSIONABLE
FENFENOS	FOSFORADO DE CONTACTO	APLICACION AL SUELO EN LOS CULTIVOS DE: BETABEL, CACAHUATE, CAMOTE, CAGA DE AZUCAR, CEBOLLA, COL, COLIFLOR, ESPARRAGO, FRESA, FRIJOL, MAIZ, PAPA, RABANO, RENOLACHA, SORGO, TABACO, TOMATE DE CASCARA	DYDFONATE 3 G DYDFONATE 48S E DYDFONATE S-6 DYDFONATE 5S	3.00 50.90 5.00 5.00	GRANULADO CONCENTRADO EMULSIONABLE GRANULADO GRANULADO
FORMATO	FOSFORADO SISTEMICO Y DE CONTACTO	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE: ALGODONERO, ARROZ, CACAHUATE, CAGA DE AZUCAR, CEBADA, CEBADA, FRIJOL, JITOMATE, MAIZ, PAPA, SORGO, SOYA, TRIGO	THINET S G TIMESDL	5.00 83.00	GRANULADO CONCENTRADO EMULSIONABLE
		APLICACION AL SUELO EN LOS CULTIVOS DE: ALGODONERO, CACAHUATE, CAGA DE AZUCAR, CEBADA, FRIJOL, JITOMATE, MAIZ, PAPA, SORGO, SOYA, TRIGO	THINET 10 G THINET 15 G	10.00 15.00	GRANULADO GRANULADO
FOSFARIDON	FOSFORADO SISTEMICO	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE: ALGODONERO, BROCOLI, CAGA DE AZUCAR, CEBADA, CHILE, COLIFLOR, JITOMATE, LIMONERO, MANIZANO, NARANJO, PAPA, PEPINO, SANDIA, TORONJO, TRIGO	DIRECROW 100 L.S.	81.60	LIQUIDO MISCIBLE
FOSMET	FOSFORADO ACARICIDA DE CONTACTO	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE: ALFALFA, ALGODONERO, MANIZANO.	INIDAN 50	50.00	POLVO HUMECTABLE

ANEXO
(Continúa)

Material Técnico	Tipo de Insecticida	Uso Autorizado	Nombre Comercial	Formulación %	Presentación
FOXIM	FOSFORADO DE CONTACTO	TREATAMIENTO DE SEMILLAS	BAYTHION 500 CE	48.50	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		PARA SIEMBRA:	VOLATON 1.5 % GR	1.50	GRANULADO
		ARROZ, FRIJOL, MAIZ, SORGO, TRIGO.	VOLATON 2.5 % GR	2.50	GRANULADO
			VOLATON 2.5% POLVO	2.50	POLVO
		APLICACION AL SUELO EN	VOLATON 20% PREMEZCLA	20.00	POLVO TECNICO
		LOS CULTIVOS DE:	VOLATON 5 % GR	5.00	GRANULADO
		ARROZ, MAIZ, SORGO, TABACO:	VOLATON 5% P	5.00	POLVO
ISOPENFOS	FOSFORADO DE CONTACTO E INGESTION	APLICACION AL SUELO EN	OFTANOL 51	5.00	GRANULADO
		LOS CULTIVOS DE:			
		MAIZ			
LAMBDA CYALOTRINA	PIRETOIDE	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE: ALGODONERO	KARATE	7.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
LINDAMO	CLORADO ACARICIDA DE CONTACTO	APLICACION AL FOLLAJE EN	LINDAMO 1%	1.00	POLVO
		LOS CULTIVOS DE:	LINDAMO 200	20.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		ORNAMENTALES, CONIFERAS	LINDAMO 20 TRIDENTE	20.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		APLICACION AL SUELO EN	LINDAMO 20%	20.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		LOS CULTIVOS DE:	LINDAMO 3 G	3.00	GRANULADO
		MAIZ, SORGO:	LINDAMO 5 G	5.00	GRANULADO
		TREATAMIENTO DE SEMILLAS PARA SIEMBRA:			
		AVENA, CEBADA, MAIZ, SORGO, TRIGO			
		APLICACION AL FOLLAJE DE:			
		TINADOS A PRODUCCION DE:			
		SEMILLAS: AJONJONI, AVENA:			
		CARTAMO, FRIJOL, SARDINADO:			
		LENTEJA, MAIZ, SORGO, TRIGO:			
MALATION	FOSFORADO DE CONTACTO	APLICACION AL FOLLAJE EN	AUSA-GRAMO-M-4	4.00	POLVO
		LOS CULTIVOS DE:	CARTHION - 1000 - E	83.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		ACELGA, AGUACATEIRO, ARROZ:	CEREATION 4 %	4.00	POLVO
		AJO, ALFALFA, ALGODONERO,	CETHION - 1000 - E	83.13	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		ALMENDRO, APDO, AVENA, SE:	DUICKOR M	4.00	POLVO
		BELENJA, BETABEL, BROCOLI:	GORGONIL - 2	2.00	POLVO
		CACHUATE, CALAPACITA, CA:	GRANERIL 2%	5.00	POLVO
		LABAZA, CARTAMO, CEBADA,	LUCATHION 1000	83.70	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		CEBOLLA, CHABACANO, CHICHA:	LUCATHION 1000	83.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		RO, CHILE, CIGUELO, CITRI:	LUCATHION 1000 C.E.	83.70	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		COG, COL, COL DE BRUSELAS:	LUCATHION 1000-E	83.13	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		COLIFLOR, CONIFERAS, PU:	LUCATHION 4%	4.00	POLVO
		FAJNO, ESFARRAGOS, ESPINA:	LUCATHION 50-E	50.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		CA, FRESA, FRIJOL, GARBAN:	LUCATHION 600-E	57.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		ZO, GUAYABO, Jitomate, LI:	MALATHION 1000	83.70	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		MA, LIMONERO, MAIZ, MANGO:	MALATHION 1000	83.80	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		MANZANA MELON, MEMBRILLO:	MALATHION 1000	88.70	CONCENTRADO EMULSIONABLE

ANEXO
(Continúa)

Material Técnico	Tipo de Insecticida	Uso Autorizado	Nombre Comercial	Formulación %	Presentación
MALATHION (Continúa)		MAMONZO, NECTERINO, NOGAL:	MALATHION 1000 MESFER	83.70	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		NOGAL PECAMERO, OKRA, OR-	MALATHION 1000 E	83.80	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		MENTALES, PAPA, PAFAYO,	MALATHION 1000 E	84.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		PASTIZALES, POTREROS, PE-	MALATHION 1000-E	83.70	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		PINO, PERAL, PIRA, RABANO:	MALATHION 4	4.00	POLVO
		SANDIA, SORGO, SOYA, TABA:	MALATHION 4Z	4.00	POLVO
		CO, TANGERINO, TOMATE DE	MALATHION 50Z	50.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		CASCARA, TORONJO, TRIGO,	MALATHION 50 E	50.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		VID, ZANAHORIA	MALATHION 50 CE	50.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		TRATAMIENTO DE SEMILLAS:	MALATHION 50Z C.E.	48.60	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		PARA SIEMBRAS:	MALATHION 50C	48.50	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		ARROZ, FRIZOL, MAIZ, SORGO:	MALATHION 500	48.80	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		TRIGO	MALATHION 500	48.92	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		TRATAMIENTO DE SEMILLAS:	MALATHION 500 E	48.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		ALMOCEROS:	MALATHION 500 CE	50.50	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		ARROZ, AVENA, CEBADA, FRI-	MALATHION 500 C.E.	48.50	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		JOL, GARBANZO, MAIZ, SORGO:	MALATHION 960	82.30	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		SOYA, TRIGO	MALATHION 1000	83.50	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			MALATHION 1000	87.70	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			MALATHION 1000	83.80	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			MALATHION 1000 E	83.70	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			MALATHION 1000 CE	58.40	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			MALATHION 1000 C.E.	83.60	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			MALATHION 1000 TRIDENTE	83.60	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			MALATHION 4	4.00	POLVO
			MALATHION 50	50.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			MALATHION 500	48.80	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			MALATHION 500	50.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			MALATHION 500 E	49.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			MALATHION 1000	83.70	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			MALATHION 4Z	4.00	POLVO
			MALATHION 500	48.90	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			PLAGUI-TION 1000 CE	83.70	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			PLAGUI-TION 500 CE	51.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			QUIMI-THION	84.30	CONCENTRADO EMULSIONABLE
	TROJE 2000	4.00	POLVO		
NETAMIDOFOS	FOSFORADO	APLICACION AL FOLLAJE EN	AGRESOR 600 LS	50.00	LIQUIDO MISCIBLE
	ACARICIDA	LOS CULTIVOS DE:	AGROFOS 600	56.00	LIQUIDO MISCIBLE
	DE CONTACTO	ALFALFA, ALGODONERO, BE-	AGROMET 600	46.30	CONCENTRADO EMULSIONABLE
	E INGESTION	REMANERA, BROCOLI, CHILE,	BIDFOS 600	50.00	LIQUIDO MISCIBLE
		COL, COL DE BRUSELAS, CO-	CEMIDOP 600	53.00	LIQUIDO MISCIBLE
		LIFLOR, JIJONATE, LECHUGA:	DERFOS 600	48.70	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		MELON, ORNAMENTALES, PAPA:	DINET 60	51.10	LIQUIDO MISCIBLE
		PEPINO, SANDIA, SOYA, TA-	HANIVEL 600	50.00	LIQUIDO MISCIBLE
		BACO, TOMATE DE CASCARA	KATZEN O MONITOR 600	50.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
			LUCAMET 600	53.00	LIQUIDO MISCIBLE
		MATACU 600	50.00	LIQUIDO MISCIBLE	

FALLA DE ORIGEN

ANEXO
(Continúa)

Material Técnico	Tipo de Insecticida	Uso Autorizado	Nombre Comercial	Formulación %	Presentación			
METAMIDOFOS (Continúa)			MATAFICSA 600	48.30	LÍQUIDO MISCIBLE			
			MATAGRD 600	48.30	LÍQUIDO MISCIBLE			
			METAMIDOFOS	50.00	LÍQUIDO MISCIBLE			
			METAMIDOFOS 600	48.30	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
			METAMIDOFOS 600	48.30	LÍQUIDO MISCIBLE			
			METAMIDOFOS 600	51.00	LÍQUIDO MISCIBLE			
			METAMIDOFOS-600	50.00	LÍQUIDO MISCIBLE			
			METARON 600	48.30	LÍQUIDO MISCIBLE			
			METRIFOS 600 TRIDENTE	48.00	LÍQUIDO MISCIBLE			
			NTD 600	48.20	LÍQUIDO SOLUBLE			
			N C 600	51.00	LÍQUIDO MISCIBLE			
			PLAGUI-META 600	48.30	LÍQUIDO MISCIBLE			
			PROSPECTO 600	50.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
			TACSOFOS-600	56.00	LÍQUIDO SOLUBLE			
			TAMARON 600	48.30	LÍQUIDO SOLUBLE			
			TRAMOFOS 600	56.00	LÍQUIDO SOLUBLE			
		VELSOR 600	48.30	CONCENTRADO EMULSIONABLE				
METIDATION	FOSFORADO ACARICIDA DE CONTACTO	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE: ALFALFA, ALGODONERO, CAR- TAMO, DURAZNO, FRIJOL, GI- RASOL, LIMONERO, MANDARINO, MANGO, MANZANO, MEMBRILLO, NARANJO, NOGAL, NOGAL FE- CANERO, OLIVO, ORNAMENTA- LES, PAPA, PASTIZALES, PASTOS, PERAL, SORGO, TA- BACO, TIRONJO	METATION 40 E	40.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
			METIDATHION 21	2.00	POLVO			
			METIDATION 40 C.E.	40.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
			SUPRA-ACTION 40 C.E.	38.50	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
			SUPRACID 40 E	40.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
			SUPRACID 40 P H	40.00	POLVO HUMECTABLE			
			SUPRATHION 40 C.E.	40.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
			METONIL	CAFBAMATO DE CONTACTO	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE: ALFALFA, ALGODONERO, BETA, BEL, BROCOLI, CACAHUATE, CALABAZA, CEREA, CEROLLA, CHILE, CITRICOS, COL, COLI, FLOR, ESPARRAGOS, FRESA, FRIJOL, FRIJOL EJOTERO, JITONATE, LECHUGA, MAIZ, MANZANO, MELON, PAPA, FE- PINO, SANDIA, SORGO, SOYA, TABACO, TRIGO, VID	LAMNATE	90.00	POLVO SOLUBLE
						LAMNATE LV	29.00	SOLUCION CONCENTRADA
						METHONEX 20X L.S.	20.00	LÍQUIDO SOLUBLE
METHONEX 90X P.S.	90.00	POLVO SOLUBLE						
METHONYL 90	10.00	POLVO SOLUBLE						
METOX 900 PS	90.00	POLVO SOLUBLE						
MUDRIN 24X C.E.	24.10	CONCENTRADO EMULSIONABLE						
MUDRIN 90	90.00	POLVO SOLUBLE						
METOXICLOR	CLORADO DE CONTACTO	TRATAMIENTO DE SERILLAS PARA SIEMBRAS: ARROZ, AVENA, CACAHUATE, CEREA, CHENARRO, FRIJOL, MAIZ, TRIGO				FLUMET 360	32.45	SUSPENSION ACUOSA

ANEXO
(Continúa)

Material Técnico	Tipo de Insecticida	Uso Autorizado	Nombre Comercial	Formulación %	Presentación	
NEVINFOS	FOSFORADO	APLICACION AL FOLLAJE EN	FOSFORHUIL 480	50.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE	
	ACARICIDA	LOS CULTIVOS DE:	NEVINFOS 480	50.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE	
	SISTEMICO Y DE CONTACTO	APIO, BERENJENA, BROCOLI, CEBOLLA, CHICHARO, CHILE, COL, COL. DE BRUSELAS, COLIFLOR, FRESA, FRIZO, JI-TONATE, LECHUGA, MAIZ, NARANJO, MELON, PAPA, PERAL, PEARL, SANDIA, SOREDO, VID	PHOSDRIN	99.00	LIQUIDO SOLUBLE	
	MONOCROTOFOS	FOSFORADO	APLICACION AL FOLLAJE EN	AZODRIN 690	61.60	SOLUCION CONCENTRADA
		ACARICIDA	LOS CULTIVOS DE:	AZODRIN-5	56.00	SOLUCION ACUOSA
		SISTEMICO Y DE CONTACTO	ALGODONERO, CACHUATE, CA-BA DE AZUCAR, JITONATE, PAPA, SOYA, TABACO, TOMATE DE CASCARA	INTERCROTOFOS 600	56.00	LIQUIDO MISCIBLE
				LUCADRIN 60 L.S.	56.00	LIQUIDO SOLUBLE
				MONOCAL 600	55.00	LIQUIDO SOLUBLE
				MONOCRON 600	55.00	LIQUIDO MISCIBLE
				MONOCRON 600 L.M.	56.00	LIQUIDO MISCIBLE
			MONOCROTOFOS 600	55.00	LIQUIDO SOLUBLE	
			MONOCROTOFOS252 PRENEICLA25	25.00	POLVO TECNICO	
			MONOCROTOFOS 600	56.00	LIQUIDO MISCIBLE	
		MONOCROTOFOS 600 L.M.	56.00	LIQUIDO MISCIBLE		
		MUVACRON 60	55.00	LIQUIDO SOLUBLE		
		MUVACRON 690	63.00	LIQUIDO MISCIBLE		
NALED	FOSFORADO	APLICACION AL FOLLAJE EN	ACARDL DRAGON	60.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE	
	DE CONTACTO	LOS CULTIVOS DE:	BROMHUIL 960	66.55	CONCENTRADO EMULSIONABLE	
	E INGESTION	ALGODONERO, APIO, ARROZ, BERENJENA, BROCOLI, CALA-BACITA, CALBAZA, CARTAMO, CHICHARO, CHILE, COL, COL. DE BRUSELAS, COLIFLOR, DURAZNO, ESPINACA FRESA, FRIZO, JITONATE, LECHUGA, LIMONERO, MANDARINO, MELON, NARANJO, NOGAL, ORNAMENTA, LES, PASTOS, PEPINO, SANDIA, TABACO, TORONJO, VID	COFEY 900 C.E.	60.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE	
			MORFICOL	3.70	POLVO	
			LUCANAL 900-E	58.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE	
			NALED 90	60.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE	
			NALED 900	60.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE	
			SELEXONE	58.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE	
	DMETATO	FOSFORADO	APLICACION AL FOLLAJE EN	FOLMAT	70.00	LIQUIDO MISCIBLE
		ACARICIDA	LOS CULTIVOS DE:	SISTONE 1000	80.00	LIQUIDO MISCIBLE
SISTEMICO		FRIZO, MAIZ, NABO, PAPA, SORGO, TABACO, TRIGO				
DIAMIL	CARBAMATO	APLICACION AL FOLLAJE EN	VDYATE L	24.00	SOLUCION CONCENTRADA	
	HEMATOCIDA	LOS CULTIVOS DE:				
	ACARICIDA	APIO, CHILE, JITONATE,				
	SISTEMICO	NARANJO, ORNAMENTALES, PAPA, PIRA, TABACO				

EAL ORIGEN

ANEXO
(Continúa)

Material Técnico	Tipo de Insecticida	Uso Autorizado	Nombre Comercial	Formulación %	Presentación
OXIDENETON METIL	FOSFORADO ACARICIDA SISTEMICO	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE:	METASYSTOX R-25	23.10	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		ALFALFA, ALGODONERO, BERENJENA, BROCOLI, CALABAZA, CALABAZA, CARTAMO, CEBOLLA, CHICHARO, CHILE, CIRUELO, COL, COL DE BRUSÉLAS, COLIFLOR, FREJA, FRIJOL, FRIJOL EJOTERO, LECHUGA, LIMONERO, MAIZ, NANCINO, NELON, NARANJO, NOGAL, PAPA, PEPINO, PERAL, SORGO, TORONJO, VID	METASYSTOX R-50	50.00	SOLUCION CONCENTRADA
		APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE:	AGROTION PH 500 C.E.	47.20	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		AGELGA, AGUACATEÑO, AJO, ALCACHOFA, ALFALFA, ALGODONERO, ALMENDRO, APIO, ARROZ, AVENA, BERENJENA, BROCOLI, CACHUATE, CALABAZA, CITA, CALABAZA, CAMOTE, CARTAMO, CABA DE AZUCAR, CEBADA, CEBOLLA, CHAGACAMO, CHICHARO, CHILE, CIRUELO, CITRICOS, COL, COL DE BRUSÉLAS, COLIFLOR, DURAZNO, ESPINACA, FREJA, FRIJOL, GIRASOL, GUAYABO, JITONATE, LECHUGA, LIMA, LIMONERO, MAIZ, NANCINO, NARANJO, NARANJO, NECTERINO, NOGAL, NOGAL PECANERO, ORRA, ORNAMENTALES, PAPA, PASTIZALES, PASTOS, PEPINO, PERAL, PISA, RABANO, SAMBICO, SORGO, SOYA, TABACO, TAMERINO, TORONJO, TRIGO	AGROTION PH 720 C.E.	62.80	CONCENTRADO EMULSIONABLE
		ALQUINET 2X	2.00	POLVO	
		ALQUINET 3X	3.00	POLVO	
		FLASH	50.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE	
		FLASH 2X	2.00	POLVO	
		FLASH 3X	3.00	POLVO	
		FLASH H-720	62.90	CONCENTRADO EMULSIONABLE	
		FOLEY 1.5X	1.50	POLVO	
		FOLEY 2X	2.00	POLVO	
		FOLEY 50X C.E.	50.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE	
		FOLIDOL 2X POLVO	2.00	POLVO	
		FOLIDOL 3X POLVO	2.00	POLVO	
FOLIDOL H-50	47.20	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
FOLIDOL H-72	62.60	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
MAGNUM 500	50.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
METILICO 2 TRIDENTE	2.00	POLVO			
METILICO 3X TRIDENTE	3.00	POLVO			
METILICO 500 TRIDENTE	47.20	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
METILICO 720 TRIDENTE	62.80	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
PARAMETHYL 72 CE	62.80	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
PARAMETIL 2X	2.00	POLVO			
PARATHION H-50 NEFZER	50.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
PARATHION METILICO	4.00	POLVO			
PARATHION METILICO 2X	2.00	POLVO			
PARATHION METILICO 3X	3.00	POLVO			
PARATHION METILICO 3X PLV	3.00	POLVO			
PARATHION METILICO 4X	4.00	POLVO			
PARATHION METILICO 50	47.20	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
PARATHION METILICO 50 C.E.	47.20	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
PARATHION METILICO 50X	50.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
PARATHION METILICO 500	47.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
PARATHION METILICO 500	50.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE			

FALLA DE ORIGEN

ANEXO
(Continua)

Material Técnico	Tipo de Insecticida	Uso Autorizado	Nombre Comercial	Formulación %	Presentación			
PARATHION METILICO (Continua)			PARATHION METILICO 500	CE50.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
			PARATHION METILICO 720	62.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
			PARATHION METILICO 720	62.60	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
			PARATHION METILICO 720	62.80	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
			PARATHION METILICO 720	63.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
			PARATHION METILICO 720	CE62.80	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
			PENCAP M	20.90	SUSPENSION ACUGEA			
			PLAGUI-FDL 500	47.50	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
			PLAGUI-FDL 720	62.80	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
			RIPAR 500	47.20	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
			TAXITION 2X	2.00	POLVO			
			TAXITION 3X	3.00	POLVO			
			TAXITION 50X	50.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
TAXITION 720	63.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE						
TAXITION 720	62.80	CONCENTRADO EMULSIONABLE						
PERMETRINA	PIRETOIDE DE CONTACTO	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE:	AMBUSH 34	33.66	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
			AMBUSH 50	48.34	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
			AGUACATE, ALGODONERO, APIO:	CORSAIR 340	34.69	CONCENTRADO EMULSIONABLE		
			BERENJENA, BROCOLI, CALA:	CORSAIR 50X CE	49.50	CONCENTRADO EMULSIONABLE		
			MAIZ, CHILE, COL, COL DE	FIPOL-340	34.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE		
			BRUSELAS, COLIFLOR, DURAZ:	LUCANETRINA 34 C.E.	33.66	CONCENTRADO EMULSIONABLE		
			NO, ESPARRAGO, ESPINACA,	PERRIT	34.72	CONCENTRADO EMULSIONABLE		
			ZITONATE, LECHUGA, MAIZ,	POUNCE 04 G	0.40	GRANULADO		
			MANZANO, MELON, PAPA, PAS:	POUNCE 340 CE	34.73	CONCENTRADO EMULSIONABLE		
			TOS, PEPINO, PERAL, SANDIA:	POUNCE 500	48.65	CONCENTRADO EMULSIONABLE		
			SORGO, SOYA	PREMIER	33.66	CONCENTRADO EMULSIONABLE		
				TALCORD	34.73	CONCENTRADO EMULSIONABLE		
			PIRINICARDO	CARBAMATO DE CONTACTO	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE:	PRIMOR 50	50.00	POLVO HUECTABLE
		FRIJOL, MAIZ, ORNAMENTALES: PAPA, TRIGO						
PIRINIFOS METIL	FOSFORADO DE CONTACTO	TRATAMIENTO DE SEMILLAS ALMACENADAS: ARROZ, CAHUATE, CEBADA, MAIZ, TRIGO, ORNAMENTALES:	ACTELIC 2X	2.00	POLVO			
			ACTELIC 50	41.04	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
			ACTELIC 50 CE	48.50	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
PROPENOFOS	FOSFORADO DE CONTACTO	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE:	CURACRON 500 CE	45.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
			CURACRON 720	59.40	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
			ALGODONERO					
SULPROFOS	FOSFORADO DE CONTACTO	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE:	BOLSTAR	65.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE			
		ALGODONERO						
TERRUFOS	FOSFORADO DE CONTACTO E INGESTION	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE: MAIZ, PLATANO, SORGO	COUNTER 20 GR	20.00	GRANULADO			
			COUNTER 3 G	5.00	GRANULADO			
			COUNTER 5X	5.00	GRANULADO			

FALLA DE ORIGEN

ANEXO
(Continúa)

Material Técnico	Tipo de Insecticida	Uso Autorizado	Nombre Comercial	Formulación %	Presentación
TERBUFOS (Continúa)		APLICACION AL SUELO EN LOS CULTIVOS DE: CAFEYO, MAIZ, PLATANO, SORGO, TABACO	COUNTER FC-13% G	15.00	GRANULADO
TIDICARB	CARBAMICO DE CONTACTO	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE: ALGODONERO, MAIZ, SOYA, TABACO	LARVIN 375	33.76	SUSPENSION CONCENTRADA
			SENEVIN 350	21.50	SUSPENSION ACUOSA
TRALCETRINA	FIRETROIDE DE CONTACTO Y ESTOMACAL	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE: ALGODONERO, SOYA	TRALATE	3.75	CONCENTRADO EMULSIONABLE
TRIAZOFOS	FOSFORADO DE CONTACTO	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE: ALGODONERO	H0STATHION 1 G	1.00	GRANULADO
			H0STATHION 40 C.E.	40.00	CONCENTRADO EMULSIONABLE
TRICLORFON	FOSFORADO DE CONTACTO	APLICACION AL FOLLAJE EN LOS CULTIVOS DE: ALCACHOFA, ALFALFA, ALGO- DONERO, AROZ, AVENA, CA- CAHUATE, CALABAZA, CARTA- NO, CEBADA, CHILE, COL, COL. DE BRUSELAS, COLIFLOR, FRIJOL, FRIJOL EJOTERO, GARDINZO, Jitomate, LECHU- SA, LIMA, LIMONERO, MAIZ, NARANJINO, NARANJO, ORMA- NENTALES, PASTIZALES, PAS- TOS. POTPEROS, TABACO, TQ, MATE DE CASCARA, TORONJO, TRIGO	CEAVEY 50 PS	80.00	POLVO SOLUBLE
			CHURCH 50 L.S.	51.22	LIQUIDO SOLUBLE
			CLORHUIL 80	80.00	POLVO SOLUBLE
			DIWEX 2.5% G	2.50	GRANULADO
			DIPTEREY 2.5% GRANULADO	2.50	GRANULADO
			DIPTEREY 3% POLVO	3.00	POLVO
			DIPTEREY 80% PS	80.00	POLVO SOLUBLE
			LUCAVEY 80 P.S.	80.00	POLVO SOLUBLE
			PATEPEX 3% GRANULADO	3.00	GRANULADO
			TRICORAL 80 P.S.	80.00	POLVO SOLUBLE

FALLA DE ORIGEN

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Albert, L. A., 1990. TOXICOLOGIA DE LOS PLAGUICIDAS. SEMINARIO REGIONAL SOBRE EL IMPACTO DEL USO AGRICOLA EN LA CONTAMINACION DE LAS AGUAS. Puerto Morelos, Quintana Roo, México, pp. 156-162
- 2.- Albert, L. A., 1990. LOS PLAGUICIDAS Y SUS EFECTOS EN EL AMBIENTE Y LA SALUD. Centro de Ecodesarrollo, México D.F., pp. 23-32, 57-71, 87-92, 99-173, 299-303.
- 3.- Alpuche, G. L. 1991. Plaguicidas Organoclorados y medio ambiente, , Ciencia y Desarrollo 16(96):45-55, México, D.F.
- 4.- AMIPFAC (Asociación Mexicana de la Industria de Plaguicidas y Fertilizantes A.C.), 1985. CURSO DE ORIENTACION PARA EL BUEN USO Y MANEJO DE PLAGUICIDAS., México D.F.
- 5.- Anónimo, 1978. NUEVA ENCICLOPEDIA TEMATICA. Editorial Cumbre S.A., México. vol(3) pp. 171-183.
- 6.- Anónimo, 1977. TOXICOLOGIA Y TERAPEUTICA DE LAS INTOXICACIONES CON INSECTICIDAS ORGANOCORADOS ORGANOFOSFORADOS Y CARBAMATOS. Boletín técnico. Información para Médicos. SHELL MEXICO S.A. DE C.V. México D.F.
- 7.- Arata, W. A., 1983. PERSPECTIVA DEL USO DE PLAGUICIDAS: HISTORIA, SITUACION ACTUAL, Y NECESIDADES FUTURAS. PLAGUICIDAS SALUD Y AMBIENTE. Memorias de los talleres de San Cristóbal de las Casa, Chiapas, México, 1982, Xalapa Veracruz, México, 1983. ECO (Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud), OPS (Organización Panamericana de la Salud, OMS (Organización Mundial de la Salud INIREB (Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos), México, D.F., pp. 3-14.
- 8.- Baca Castillo R., 1987. DISEÑO DEL SISTEMA DE COLECCION DE POLVOS EN UNA PLANTA DE SECADO DE FLUORITA. Tesis, Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas. IPN., México D.F., pp. 28-47, 86-109.
- 9.- Baca Castillo T., 1966. ESTUDIO Y CLASIFICACION DE LOS PRODUCTOS INERTES EMPLEADOS EN LOS INSECTICIDAS AGRICOLAS. Tesis, Facultad de Ciencias Químicas. UNAM, México, D.F., pp. 23-31.
- 10.- Blas y Alvarez, 1961. QUIMICA DE LOS INSECTICIDAS. Editorial Aguilar, Madrid, España, pp. 59-69.

- 11.- Botello, A. V. 1992. Ecología, recursos costeros y contaminación en el Golfo de México, Ciencia y Desarrollo 17(102):28-48, México, D.F.
- 12.- CICOPLAFEST (COMISION INTERSECRETARIAL PARA EL CONTROL DEL PROCESO Y USO DE PLAGUICIDAS, FERTILIZANTES Y SUSTANCIAS TOXICAS). 1993. CATALOGO OFICIAL DE PLAGUICIDAS 1993. SARH, SEDESOL, SSA, SECOFI, México, D.F.
- 13.- Committee on Industrial Ventilation, 1984. INDUSTRIAL VENTILATION. A Manual of Recommended Practice. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Michigan, U.S.A. pp. Cap.(4):1-21, Cap.(5):33-44.
- 14.- Cremlyn, R., 1992. PLAGUICIDAS MODERNOS Y SU ACCION BIOQUIMICA. Editorial Limusa S.A. de C.V., México, D.F., pp. 1-26, 47-148, 317-344.
- 15.- De la Jara, F., 1981. ASPECTOS DE LA SALUD OCUPACIONAL Y DEL MANEJO SEGURO DE PLAGUICIDAS ORGANOCORADOS Y ORGANOFOSFORADOS. REPORTE MED. 80/1, Volúmenes 1,2,3 y 4, DIVISIONES MEDICAS, LONDRES Y LA HAYA, SHELL MEXICO S.A., México, D.F.
- 16.- De la Jara, F. y De la Parra, C., 1980. MANUAL DE TOXICOLOGIA Y TRATAMIENTO DE LAS INTOXICACIONES CON PLAGUICIDAS. ASOCIACION MEXICANA DE LA INDUSTRIA DE PLAGUICIDAS Y FERTILIZANTES, A.C., SHELL MEXICO S. A. DE C.V., México D.F., pp. 1-56.
- 17.- De la Jara, F., 1976. LA CONTAMINACION POR PLAGUICIDAS. Boletín técnico, SHELL DE MEXICO S.A. DE CD., México.
- 18.- De la Jara, F., 1976. PRECAUCION EN EL MANEJO Y USO DE PLAGUICIDAS. Boletín técnico, SHELL DE MEXICO S.A. DE C.V., México D.F.
- 19.- Díaz, G. G., Rueda, Q. L. Vazquez, J. C. y Botello, A. V., 1990. PRINCIPALES CUENCAS Y SISTEMAS ACUATICOS DE MEXICO IMPACTADOS POR EL USO DE LOS PLAGUICIDAS EN LA AGRICULTURA. SEMINARIO REGIONAL SOBRE EL IMPACTO DEL USO AGRICOLA EN LA CONTAMINACION DE LAS AGUAS. Puerto Morelos, Quintana Roo, México, pp. 68-80
- 20.- EPA (Environmental Protection Agency), 1990. Citizen's Guide to Pesticides. U.S. Government Printing Office., Washington, D.C., U.S.A., pp. 1-17.

21.- FAO (ORGANIZACION MUNDIAL DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION), 1985. CODIGO INTERNACIONAL DE CONDUCTA PARA LA DISTRIBUCION Y UTILIZACION DE PLAGUICIDAS. 23o. periodo de sesiones Roma. 9-28 noviembre de 1985. AMIPFAC, México D.F.

22.- FAO(ORGANIZACION MUNDIAL DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION), 1982. AGRICULTURA HORIZONTE 2000.

23.- Gánem, M.E., 1990. LOS AGROQUIMICOS Y SUS EFECTOS EN EL MEDIO AMBIENTE. SEMINARIO REGIONAL SOBRE EL IMPACTO DEL USO AGRICOLA EN LA CONTAMINACION DE LAS AGUAS. Puerto Morelos, Quintana Roo, México, pp. 164-179.

24.- García Delfín, 1992. TRANSPORTE DE ALTO RIESGO., PELIGRO: BOMBAS RODANTES, MUY INTERESANTE. 9(4):38-45. México, D.F.

25.- GIFAP (GRUPMET INTERNATIONAL DES ASSOCIATIONS NATIONALES DE FABRICANTS DE PRODUITS AGROCHIMIQUES), 1991. DISPOSAL OF UNWANTED PESTICIDE STOCKS. Guidance on the selection of practical options. The Press, London.

26.- GIFAP, 1988. NORMAS para el transporte seguro de plaguicidas. Bruselas, Bélgica.

27.- GIFAP, 1988. NORMAS para evitar, limitar y destruir los residuos de plaguicidas en las fincas. Bruselas, Bélgica.

28.- GIFAP, 1987. NORMAS para la manipulación segura de plaguicidas durante su formulación, envasado, almacenamiento y transporte., Bruselas, Bélgica.

29.- GIFAP, 1983. NORMAS para el empleo seguro y eficaz de los plaguicidas. Bruselas, Bélgica.

30.- Hildebrand, A. V., 1990. PLAGUICIDAS REMEDIOS QUE MATAN. INSTITUTO DE DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE, Perú, pp. 7-13.

31.- ICI ESPECIALIDADES QUIMICAS, _____. COMO FORMULAR INSECTICIDAS CON EMULSIONANTES ATLOX. Folleto de CANAMEX S.A. DE C.V., México, D.F., pp. 1-20.

32.- INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA GEOGRAFIA E INFORMATICA), Feb, Abr, Jun, Ago, Oct y Dic 1994. ENCUESTA INDUSTRIAL MENSUAL. México D.F.

33.- INEGI, 1987, 1988,1989, 1990,1991 y 1992. ENCUESTA INDUSTRIAL MENSUAL. Resumen Anual. México D.F.

34.- Jarquin, N. I. A., 1989. LOS PLAGUICIDAS Y SUS RESIDUOS EN LA CIUDAD DE MEXICO. MEMORIAS DE LA REUNION SOBRE SALUD Y AMBIENTE EN LA CIUDAD DE MEXICO. SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL, DEPARTAMENTO DEL D.F., México D.F., pp. 115-117.

35.- Kimbal, C. A., Finkelman, J. Caracheo, A. y Molina, G., 1989. LISTADO DE PLAGUICIDAS RESTRINGIDOS Y PROHIBIDOS EN PAISES DE LA REGION DE LAS AMERICAS. ECO (CENTRO PANAMERICANO DE ECOLOGIA HUMANA Y SALUD), OPS (ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD) Y OMS (ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD), Metepec, Edo. de México.

36.- Lagunes, T. A., 1983. PERSPECTIVAS EN EL USO DE INSECTICIDAS AGRICOLAS EN MEXICO. Agrociencia 54(Oct-Dic):7-17. México.

37.- Lagunes, T. A. y Villanueva, J. J. A., 1994. TOXICOLOGIA Y MANEJO DE INSECTICIDAS. COLEGIO DE POSTGRADUADOS EN CIENCIAS AGRICOLAS. Montecillos, México, pp. 1-134, 151-165.

38.- Miller, S.S., 1992, U.S. AND MEXICAN PESTICIDE STANDARS. Similarities and Diferences. Environmental and Technology, 26(10):1900-1901, Columbus, OH., U.S.A.

39.- Morgan, D. P., M. D., Ph. D., 1982. Diagnostico y Tratamiento de Los Envenenamientos con Plaguicidas. EPA (Environment Protection Agency), U.S. Government printing office. U.S.A., pp. 1-18, 42-45.

40.- Munnecke, D. M., 1986. METODOS DE DESECHO DE ENVASES Y EXCEDENTES DE PLAGUICIDAS. ECO (Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, OPS (Organización Panamericana de la Salud, OMS(Organización Mundial de la Salud, Metepec, México, pp. 3-22.

41.- OMS (Organización Mundial de la Salud), 1986. CLASIFICACION DE PLAGUICIDAS CONFORME A SU PELIGROSIDAD. CENTRO PANAMERICANA DE ECOLOGIA HUMANA Y SALUD, ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD. Metepec, México.

42.- ONU (Organización de las Naciones Unidas), 1991. Consolidated List of Products Whose Consumption and/or Sale Have Been Banned, Withdrawn, Severely Restricted or not Approved by Governments. United Nations Publication, New York, U.S.A.

43.- OPS (Organización Panamericana de la Salud)., 1989. MANUAL BASICO PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS EN EL USO DE LOS PLAGUICIDAS, Fredy's Publicaciones y Servicios, Lima, Perú, pp. 63-67.

44.- OPS, 1993. PLAGUICIDAS Y SALUD EN LAS AMERICAS. OPS (ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD), OMS (ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD, CENTRO PANAMERICANO DE ECOLOGIA Y SALUD, Metepec, México, pp. 1-64.

45.- Parra, V. H., 1989. PLAGUICIDAS ALGUNOS PROBLEMAS Y SOLUCIONES. SEMINARIO NACIONAL JUNIO 8-9 MEDELLIN, COLOMBIA, pp. 21-33.

46.- Pine, S.H., Hendrickson, J.B., Cram, D.J. y Hammond, G.S., 1987. QUIMICA ORGANICA. Mc Graw-Hill, México, D.F., pp. 30-31

47.- Restrepo, I., 1988. NATURALEZA MUERTA. Ediciones Océano, México D.F., pp. 49-74, 117-140.

48.- Rosales, J.N., 1974. LOS INSECTICIDAS CRIMINALES. Editorial Posada, México D.F. pp. 22, 104-108.

49.- Ruiz Cancino, A., 1990. Analisis fisicoquímico de Artemisia Ludoviciana en busca de sustancias con propiedades antimaláricas. Tesis. M. en C. (Química Orgánica) U.A. del Edo. de Morelos. Cuernavaca Mor. México.

50.- Ruiz Cancino, A., 1979. Obtención de alfa-naftol para la fabricación de insecticidas a partir de materia prima mexicana. Lic. en I.Q. UNAM, Facultad de Química, México D.F.

51.- SCT (SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES). NORMA TECNICA PARA EL TRANSPORTE DE MATERIALES PELIGROSOS NTTMP-SCT-002/92. DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE TERRESTRE, México, D.F.

52.- SCT (SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES). NORMA TECNICA PARA EL TRANSPORTE DE MATERIALES PELIGROSOS NTTMP-SCT-008/92. DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE TERRESTRE, México, D.F.

53.- SCT (SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES). NORMA TECNICA PARA EL TRANSPORTE DE MATERIALES PELIGROSOS NTTMP-SCT-018/92. DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE TERRESTRE, México, D.F.

54.- SEMIP (SECRETARIA DE ENERGIA MINAS E INDUSTRIA PARAESTATAL), 1990, 1991 Y 1992. PETROQUIMICA. COMISION PETROQUIMICA MEXICANA. México D.F.

55.- SEMIP, 1987. LA INDUSTRIA DE LOS PLAGUICIDAS EN MEXICO. COMISION PETROQUIMICA MEXICANA. México D.F.

- 56.- Shou-zhen, Xue., 1987. Health Effects of Pesticides: A Review of Epidemiologic Research From The Perspective of Developing Nations. American Journal of Industrial Medicine 12:269-279.
- 57.- SIC (SHELL INTERNATIONAL COMPANY LIMITED), 1990. SAFETY GUIDE. SHELL AGRICULTURE, CROP PROTECTION DIVISION., London, England.
- 58.- SIC (SHELL INTERNATIONAL COMPANY LIMITED), 1980. PERSONAL PROTECTION EQUIPMENT GUIDE., London, England.
- 59.- Simonian, L. 1988. Pesticide use in Mexico: Decades of Abuse. The ecologist. 18(2):83-86. University of California, U.S.A.
- 60.- SSA (SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA), 1990, 1991, 1992. INFORMACION EPIDEMIOLOGICA DE MORBILIDAD. Por Grupo de Edad Tomo II. SUBSECRETARIA DE COORDINACION Y DESARROLLO, DIRECCION GENERAL DE EPIDEMIOLOGIA. México D.F.
- 61.- SSA (SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA), 1990, 1991, 1992. INFORMACION EPIDEMIOLOGICA DE MORBILIDAD. Por Estado Tomo III. SUBSECRETARIA DE COORDINACION Y DESARROLLO, DIRECCION GENERAL DE EPIDEMIOLOGIA. México D.F.
- 62.- SSA (SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA), 1993. MANUAL DE TOXICOLOGIA. SECRETARIA DE SALUD, SUBSECRETARIA DE REGULACION Y FOMENTO SANITARIO, DIRECCION GENERAL DE SALUD AMBIENTAL, DIRECCION GENERAL DE RIESGOS AMBIENTALES, México D.F., pp. 5-17, 151-154.
- 63.- Thomson, W. T., 1982. AGRICULTURAL CHEMICALS BOOK I/INSECTICIDES, THOMSON PUBLICATIONS, California, U.S.A.
- 64.- UNEPLA (UNIDAD ESPECIALIZADA DE INFORMACION Y ASESORAMIENTO SOBRE PLAGUICIDAS), 1988. RESUMEN ESTADISTICO ANUAL 1988. Caracas, Venezuela.
- 65.- Waldemar, F. A., 1982. FUNDAMENTOS TOXICOLOGICOS DE LOS PLAGUICIDAS. PLAGUICIDAS SALUD Y AMBIENTE. Memorias de los talleres de San Cristóbal de las Casa, Chiapas, México, 1982, Xalapa Veracruz, México, 1983. ECO (Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud), OPS (Organización Panamericana de la Salud, OMS (Organización Mundial de la Salud INIREB (Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos), México, D.F., pp. 61-78.
- 66.- WHO/UNEP (World Health Organization/United Nations Environment Programme), 1989. PUBLIC HEALTH OF PESTICIDES USED IN AGRICULTURE. Report of a WHO/UNEP Working Group, Nairobi, pp. 6-71.