DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
Facultad de Ingeniería

ESTUDIO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PLAGUICIDAS EN AGUA POTABLE Y DE RIEGO EN LA ZONA AGRÍCOLA DEL ESTADO DE OAXACA

CATALINA GARCÍA ALMANZA

T E S I S

PRESENTADA A LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

COMO REQUISITO PARA OBTENER
EL GRADO DE

MAESTRO EN INGENIERÍA
(AMBIENTAL)

DIRECTOR: DR. TOMÁS GONZÁLEZ MORÁN.

CIUDAD UNIVERSITARIA

1996

AGRADECIMIENTOS

- Este proyecto se realizó con apoyo financiero del proyecto C504 del Instituto de Geofísica de la UNAM. Gracias por todas las facilidades otorgadas.

- En forma especial al Dr. Tomás González Morán mi director de tesis. Gracias porque sin su confianza y ayuda no hubiera sido posible llevar a cabo este esfuerzo.

- A quienes formaron parte de mi jurado:

  Dra. Georgina Fernández Villagomez. ✓

  M.I. Ana Elisa Silva Martínez. ✓

  M.C. Constantino Gutiérrez Palacios. ✓

  M.I. Manuel Heredia Durán.

  Gracias por sus valiosas aportaciones y por el tiempo dedicado a la revisión de este trabajo

- Al CENAPRED por su apoyo logístico para la culminación de este trabajo.

- A mis profesores por todas sus enseñanzas.

- Al Dr. Felipe Vázquez Gutiérrez, gracias por todo su valioso apoyo.

- A la M. C. Judith Marmolejo Rodríguez, gracias por compartir sus conocimientos .

- Al Grupo de trabajo del Laboratorio de Fisicoquímica Marina del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM, gracias por toda su ayuda.

- A Ricardo Pantoja Arias, por toda su cooperación, gracias mil.

- Al Dr. Armando Rodríguez Esperanza, gracias por su tiempo.

- Al Ing. Andrés López Ruiz, gracias por toda su colaboración en el muestreo.

- A Livia Elizabeth Sánchez R., Maximino Navarrete Lara y Miguel Chavez Rodríguez (Laboratorio de Ambiental, de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería), gracias por su ayuda.

- A la Lic. Rosario Flores Ramos y al Lic. Mauricio Fuente Peñaloza (Depto. de Computo del Instituto de Geofísica de la UNAM), por todo su apoyo en la elaboración del reporte final.

- A mis amigos, por compartir tantos momentos.

A MI FAMILIA:

- A mis padres Manuel y Eloisa porque son mi guía para todo lo que emprendo, gracias por su confianza.

- A mis hermanos (Lupe, Martín, Lucy, Loy, Paty, Mago, Manuel y Lenita), por su cariño y apoyo.

- A mis abuelitos Toño y Luz , gracias por todas sus atenciones.

- A mi tía Lucy por toda su invaluable ayuda.

CONTENIDO

PAGINA

CAPÍTULO 3

CAPÍTULO 4

CAPÍTULO 5

CAPÍTULO 6

CAPÍTULO 7

CAPÍTULO 8

CAPÍTULO 9

ÍNDICE DE TABLAS

PAGINA

ÍNDICE DE FIGURAS

PAGINA

ÍNDICE DE ANEXOS

PAGINA

INTRODUCCIÓN

Los contaminantes orgánicos (hidrocarburos, PCB, plaguicidas, etc.) en nuestros días han tomado una gran importancia, debido a que ocasionan problemas de gran complejidad. Estos compuestos se han encontrado en todos los ecosistemas del planeta, y lo que es más grave, se han identificado en seres humanos.

Entre estos compuestos químicos se encuentran los *plaguicidas;* los cuales presentan propiedades críticas que originan numerosos casos de contaminación. Entre las propiedades figuran su toxicidad, estabilidad, solubilidad en el agua y lípidos, y su persistencia.

Se define como **Plaguicida** a la sustancia, o mezcla de ellas, destinada a prevenir, destruir o controlar plagas, incluyendo los vectores de enfermedad humana o animal; las especies no deseadas de plantas o animales que ocasionan daño duradero u otras que interfieren con la producción, procesamiento, almacenamiento, transporte y comercialización de alimentos; artículos agrícolas de consumo (como cereales en rama, azúcar de remolacha y semillas de algodón), madera y sus productos, forraje para animales o productos que puedan administrárseles para el control de insectos, arácnidos u otras plagas corporales. Este término incluye sustancias destinadas al crecimiento de plantas, defoliantes, desecantes, agentes para ralear frutas o sustancias para evitar la caída prematura del fruto y productos aplicados a los cultivos, ya sea antes de la cosecha o después de ella para prevenir su deterioro durante el almacenamiento o transporte (FAO, 1990).

Definiciones similares han sido adoptadas por la Comisión del Codex Alimentarius y por el Consejo Europeo en 1984. Se excluyen los fertilizantes, los nutrimentos de plantas y animales, los aditivos alimentarios y las drogas para animales (Henao, *et al.*, 1993). Algunos plaguicidas pueden ser de origen biológico, por ejemplo el Bacillus thuringiensis, empleado en campañas de salud pública para el control de los mosquitos que transmiten la malaria y del Simulium Sp., vector de la oncocercosis.

Sin embargo, la mayoría de los plaguicidas son de origen químico sintético y, para su venta comercial, combinan algún *"ingrediente activo"*, que está elaborado para combatir determinados tipos de plagas, con uno o varios ingredientes *"inertes"*, que diluyen el producto tóxico o constituyen su excipiente. La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de Norteamérica (**EPA**) por ejemplo, mantiene un registro de 1500 ingredientes activos, la mayoría de los cuales se caracterizan por ser compuestos orgánicos. Los formuladores mezclan estos compuestos con uno o varios de aproximadamente 900 excipientes para elaborar los aproximadamente 50,000 plaguicidas comerciales registrados para su empleo en los Estados Unidos de Norteamérica (**EUA**). En general, rara vez se tienen en cuenta las consecuencias del

empleo de sustancias excipientes, aunque por sí solas constituyen una gran parte del producto comercial y, a veces, sus efectos nocivos superan a los de los propios ingredientes activos. Por ejemplo, el tetracloruro de carbono y el cloroformo, potentes sustancias que son tóxicas para el hígado y el sistema nervioso central (SNC), pueden utilizarse como ingredientes "inertes" sin ser mencionados en la etiqueta del producto (Henao, *op cit*.).

Los efectos adversos de los plaguicidas para la salud pueden deberse también a impurezas, tales como las dioxinas en ciertos herbicidas de tipo clorofenoxi, la etilentiourea en los fungicidas a base de bisditiocarbamatos o el isomalatión en el malatión. Entre los efectos provocados por estos productos tenemos: neurotoxicidad, neuropatías, dermatitis, cáncer, teratogenesis, etc. (Henao, *op cit*.).

El conocer las ventajas y desventajas de utilizar plaguicidas, permite determinar la conveniencia de utilizar productos menos persistentes, pero más tóxicos, ó buscar alternativas biológicas (biocontroles) que son menos peligrosas para los seres vivos, pero que desafortunadamente en la actualidad son menos eficientes. Esto tiene relevancia debido a las elevadas tasas de mortalidad que se presentan en países de América Latina, con especial interés en nuestro país (CPEHS, 1984).

Los casos de intoxicación con plaguicidas se producen por utilizar productos altamente tóxicos como los carbamatos, o demasiado persistentes como los organoclorados. En muchos de los casos se manejan mezclas de plaguicidas al libre arbitrio, sin que sean supervisadas por personal especializado, reutilizandose los envases, y aplicándose los productos sin ninguna protección. Es común encontrar residuos de compuestos organoclorados y organofosforados en aguas de los pozos y ríos. En las zonas agrícolas, los suelos pueden contener residuos de plaguicidas utilizados en los cultivos. La persistencia de estas sustancias fluctúan de unos meses a varios años (Albert, 1988).

Por otra parte, el problema de la reutilización de envases provoca numerosas intoxicaciones tanto en seres humanos como en diversas especies. El problema radica principalmente en que un residuo de plaguicida es catalogado como peligroso (SEDESOL, 1994), por lo tanto se le debe dar un manejo especial (lo cual no siempre sucede). En México la única empresa autorizada para el confinamiento (forma de disposición final de residuos peligrosos) de éste tipo de residuos, es la empresa "Residuos Industriales Multiquim" que solo acepta recipientes o contenedores, de algunos plaguicidas como volatón, cupravit, manzate, hinosan, racumin y hemacur (PROFEPA, *et al*., 1994).

Es por lo tanto necesario la participación conjunta de instituciones de investigación, privadas y gubernamentales, que puedan llevar a cabo acciones para lograr que la contaminación por plaguicidas en todos los ámbitos no continúe.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL: Evaluar la situación acerca del uso y manejo de los plaguicidas en el Estado de Oaxaca, realizando muestreos y análisis de agua para uso potable y riego.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS :

1. Realizar una revisión sobre el uso, manejo y legislación de plaguicidas en México y en el extranjero.

2. Investigar los impactos negativos del uso y manejo de los plaguicidas considerando el Estado de Oaxaca.

3. Recopilar las características y propiedades de los plaguicidas utilizados en el Estado de Oaxaca.

4. Efectuar una búsqueda de medidas para prevenir la contaminación ambiental por plaguicidas.

5. Identificar plaguicidas organoclorados y organofosforados en pozos de agua potable y de riego; presas y ríos en la región de Valles Centrales y del Istmo (Estado de Oaxaca).

6. Aplicar la técnica de cromatografía de gases en la identificación de plaguicidas.

JUSTIFICACIÓN

El propósito de realizar un estudio sobre *Plaguicidas* se debe a que, en las últimas décadas, se ha detectado la presencia de estos compuestos químicos en casi cualquier parte de nuestro ambiente, lo cual trae consecuencias muy peligrosas para todos los habitantes de este planeta.

En el Estado de Oaxaca como en gran parte del País, existen varios problemas de salud, como son las enfermedades gastrointestinales, que provocan altas tasas de mortalidad, por tal motivo son objeto de mayor atención; sin embargo, el problema que ocasiona el mal uso y manejo de plaguicidas no se ha tomado en cuenta. Esto puede ser resultado de la falta de estudios de contaminación por plaguicidas o el desconocimiento de las graves afectaciones que ocasionan a la salud y a la vida silvestre. En consecuencia no se le ha dado la adecuada importancia.

En México en el periodo de enero a julio de 1994 ocurrieron 22 incidentes relacionados con el manejo de sustancias químicas. De las sustancias químicas involucradas en accidentes durante este periodo los plaguicidas son los más frecuentes (Tabla 1):

Agente químico	Frecuencia
Plaguicida	6
Amoniaco	4
Ácido sulfúrico	3
Gas butano	1
Gas metano	1
Combustóleo	1
Sosa cáustica	1
otros	5

Tabla 1 Productos involucrados en los accidentes químicos de 1994
Fuente: Dirección General de Epidemiología, Secretaría de Salud, 1994.

La magnitud del riesgo que se tiene con el uso y manejo de los plaguicidas o por cualquier tipo de contacto con los mismos, depende de las medidas de protección que se tengan contra estos productos y del tipo de plaguicida de que se trate. Por ejemplo, los plaguicidas organoclorados son altamente persistentes, ya sea en su estructura original o en la formación de metabolitos.

La formación de productos secundarios se efectúa en el suelo y aguas subterráneas; además, estos productos se acumulan en la cadena alimenticia y tejidos grasos, por lo que puede observarse concentraciones elevadas en leche materna. Por otro lado, los plaguicidas organofosforados y carbamatos son menos persistentes, pero son de mayor toxicidad.

Sin embargo, lo más importante es el hecho de que los plaguicidas ya no proporcionan protección tan eficaz a los cultivos como lo hicieron en el pasado. Cada vez mayor número de especies de insectos y plantas, así como toda una serie de otros organismos, se hacen resistentes a los productos químicos. El resultado de esta tendencia, es que algunos plaguicidas se utilizan con mayor frecuencia a fin de compensar su menor eficacia. Otro problema conjunto, aparte del correspondiente aumento del riesgo para la salud humana, es el daño irreversible en numerosos ecosistemas.

Para fundamentar la necesidad de evaluar la contaminación por plaguicidas, se mencionan a continuación algunas afectaciones negativas del uso y manejo de plaguicidas:

- Se calcula que en los países más pequeños de América Latina ocurren al menos de 1000 a 2000 intoxicaciones por plaguicidas al año, y que en los países industrializados el número es mayor. Las intoxicaciones por plaguicidas han ido en aumento año tras año durante la década de los años ochenta (Henao, *op cit.*).

- En América Latina la proporción de intoxicaciones por plaguicidas entre los menores de 18 años es del orden del 10 al 20 por ciento (Henao, *et al.*,1990).

- Los principales contaminantes de los alimentos en México son los plaguicidas organoclorados y sus productos de biotransformación; en segundo lugar están los residuos de plaguicidas organofosforados (Albert, 1990).

- De los plaguicidas aplicados, se estima que ocurren pérdidas aproximadamente de 20-35% (Department of Commerce, 1979) e incluso del orden de 50%. Los plaguicidas pueden alcanzar los ecosistemas por las pérdidas en el transporte y se han encontrado altos niveles de plaguicidas, diseminados por el viento hasta uno o dos kilómetros de distancia del sitio de aplicación (International Programme on Chemical Safety, 1973).

- La contaminación por plaguicidas en corrientes y cuerpos de agua ocurre por la descarga de residuos industriales (industrias productoras de plaguicidas) de sobrantes y de agua de lavado de equipos; su aplicación directa al agua (larvicidas); el desplazamiento hacia los cauces de plaguicidas arrastrados por las lluvias; las aplicaciones aéreas cercanas a los ríos y lagos; el uso ilegal de estos productos como instrumentos de pesca, etc. (Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution, 1983).

- Entre los agentes químicos ambientales que pueden afectar el material genético y causar malformaciones congénitas y mutaciones, se encuentran los plaguicidas; siendo la *anencefalia* una de las afecciones relacionadas con estos productos (Mutchinick, et al., 1990; Smith, 1992; Keith, et al., 1988; Matthew, et al., 1988; ATSDR, 1995; Craigmill, 1983). En México (Oaxaca, etc.), se han presentado niñós recién nacidos con problemas de anencefalia, relacionados con la contaminación por plaguicidas (SSA, 1994).

- Además existen otros efectos negativos ocasionados por los plaguicidas; tales como, afectación del sistema nervioso central, dermatitis, cáncer, etc. (ver Capítulo 3).

En el caso específico del Estado de Oaxaca es de importancia este problema, ya que no siendo un estado altamente agrícola utiliza gran número de plaguicidas, aproximadamente 67 como mínimo (PROFEPA, 1994), siendo que en otros estados, donde esta actividad es mayor, el número de plaguicidas utilizado es más reducido.

Por otro lado, es común que en las áreas agrícolas no se tome ninguna medida de protección para los jornaleros y que sus familias normalmente reutilicen los envases de estos productos.

En 1993, en el Estado de Oaxaca se reportaron 131 casos de intoxicaciones a causa del uso de plaguicidas, mientras que en 1988 solo se presentaron 47, por lo que se puede observar que el incremento de incidencia ha aumentado (SSA, *et al.*, 1993).

Todo lo expuesto permite afirmar que un estudio sobre la contaminación de plaguicidas en el Estado de Oaxaca, es necesario, para evaluar en forma preliminar la contaminación por plaguicidas en agua potable y riego en la zona agrícola del estado, y para dar pauta a un estudio posterior más completo, tanto químico como epidemiológico.

CAPÍTULO 1

DESARROLLO HISTÓRICO DE LOS PLAGUICIDAS

Desde que existe la civilización, el hombre continuamente se ha esforzado en mejorar su producción de alimentos, oponiéndose a la destrucción de sus cosechas por plagas de insectos y enfermedades.

Para entender la aparición acelerada que han presentado estos productos, hasta nuestros días, se presenta a continuación una clasificación del desarrollo histórico de los plaguicidas, presentándolos como tres generaciones (William, 1967 y Hernández, 1982):

1a. Generación " Sales vegetales e inorgánicas "

1000 a.C. Empleo del azufre, arsénico y plomo para eliminar gorgojos de plantas.

1829. Descubrimiento y empleo de la NICOTINA para destruir piojos de las plantas sin causar daño al follaje.

1848. Empleo de la ROTENONA en los Estados Unidos de América en sustitución de sales de arsénico y plomo.

1850. Empleo mundial del polvo de PIRETRO como veneno para piojos y pulgas.

1915-1920. Desarrollo y empleo de varios INSECTICIDAS ARSENICALES como resultado de la 1a. Guerra Mundial.

1929. Utilización de compuestos del FLÚOR como insecticidas de ingestión en sustitución de los arsenicales, no dejando residuos venenosos en las cosechas.

2a. Generación " Tóxicos orgánicos de amplio espectro "

1932. Comienza la era moderna de los insecticidas orgánicos. Uso a gran escala, con el advenimiento del ÉTER TIOCIANO DIETILICO.

1939. Se descubren las propiedades insecticidas del DDT.

1940-1948. Desarrollo y empleo de una gran variedad de insecticidas ORGANOCLORADOS como BHC, TOXAFENO, DIELDRIN, ENDRIN, HEPTACLORO, ALDRIN, LINDANO Y CLORDANO.

1944. Se abre la industria de los plaguicidas ORGANOFOSFORADOS, al comercializar Bayer el PARATION ETÍLICO.

1949. Síntesis por Forge y Sdechter del primer piretroide sintético: CINEXIN Y.

1952-1965. Desarrollo expansión y empleo de otros insecticidas organofosforados como: USATION, FOLIMAT, ASUNTOL, MALATIÓN, NALEO, DIPTEREX, etc.

1956. Se lanza al mercado el primer CARBAMATO exitoso: CARBARYL.

3a. Generación " Hormonas y otros productos biológicos de espectro restringido, junto con el control biológico "

1956. De acuerdo con los experimentos de Williams, se reconoce por primera vez que las hormonas juveniles y análogos sintéticos, tienen potencialidad para controlar poblaciones de insectos.

1959. Identificación de la primera FEROMONA por A. Butenandt. Del gusano de la seda se aísla el BOMBICOL.

1965-1971. Se aíslan hormonas juveniles de un número considerable de insectos y se desarrollan y evalúan ANÁLOGOS SINTÉTICOS.

1973. Se sintetiza el ALTOSID (juvenoide sintético) y es el primer agente morfogenético que recibe autorización como plaguicida de este tipo por la EPA .

1976-1982. Comienzan a salir al mercado nuevos agentes químicos como: FEROMONAS, JUVENOIDES, etc.

En la actualidad antes de utilizar cualquier plaguicida se requiere de muchas horas de investigación y de grandes inversiones. En **EUA** el desarrollo de un plaguicida desde su descubrimiento en el laboratorio hasta su comercialización es de aproximadamente 8 años. Con un costo que, en 1987, era de aproximadamente 50 millones de dólares.

Esto ha aumentado la dificultad para descubrir nuevos agroquímicos con significantes ventajas sobre productos ya existentes. Además, en nuestros días se autoriza la producción de un plaguicida, siempre que proteja alguna de las siguientes cosechas más importantes a nivel mundial: maíz, arroz, soya, algodón y trigo. Por otra parte, los requisitos ambientales son cada vez más estrictos en **EUA** (Cremlyn, 1991).

Por lo tanto, la introducción de plaguicidas en la actualidad es más difícil que años atrás, ya que deben cumplir con mayor número de requisitos y además las inversiones cada vez son más altas.

CAPÍTULO 2

CARACTERÍSTICAS, PROPIEDADES, USOS E INTERRELACIÓN DE LOS PLAGUICIDAS

Para comprender la importancia de la presencia de los plaguicidas en el ambiente, es necesario conocer a los mismos. Esto se logra teniendo conocimiento de qué son (anteriormente ya se ha definido que es un plaguicida, de acuerdo a organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (**FAO**) y por la Ley General de Salud en México), para qué se usan, cuántos y cuáles tipos existen, sobre qué actúan, en qué estado físico se encuentran, cuánto tiempo permanecen en el ambiente, qué efectos ocasionan, etc.

Pora lograr lo anterior, a continuación se presentan las características, propiedades, usos e interrelaciones de estos productos.

2.1.- Clasificación

Los plaguicidas se pueden clasificar de varias maneras dependiendo de :

2.1.1.- Concentración

De acuerdo a su concentración se clasifican en :

Ingrediente Activo: Compuesto químico que ejerce la acción plaguicida

Plaguicida Técnico: La máxima concentración del ingrediente activo obtenida como resultado final de su fabricación, de la cual se parte para preparar un plaguicida formulado. Por su estado físico, un plaguicida técnico puede ser sólido, líquido o gaseoso.

Plaguicida Formulado: Es la mezcla de uno o más plaguicidas técnicos, con uno o más ingredientes conocidos como "inertes", cuyo objeto es dar estabilidad al ingrediente activo, o hacerlo útil y eficaz; constituye la forma usual de aplicación.

2.1.2.- Organismos que controlan

Esta clasificación se indica en la tabla siguiente:

Nombre	Plaga
Insecticida	Insectos
Acaricida	Garrapatas
Fungicida	Hongos
Bactericida	Bacterias
Antiséptico	Microorganismos dañinos a materiales
Herbicida	Malezas
Nematicida	Gusanos redondos
Rodenticida o Zooicida	Roedores
Algicida	Algas y vegetación acuática
Arboricida	Árboles y vegetación arbustiva
Limacida	Moluscos y gastrópodos

Tabla 2. Clasificación de los plaguicidas de acuerdo al tipo de plaga que atacan

2.1.3.- Modo de acción

El ingrediente activo puede ser:

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

De ingestión: Debe ser ingerido por la plaga para su acción efectiva.

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

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

Repelente: Impide que las plagas ataquen.

Defoliante: Causa la caída del follaje de las plantas.

2.1.4.- Composición química

Los ingredientes activos pueden ser:

Compuestos inorgánicos : Estos son compuestos que carecen de carbono. Por ejemplo los derivados de cobre, azufre, zinc y aluminio.

Compuestos orgánicos: Son aquellos que contienen átomos de carbono en su estructura química. La mayoría son de origen sintético, fabricados a partir de compuestos químicos básicos; algunos son extraídos de plantas, por lo que se conocen como botánicos.

Plaguicidas biológicos: Se llama así a los virus, microorganismos o derivados de su metabolismo, formulados como insumos, que pueden controlar a una plaga en particular.

2.1.5.- Persistencia

Conforme al tiempo que transcurre entre su aplicación y la degradación ambiental del compuesto, los plaguicidas se clasifican en:

Ligeramente persistentes: menos de cuatro semanas.

Poco persistentes: de cuatro a veintiséis semanas.

Medianamente persistentes: De veintisiete a cincuenta y dos semanas.

Altamente persistentes: más de un año y menos de veinte.

Permanentes: más de veinte años.

A continuación se presenta una tabla que muestra la persistencia de algunos plaguicidas (Tabla 3):

Tipo de compuesto utilizado	Dosis aplicadas Kg./ha	Tiempo que tarda en desaparecer el 95% de la dosis
Organofosforados: Paratión	5.5	75-85 días
Timet	5.5	50-60 días
Gutión	5.5	25-35 días
Metil-paratión	5.5	15-20 días
Malatión	5.5	5-8 días
Carbamatos: Sevin	5.5	50-60 días
Organoclorados: DDT	1.13-2.77	4-30 años
Dieldrin	1.13-3.36	3-10 años
Lindano	1.13-2.77	3-10 años
Heptacloro	1.13-3.36	3-5 años
Clordano	1.13-2.23	3-5 años
Telodrín	0.28-1.13	2-7 años
Aldrín	1.13-3.36	1-6 años

Tabla 3. Persistencia de diversos plaguicidas en aplicaciones agrícolas
Fuente: Santiago , *et al.*, 1981.

2.1.6.- Uso al que se destina

Por el uso se considera que los plaguicidas pueden ser:

Agrícolas: De uso en diversas extensiones, en sistemas de producción agrícola y en productos y subproductos de origen vegetal.

Forestales: De uso en bosques y maderas.

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

Jardinería: De uso en jardines y plantas de ornato.

Pecuarios: De uso en animales o instalaciones de producción intensiva o extensiva cuyo producto será destinado al consumo humano o a usos industriales. Incluye el uso en animales domésticos.

Domésticos: De uso en el interior del hogar.

Industriales: De uso en el procesamiento de productos y subproductos, así como para el cuidado de áreas industriales.

2.1.7.- Ingrediente activo

De acuerdo al ingrediente principal que los forman se clasifican en:

- Organoclorados
- Organofosforados
- Carbamatos
- Piretroides
- De origen botánico
- Biológicos
- De cobre
- Tiocarbamatos
- Ftalimidas
- Carboxamidas
- Carboximidas
- Guanidinas y Naftoquinonas
- Organoestánicos
- Orgánicos de azufre
- Clorofenoxi
- Dinitrofenoles
- Derivados de la urea
- Triazinas
- Derivados de los ácidos tricloroacético y Tricloropicolínico
- Bipiridílicos
- Otros

2.1.8.- Formulación

Por el tipo de formulación los plaguicidas pueden clasificarse como sólidos, líquidos y gases.

2.1.8.1.- Fórmula sólida

Las formulaciones sólidas pueden tener las siguientes presentaciones:

Sólido técnico: Granulo fino concentrado

Polvo técnico: Granulo soluble

Polvo: Pasta sólida técnica

Polvo humectable: Perdigones o comprimidos

Polvo micronizado: Micro-encapsulados

Polvo soluble: Cebo envenenado.

Tabletas o pastillas: Bloque parafinado

Granulo técnico: Collares

Granulado o granulo: Aretes

Granulo dispersables: Jabón

2.1.8.2.- Fórmula líquida

Las formulaciones líquidas pueden ser:

Líquido técnico: Solución concentrada

Líquido solo para coadyuvante: Solución concentrada técnica

Líquido viscoso técnico: Concentrado emulsionable

Líquido soluble: Emulsión o dispersión

Líquido miscible: Pasta gelatinosa

Suspensión acuosa técnica: Concentrado para ultra-bajo-volumen

Solución acuosa

2.1.8.3.- Fórmula gaseosa

Las formulaciones gaseosas son gases licuados o comprimidos.

2. 2.-Usos

Los plaguicidas se utilizan para diversas aplicaciones. Sus principales usos se presentan a continuación:

2.2.1.-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 1500 especies de nemátodos dañan los cultivos. Además, existen aproximadamente 30,000 especies de malezas, de las cuales unas 1800 son causa de grandes pérdidas económicas (Tycooly Internacional, 1982).

Se estima, en la actualidad, que aproximadamente el 85% de los plaguicidas empleados en el mundo se dedica al sector agrario. Según la **FAO**, la superficie potencialmente cultivable en América Latina es de 74 millones de hectáreas; en 1975 se cultivaba el 49% y, para el año 2000, se espera alcanzar el 55%.

Los insecticidas tienen su mayor uso en los cultivos de algodón, arroz, frutas y hortalizas; el 70% de la demanda de herbicidas está asociado con los cereales, la soya y la caña de azúcar; la mitad de los fungicidas se emplea para vid, árboles frutales y hortalizas. En cuatro cultivos principales: cereales de grano pequeño (trigo y cebada), maíz, arroz y algodón se utilizan casi la mitad de la oferta mundial de productos fitosanitarios.

El algodón es muy importante en las economías de muchos países latinoamericanos. En algunos años cerca del 85% del los plaguicidas utilizados en Centroamérica han tenido como objetivo los cultivos de algodón (Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología, 1978). En Brasil, en cambio, en términos económicos las principales ventas de plaguicidas se destinan a soya, cítricos, caña de azúcar, arroz, cereales de grano pequeño y algodón, en su orden (Associacao Nacional de Defensivos Agrícolas, 1990).

Una vez cosechados, los productos pueden dañarse o perderse durante la transferencia de la tierra al consumidor. Se calcula que la pérdida de cosechas en los países desarrollados alcanza cifras entre 10 y 30 % y, en los países en vías de desarrollo, puede ser de 40 y aún llegar a 65-75% (Edwards, 1986; World BanK, 1982; FAO, 1981).

La pérdida de alimentos es importante ya que, aunque el contenido total de calorías y proteínas de los alimentos producidos actualmente es más del doble del mínimo necesario para la población mundial, el hambre y la malnutrición sigue prevaleciendo en los países en desarrollo.

2.2.2.-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 pecuarias.

Los parasiticidas externos se emplean como garrapaticidas, antimialarásicos, antisárnicos y piojicidas; los audiparasiticidas externos, como antihelmínticos; además los parasiticidas se usan contra las moscas u otros artrópodos en distintos frentes pecuarios.

2.2.3.-Salud pública

Muchas de las enfermedades más importantes en 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 y el Caribe merecen destacarse: malaria, enfermedad de Chagas, dengue, oncocercosis, filariasis, tripanosomiasis, esquitosomiasis, leishmaniasis, peste, fiebre amarilla y tifo.

Los plaguicidas son la base de la mayor parte de los programas sanitarios de lucha antivectorial. Aproximadamente el 10% de los plaguicidas utilizados en el mundo se dedican a este fin. El control biológico también puede usarse para vectores (Smith, *et al*, 1981).

En América Latina una parte importante de los plaguicidas que se usan para fines de salud pública siguen siendo organoclorados, en particular el DDT, pues, aunque el uso de este producto con fines agrícolas esté prohibido o severamente restringido en muchos países, se mantiene su aprobación para las campañas de salud pública.

Un estudio de la Organización Mundial de la Salud (**OMS**) mostró que la mayor demanda de plaguicidas para el control de vectores en áreas urbanas fue la de insecticidas en las formas de emulsiones concentradas o concentrados de volumen ultrabajo (Smith, *et al*, 1984). En estas áreas los organoclorados han sido

reemplazados progresivamente por piretrinas, piretroides y organofosforados (cloropirifós, diclorvós, fenitrotión, fentión, malatión y temefós) (WHO,1988).

2.2.4.- Área doméstica, edificios, medios de transporte y áreas de uso público

En estos ámbitos, las plagas de mayor preocupación son las cucarachas y las moscas. Las cucarachas son transmisores de agentes patógenos para el hombre y otros vertebrados. La mosca doméstica recoge y porta muchos agentes patógenos (virus, bacterias, protozoarios, huevos y quistes de helmintos). Es agente importante en la transmisión de disentería, enfermedades diarréicas, tifoidea, intoxicaciones alimentarias, helmintiasis, etc. Además, ha sido señalada como transmisora de la poliomielitis y de algunas enfermedades de piel y ojos (Keiding, 1976). Para combatir estas dos plagas se usan diversos insecticidas.

2.3.- Movilidad y persistencia

El uso de los plaguicidas en la producción agrícola y, en especial, en los tratamientos del suelo, tiene gran importancia por la interacción plaguicida-suelo-agua, y por el potencial de impacto adverso de estas sustancias en el ambiente ya que, especialmente en la aplicación aérea, un porcentaje considerable del producto llega al suelo o a los cuerpos de agua. Lo mismo puede ocurrir con el lavado ocasionado por las lluvias, o bien, a causa del arrastre provocado por el viento, sobre todo, en los tratamientos del follaje. La persistencia de un plaguicida es la duración de este, sin cambio molecular, a partir del momento de su aplicación en el ambiente. Esta característica, aunada a su movilidad, aumenta el riesgo de estos productos para el ambiente y la salud.

2.3.1.- Factores que influyen sobre la persistencia de los plaguicidas

Diversos factores influyen sobre ésta, a su vez, están influidos por las condiciones específicas del lugar en donde se aplica un plaguicida, como el clima, el tipo de suelo del que se trate, su contenido de materia orgánica y los microorganismos en él; por ello, la persistencia de un plaguicida varía de un lugar a otro. Es importante destacar la necesidad de llevar a cabo investigaciones acerca de la persistencia de los plaguicidas en el medio en que se aplicarán, con objeto de evaluar adecuadamente los riesgos que representan para el ambiente, la vida en general y el bienestar del hombre. A continuación se describen brevemente los principales factores relacionados con la persistencia de los plaguicidas en el ambiente.

2.3.1.1.- Fotodescomposición

Es el principal factor que influye en la degradación ambiental de los plaguicidas. La mayoría de ellos, especialmente los piretroides, se descomponen o sufren cambios en su estructura molecular por efecto de las radiaciones solares.

2.3.1.2.- Descomposición química

Se efectúa por medio de una serie de reacciones, tales como oxidación, reducción e hidrólisis, las cuales tienen lugar en el suelo, el aire o el agua. Mediante estas reacciones se pueden descomponer algunos plaguicidas y activar otros, dando lugar a la formación de compuestos inactivos o de otros potencialmente más peligrosos para la vida que el producto original.

2.3.1.3.- Adsorción por los coloides del suelo

Mediante este proceso, los plaguicidas se adhieren a la superficie de los coloides del suelo. Todos los plaguicidas que llegan al suelo se adsorben en él, en mayor o menor grado; los suelos arcillosos son los que adsorben más fuertemente a los plaguicidas.

2.3.1.4.- Acción microbiana

La mayoría de los microorganismos encuentran su fuente de energía y nutrimientos en la materia orgánica. Dado que una proporción importante de los plaguicidas son compuestos orgánicos, resultan afectados por la actividad microbiana, la cual es el principal medio para su degradación cuando estos productos se incorporan al suelo. La actividad microbiana en el suelo está influida por factores como temperatura, humedad, pH, contenido de materia orgánica y presencia de nutrimientos minerales; por ejemplo, un suelo con buen contenido de nutrimientos favorece el desarrollo de microorganismos y, en estas condiciones, los plaguicidas orgánicos se descomponen con mayor rapidez.

2.4.-Producción y Comercialización

Las cifras de producción global de plaguicidas en términos de ventas son más abundantes que las referidas a peso o volumen de ingredientes activos. En el año 1970, la comercialización mundial alcanzó la cifra de US$ 2,700 millones, en 1985 de US$ 15,900 millones y en 1990 se estimaron en US$ 21,500 (Wood, *et al.*,1983). Para el año de 1989, 20 compañías controlaban el mercado mundial, vendiendo las diez primeras el 72% (Tabla 4).

Compañía	Millones de dólares EUA
Ciba Geigy	2,271
ICI	2,026
Bayer	1,862
Du Pont	1,684
Rhone Poulenc	1,646
Monsanto	1,558
Dowelanco	1,485
Hoechst	1,090
BASF	1,032
Shell	903
American Cynamid	820
Schering	740
Sandoz	713
Kumial	420
FMC	414
Rhom y Haas	367
Sankyo	344
Nihon Nohyaku	318
Takeda	268
Hokko	265

Tabla 4 Ventas mundiales de plaguicidas
Fuente: AGROW, junio-agosto 1990

El uso de estos productos se ha generalizado a tal punto que su empleo en el mundo se incrementó de 1.5 millones de toneladas en 1970 a 3 millones en 1985 y se estima que en los próximos 10 años las ventas se duplicarán, con especial participación de los países en desarrollo. Aunque los gastos de plaguicidas en América Latina han venido en incremento, el volumen total de plaguicidas consumidos no ha aumentado en todos los países.

Según se observa en la Tabla 5, el uso de plaguicidas casi se duplicó (y en algunos casos hasta se triplicó) durante el período de 1980 a 1990. En muchas otras regiones del mundo se ha observado una tendencia similar (FAO, 1986) durante los últimos decenios. Si los problemas de salud pública causados por el uso de plaguicidas guardan relación directa con las cantidades aplicadas, la extrapolación de esta tendencia puede indicar la magnitud de las dificultades que planteará el uso de estas sustancias, a menos que se tomen medidas para impedir o disminuir sus efectos nocivos para la salud.

País	1980	1985	1990
Argentina	102	164	241
Bolivia	9	13	18
Brasil	695	1225	1993
Chile	8	12	17
Colombia	96	155	250
Ecuador	41	60	86
México	**199**	**351**	**565**
Perú	14	21	30
Uruguay	7	11	18
Venezuela	22	38	61

*Millones de Dólares EUA

Tabla 5 Gastos en plaguicidas en algunos países de América Latina
Fuente: Burton, *et al*, 1988.

Las tendencias globales de los gastos en plaguicidas presentadas en la Tabla 5 no revelan los cambios en los tipos de productos utilizados. Por ejemplo, hay una tendencia general hacia la disminución del uso de plaguicidas organoclorados muy persistentes, y a la utilización de productos menos persistentes, pero más tóxicos, como los carbamatos y los compuestos organofosforados. Es probable, sin embargo, que dejen de usarse las más tóxicas de estas sustancias. Por otra parte, en los Estados Unidos se observa un aumento sustancial en la producción de herbicidas a medida que los métodos químicos para el control de malezas sustituye a los mecánicos. Es probable que los compuestos derivados de mercurio sean eliminados progresivamente en los próximos años, mientras que se incrementará el uso de fungicidas sistémicos orgánicos.

En todos los países de América Latina existen plantas formuladoras de plaguicidas e incluso en más de media docena de ellos se hace la *síntesis del ingrediente activo*; sobresalen en este campo **México** y Brasil en los que se sintetizan casi medio centenar en cada uno.

Un hecho de especial importancia en el campo agronómico y toxicológico verificado a través de los varios estudios en países como Costa Rica, Brasil, México, ha sido la comprobación de que la concentración del ingrediente activo indicada en la etiqueta del producto formulado no corresponde a la realidad en un porcentaje relativamente alto de los casos, presentándose situaciones en que hay tanto exceso como carencia (Henao, *op cit*.).

2.5.-Población expuesta y magnitud de la exposición

La población expuesta a los plaguicidas en América Latina es potencialmente muy numerosa e incluye a personas de todas las edades que viven tanto en zonas urbanas como en las rurales. A continuación se presenta una descripción de las personas cuyo nivel de riesgo es mayor.

Los trabajadores expuestos ocupacionalmente:
· Fábricas que sintetizan el ingrediente activo y/o lo formulen.
· Diversas formas de transporte y comercialización.
· El sector agrario (aplicadores terrestres, mezcladores, pilotos, almacenistas, "bandereros" y trabajadores que laboran en diferentes etapas de la cosecha).
· Actividades relacionadas con el sector pecuario.
· Industria forestal.
· Cultivo de plantas ornamentales.
· Campañas de salud pública.
· Compañías de fumigación urbana.

Las comunidades:
· Rurales que viven cerca de 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, por residuos de plaguicidas en alimentos y agua.

En los trabajadores expuestos se observa una gran complejidad de patrones de uso de los plaguicidas y, por ende, una gran variedad de formas e intensidad de exposición a los mismos. Además, en algunas actividades, como en la producción de flores, se ocupan (y se exponen) principalmente mujeres. Pero no cabe la menor duda que es la población económicamente activa del sector agrario (en donde se utiliza el 85% de los plaguicidas) la que tiene una mayor exposición a estas sustancias.

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 trabajador del sector agrario; y
- Los porcentajes de plaguicidas de clase toxicológica de mayor riesgo, utilizados en cada país.

En la Tabla 6 se presentan los grados e indicadores de exposición para la comunidad en general y los trabajadores agrarios en varios países de América Latina. Llama la atención el alto grado de exposición de la Población Económicamente Activa agraria de Costa Rica y Panamá. De acuerdo con la clasificación toxicológica de los plaguicidas se aprecia que en varios países se usan porcentajes altos de los plaguicidas de mayor riesgo; tal es el caso de Brasil en donde el 60% de los plaguicidas pertenecen a las categorías de plaguicidas alta y moderadamente tóxicos (Almeida, *et al*, 1991).

Otros indicadores que en ocasiones son más difíciles de obtener de manera uniforme pero que son valiosos para evaluar el grado de exposición son:

Cantidad de plaguicidas aplicados: expresada como Kg./hectárea/número de cosechas en unidad de tiempo o bien como Kg./persona/unidad de tiempo; este último puede ser un buen indicador de riesgo, especialmente si se conoce la peligrosidad del plaguicida en uso y exactamente la población expuesta real.

Tendencias en el número de hectáreas rociadas por unidad de tiempo: (mes o año).

País	Población total (millones)	Grado de exposición. Kg/persona. PEAA	Plaguicidas. utilizados (millones de Kg.)	Plaguicidas. utilizados en el agro (millones de Kg.)	Grado de exposición. Kg/persona. Población total.	Grado de exposición. Kg/persona. PEA.
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	2.5	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

Tabla 6. Plaguicidas utilizados y grado de exposición en algunos países de América Latina.

Fuente: OMS, 1989; Associacao Nacional de Defensivos Agricolas, 1989; Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1988; Instituto Colombiano Agropecuario, 1990; Confederación Universitaria Centroamericana, 1989; 1991; Rahea, *et al*, 1989.

2.6.- Efectos adversos sobre el ambiente

El uso de los plaguicidas puede causar la contaminación del aire, del suelo y del agua; además, estos productos pueden afectar, de manera directa o indirecta, a todos los seres vivos, incluyendo al hombre. Enseguida se mencionan algunos de sus efectos adversos (Albert, *op cit*.).

- Toxicidad para los peces
- Toxicidad para las aves
- Toxicidad para las abejas y otros insectos polinizadores
- Bioacumulación y biomagnificación
- Afectaciones a la salud (dermatitis, cáncer, etc.)

2.7.- Toxicología de los plaguicidas

La toxicología de los plaguicidas es un fenómeno complejo en el que intervienen, por parte de los diversos compuestos, su estructura molecular (relación estructura-actividad), sus propiedades fisicoquímicas, de las que depende su afinidad por sistemas biológicos específicos (toxicidad selectiva) y, de manera preponderante, la dosis en que los humanos se exponen a los mismos (Relación dosis-tiempo-respuesta).

Por parte de los individuos, son factores de la toxicidad: 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 genéticamente.

2.8.- Evaluación de la toxicidad de los plaguicidas

Por mucho tiempo se ha intentando desarrollar un sistema práctico para evaluar la toxicidad aguda y crónica de las sustancias químicas, incluidos los plaguicidas. En este momento, el método empleado para medir la toxicidad relativa es la dosis letal 50 (**LD50**); las mediciones respectivas se llevan a cabo en términos de concentración de masa absoluta, generalmente en mg/kg. Sin embargo, en la actualidad está plenamente demostrado que la toxicidad, así como otros fenómenos biológicos, se debe medir en términos de molaridad. Para el caso, se ha desarrollado un nuevo método de evaluación llamado potencial de toxicidad (**pT**).

No obstante, a pesar de sus desventajas, el método de la **LD50** es el más empleado mundialmente e incluso esta avalado por la Organización Mundial de la Salud y es la base de la norma oficial mexicana **NOM-Y-302-1988.**

CAPÍTULO 3

EFECTOS NEGATIVOS DEL USO DE PLAGUICIDAS PARA EL SER HUMANO Y SU ENTORNO

Los plaguicidas son productos que, de origen, han sido creados para proporcionar beneficios al hombre (protección a siembras y cosechas, protección a animales domésticos, eliminación de vectores de enfermedades, etc.); sin embargo, estas sustancias están ocasionando efectos negativos al ser humano y a su ambiente, generando en muchos de los casos perdidas de vidas humanas, extinción de especies de importancia económica como lo son los insectos polinizadores, etc.

A continuación se presentan algunos casos de los efectos negativos del uso indiscriminado, ó mal manejo de plaguicidas.

3.1.-Efectos Directos

Entre los efectos directos en la salud, ocasionados por los plaguicidas tenemos: intoxicaciones, reducción de colinesterasa, muerte y efectos a largo plazo. A continuación se explican y se dan algunos ejemplos:

Los niveles de mortalidad que se presentan en los trabajadores y las comunidades en general debido al uso de plaguicidas, reflejan la interacción de numerosos factores, entre los cuales merecen destacarse el tiempo de exposición, la susceptibilidad, el estado nutricional, los aspectos educativos y culturales y, en general, las condiciones sociales y económicas en las cuales viven los trabajadores y la comunidad en general.

Los datos sobre efectos que existen en América Latina son relativamente limitados, sobre todo, considerando la gran cantidad de plaguicidas que se usan en zonas de las cuales se recibe poca información o que los datos no son plenamente confiables. La mayoría de las veces no se realizan estudios (toxicológicos, epidemiológicos, etc.), solo se concretan en inspecciones o algunas encuestas, lo que dificulta su comparación y no permite evaluar correctamente el impacto adverso de los plaguicidas sobre la salud. Considerando la toxicidad aguda y crónica asociadas con estos productos, las cantidades crecientes que se utilizan, su amplia disponibilidad y las condiciones precarias (por decir lo menos) de su uso, es sorprendente la baja dispersión de los resultados. Es igualmente notable la falta de investigación que analice la situación por países o regiones determinadas tomando en cuenta la mayor parte de las variables. No es fácil explicar si esta falta de información se debe a que

los efectos no son identificados por las autoridades sanitarias como debidos a los plaguicidas, o deficiencias en los sistemas de registro y control de intoxicaciones (Henao, *op cit*).

3.1.1.- Efectos agudos

Según estimaciones de la **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 año, de las cuales cerca del 70 por ciento se deberían a exposiciones profesionales. Además se calcula que se diagnostican anualmente hasta dos millones de intoxicaciones agudas deliberadas. En total, entre los dos grupos, la mortalidad alcanza la cifra de 220,000 defunciones al año (OMS y PNUMA, 1990).

Los accidentes relacionados con los plaguicidas, están íntimamente relacionados con el aumento en el uso de estos productos (Figura 1).

Según el Pesticide Action Network (**PAN**), en los países en desarrollo es donde se presenta el mayor número de defunciones ocasionales por intoxicaciones por plaguicidas (Figura 2), a pesar de solo utilizar la quinta parte del consumo mundial de estos productos (PAN internacional, 1990).

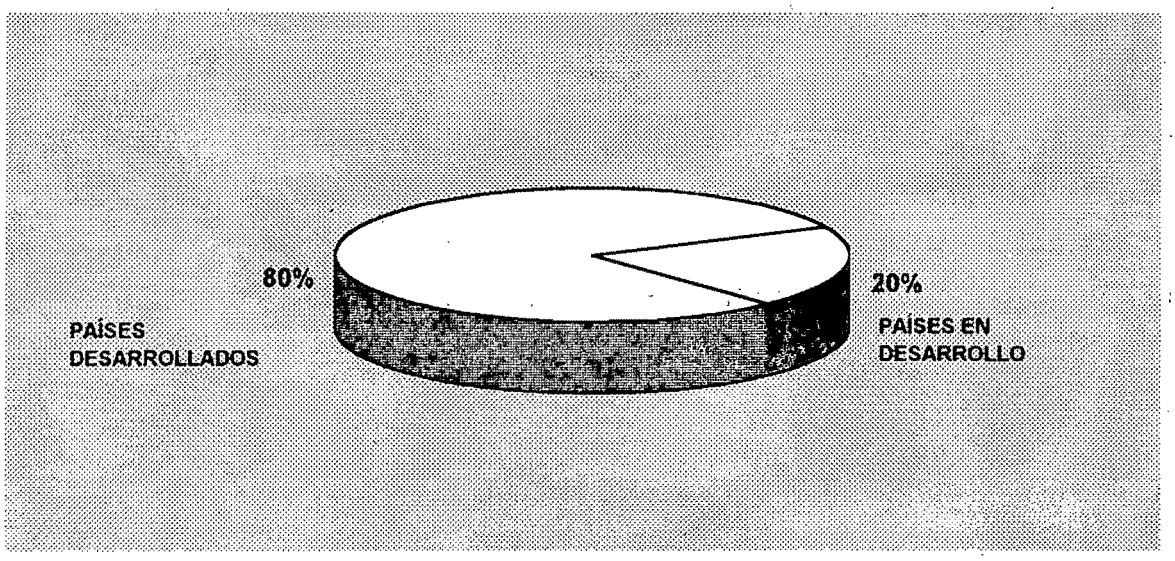


Figura 1 Uso mundial de plaguicidas

En la siguiente figura se puede observar el porcentaje de defunciones en países en vías de desarrollo:

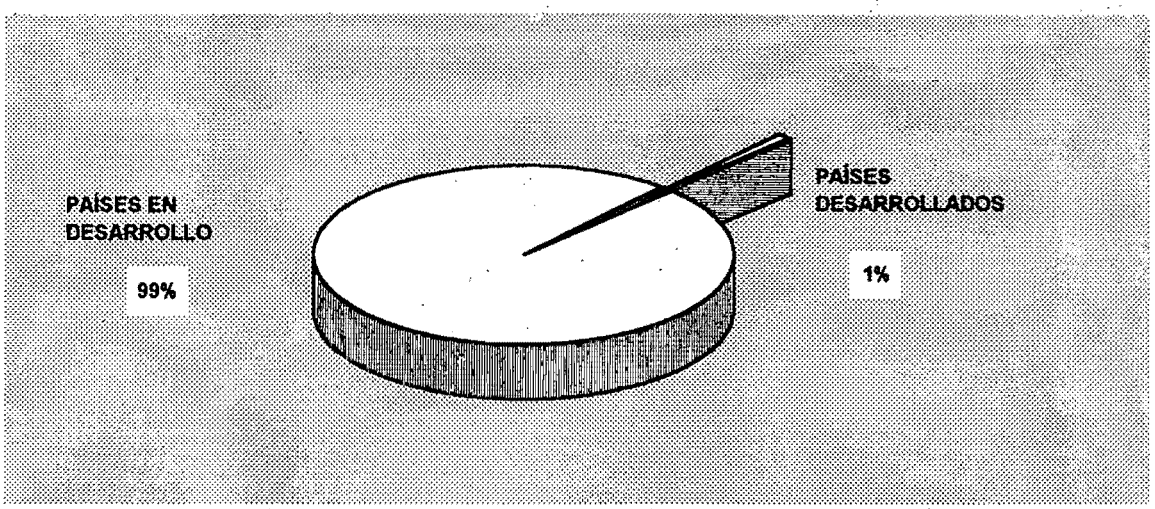


Figura 2. Porcentaje de defunciones a nivel mundial ocasionadas por plaguicidas

Entre los países Latinoamericanos que reportaron altos niveles de intoxicaciones en el período 1978-1989 son: Costa Rica, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, México, Ecuador, Uruguay, Brasil, Colombia, Perú (Henao, *op cit*.).

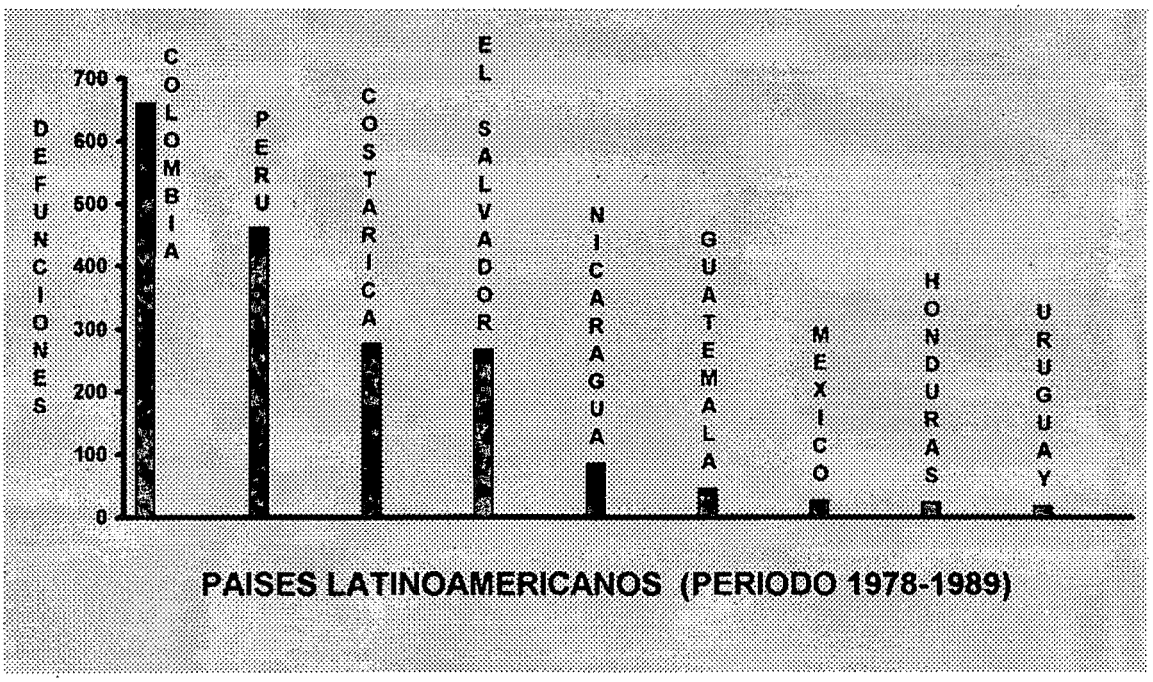


Figura 3. Número de defunciones ocasionadas por plaguicidas en América Latina.

La tasa de mortalidad en estos países varía considerablemente. En la siguiente gráfica se puede observar este comportamiento:

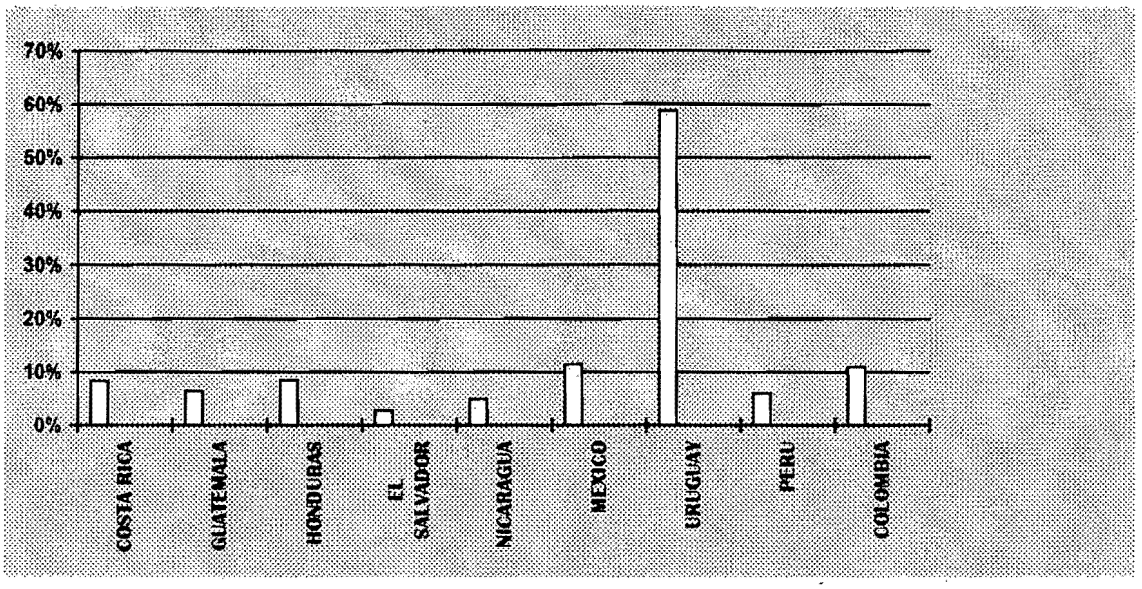


Figura 4.- Tasa de mortandad en personas intoxicadas por plaguicidas.

En los Estados Unidos en el período 1980-1989 el **National Center for Health Statistics** notificó 22.5 muertes accidentales anuales debido a intoxicaciones por plaguicidas. El 16 porciento de esos casos fueron niños menores de cinco años de edad.

Durante muchos decenios el Estado de California en los **EUA** ha contado con un sistema de notificación bastante pormenorizado para los casos de muertes y enfermedades relacionadas con plaguicidas. Las comparaciones indican que su consumo es la cuarta parte del consumo mundial.

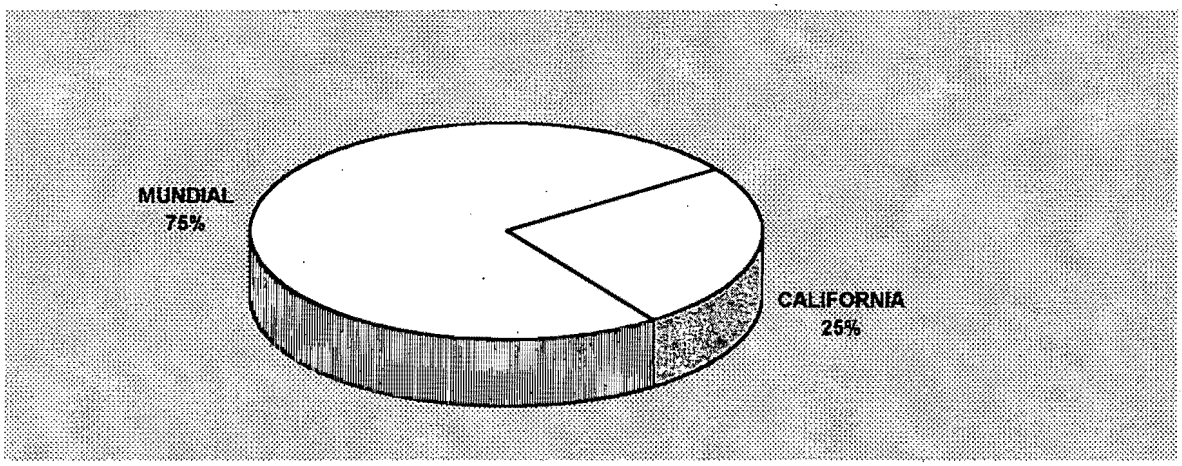


Figura 5. Consumo de plaguicidas en el Estado de California, Estados Unidos.
Fuente: Maddy, *et al*, 1990.

3.1.2.- Intoxicaciones masivas agudas por plaguicidas

En la Tabla 7 se presenta una relación de los incidentes masivos más importantes de intoxicación aguda debidos a contaminación de alimentos con plaguicidas ocurridos en el mundo. Es importante hacer notar que 12 de los 14 episodios han ocurrido en países en desarrollo y de las 14,342 personas intoxicadas y 1,469 defunciones acaecidas en ellos, el 89.5% y el 94.6% respectivamente ocurrieron en estos países.

Plaguicida	Alimentos	Origen de la contaminación	No. de casos	No. de muertes	Lugar y año
alquimercurio	Pan	Semillas tratadas	200	70	Irak, 1956
alquimercurio	Pan	Semillas tratadas	45	20	Guatemala, 1965-1966
alquimercurio	Maíz	Semillas tratadas	144	20	Ghana, 1967
etilmercurio	?	Semillas tratadas	321	35	Irak, 1971
metilmercurio	Harina	Semillas tratadas	6,530	459	Irak, 1971
hexacloro-benceno	Harina/Pan	Semillas tratadas	3,000	400	Turquía, 1960-1963
endrín	Harina	Derrame durante transporte o almacenamiento	159	0	Reino Unido 1956
endrín	Harina	Derrame durante transporte o almacenamiento	691	24	Qatar, 1967-1970
endrín	Harina	Derrame durante transporte o almacenamiento	183	2	Arabia Saudita, 1967
paratión	Trigo	Derrame durante transporte o almacenamiento	360	102	India, 1958

(Continúa)

Plaguicida	Alimentos	Origen de la contaminación	No. de casos	No. de muertes	Lugar y año
paratión	Harina	Derrame durante transporte o almacenamiento	200	8	Egipto, 1958
paratión	Harina	Derrame durante transporte o almacenamiento	600	88	Colombia 1867-1968
paratión	Harina y azúcar	Derrame durante transporte o almacenamiento	559	16	**México, 1968**
aldicarb	Sandía	Derrame durante transporte o almacenamiento	1,350	80	Estados Unidos de América, 1985
TOTAL APROXIMADO			14,342	1,469	
TOTAL EN LOS PAÍSES EN DESARROLLO			12,833	1,389 (9.68% total de casos)	del número
Porcentaje en los países en desarrollo			89.47	94.55**	

Tabla 7. Intoxicaciones masivas en el mundo, debidas a la contaminación de alimentos con plaguicidas (Brotes con más de 100 casos).

* Los accidentes están agrupados conforme al agente causal y no en orden cronológico.
** Como se puede calcular, si por "casos" se entiende "hospitalizaciones", las defunciones en los países en desarrollo deberían haber sido 126.3, lo que supondría 1,263 fallecimientos de más.
Fuente: Modificado de OMS/PNUMA, 1989.

Es evidente, por lo tanto, que aunque en los países desarrollados se usan más plaguicidas, como ya se vio, el número de accidentes y fallecimientos por esta causa es considerablemente más elevado en los países en desarrollo. Lo anterior está íntimamente ligado a los problemas socioeconómicos y las condiciones culturales de estos países. En varios países de América Latina han ocurrido, especialmente en las últimas tres décadas, incidentes de intoxicación masiva por plaguicidas; entre ellos podemos citar a Brasil, Colombia, Costa Rica, Guatemala, Honduras, **México**, Perú y Venezuela.

Si se analiza en detalle lo que sucede en cada país en relación con estos incidentes de intoxicación, se encuentra que, en todos ellos, a través de los años estos casos se han venido presentando de manera continua. Desafortunadamente, existe un gran *subregistro motivado*, entre otras cosas, por el interés de ocultar en ocasiones estos

sucesos de la opinión pública y por la poca legislación vigente que obligue a registrar tales sucesos y comunicarlos a las entidades responsables (Henao, *op. cit.*).

3.1.3.- Efectos en los niños y en los trabajadores menores de edad

Diversos estudios hechos en América Latina han mostrado que niños y menores trabajadores del área agrícola no están protegidos de los efectos nocivos de los plaguicidas. La Figura 6 nos muestara la reducción de niveles de colinesterasa como uno de las posibles efectos de los plaguicidas en menores de edad.

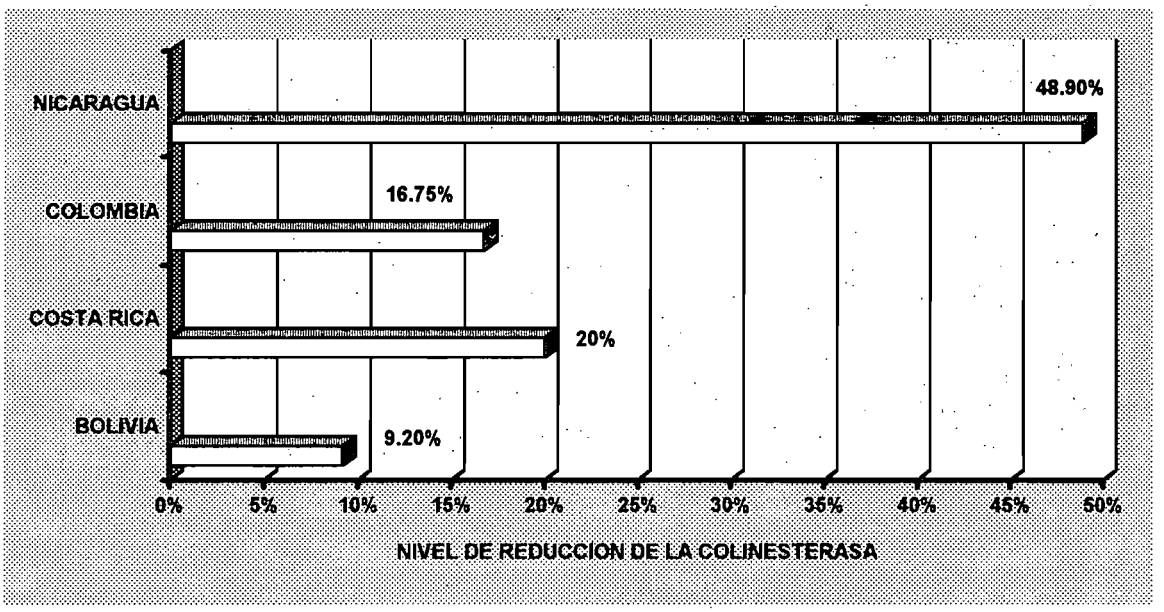


Figura 6. Nivel de reducción de colinesterasas en menores de edad en América Latina.
Fuente: Heneao, *et al.*, 1993

3.1. 4.- Efectos a largo plazo

Entre los principales efectos a largo plazo de los plaguicidas, que han sido demostrados hasta la fecha están los siguientes procesos patológicos (Tabla 8) que se desarrollan en el organismo luego de un período de latencia y se deben a la exposición repetida (World Health Organization and United Nations Environment Programme, 1990; WHO, 1982; Morgan, 1989; WHO, 1984; Herrera, *et al*, 1989; Dickoff, *et al*, 1987; Vainio, 1987).

Proceso patológico	Plaguicida
· ***Trastornos neurológicos***[1]	
Neurotoxicidad retardada:	Ciertos organofosforados como leptofós y carbamatos como carbaril.
Cambios de conducta:	Algunos insecticidas organofosforados
Lesiones del Sistema Nervioso Central:	Insecticidas organoclorados y organofosforados, fungicidas mercuriales
Neuritis periférica	Herbicidas clorofenoxi, piretroides y algunos insecticidas organofosforados
· ***Reproductivos***[2]	
Esterilidad en el hombre:	Dibromocloropropano (DBCP)
Disminución del índice de fertilidad:	Captán (en animales y posiblemente en hombres), Agente Naranja (2,4-D + 2,4,5-T)
· ***Efectos cutáneos***	
Dermatitis de contacto:	Paraquat; captafol; 2,4-D y mancozeb
Reacción alérgica:	Barbán, benomyl, DDT, lindano, zineb, malatión.
Reacciones fotoalérgicas:	HCB, benomyl, zineb.Cloracné: HCB, pentaclofofenol, 2,4,5-T por contaminación con policloro debenzodioxinas y dibenzofuranos.
Porfiria Cutánea Tardía:	HCB.
· ***Cáncer***	
Carcinógenos para el hombre:	Compuestos arsenicales y aceites minerales.
Probablemente carcinógenos para el hombre:	Dibromuro de etileno, oxido de etileno, clordecona, clorofenoles, derivados del ácido fenoxiacético, Mirex, toxafeno, nitrofen1,3-dicloropropano, sulfalato,DT hexaclorobenceno, ortofenilato de sodio y hexaclorociclohexano.
· ***Efectos oftalmológicos***	
Formación de cataratas:	Diquat.
Atrofia del nervio óptico:	Bromuro de metilo.
Alteraciones de la mácula:	Fentión.

(continúa)

[1] Se han descrito, además, por exposición arsenicales, bromuro de metilo y rodenticidas como el talio.
[2] Se han registrado efectos en el sistema reproductivo de los animales hembra expuestos a la clordecona, el tiram y el ziram.

Proceso patológico	Plaguicidas
. *Efectos mutagénicos*[3]	
evidencia de actividad mutagénica mutagénica:	Dibromuro de etileno
· *Neumonitis y fibrosis pulmonar :*	Paraquat
· *Trastornos del sistema inmunológico:*	Dicofol, compuestos órgano-estánicos y triclorfón.
· *Efectos teratogénicos:*	Carbaril, captán, folpet, difolatán, paraquat,maneb, pentacloronitrobenceno, ziram, zineb, y benomyl.
· *Lesiones hepáticas:*	DDT, Mirex, kepona, pentaclofenol y compuestos arsenicales.
· *Cistitis hemorrágica:*	Clordimeform.

Tabla 8. Efectos a largo plazo ocasionados por los plaguicidas.
Fuente: Heneao, *et al*, 1993.

[3] Algunos autores estiman que los plaguicidas con efectos mutagénicos en la actualidad llegan a 263 (Herrera, *et al*., 1989).

3.2.- Efectos Indirectos

Los efectos indirectos se originan por varías vías como son: contaminación de alimentos, contaminación ambiental (ríos, presas, suelo, aire, etc.). A continuación se presentan cada uno de estos efectos y ejemplo de los mismos:

3.2.1.- Contaminación de alimentos

Existen varias vías de contaminación de los alimentos. Los principales son:

- Bioacumulación (cadena alimentaria).
- Recolección del producto fuera del intervalo de seguridad (período de carencia).
- Contaminación durante el almacenamiento.
- Contaminación durante el transporte.
- Contaminación durante la preparación de alimentos.

La cantidad de plaguicidas que permanece en las cosechas depende del tipo de plaguicida, de la cantidad y frecuencia de las aplicaciones, del período entre la aplicación y la recolección y de la pluviosidad local, que favorece el arrastre e hidrólisis del ingrediente activo.

3.2.1.1.- Residuos de plaguicidas en alimentos

En diversos países de Latinoamérica se han efectuado estudios para determinar los residuos de plaguicidas en diversos alimentos. En general, ha sido frecuente la identificación de plaguicidas en ellos, en concentraciones superiores a los límites de tolerancia recomendados por **FAO/OMS:**

México: Aunque el problema de la contaminación de los alimentos por plaguicidas es general en México, tiene características especiales en cada región. Así, los alimentos que proceden de las zonas dedicadas a la agricultura de exportación suelen estar contaminados con plaguicidas poco persistentes, pero de alta toxicidad aguda, mientras que en los que proceden de aquellas zonas del país que están o estuvieron dedicadas al cultivo de algodón, son muy frecuentes las concentraciones elevadas de plaguicidas persistentes, sobre todo en los alimentos de origen animal como carne, leche, huevo y productos lácteos (Albert, *op cit.*; Albert, *et al*, 1987).

Brasil: Granos de trigo mostraron que el 2.4% de las muestras tenían residuos de BHC, endrín, aldrín, y etión por encima del límite permitido; en 1982, el 8.5% de las muestras de soya presentaron idéntica situación (CIENTEC, 1982).

Los análisis de muestras de carne bovina y en productos enlatados de carne, revelaron la presencia de insecticidas organoclorados en 27%, 5% y 3% de las muestras en los años 1980, 1982 y 1984 (Carvalho, *et al*, 1980; Carvalho, 1984).

Cincuenta muestras de peces de varias especies, camarones y ostras de diferentes puntos del litoral de Santos, SP, se identificaron isómeros de BHC en 84% de las muestras (Lara, *et al*, 1980).

Chile: Un estudio realizado en Chile en alimentos de la canasta básica en 1985 encontró que el 80% de los alimentos tenían residuos de plaguicidas y que, en el 17% de las muestras, dichos residuos excedían las tolerancias nacionales (Albert, *op cit*.).

Costa Rica: En 1984, en 23 de 24 muestras de repollo se encontraron concentraciones detectables de plomo (Mora, *et al*. 1984).

3.2.1.2.- Rechazo de alimentos exportados

El rechazo por parte de los países desarrollados de alimentos exportados no sólo genera problemas económicos (el costo del producto y el cierre temporal de los mercados), sino que además crea problemas de salud pública para la comunidad en general, ya que se tienen noticias de que en varias ocasiones los alimentos rechazados se han puesto a la venta en el mercado local. A continuación se reseñan algunos casos de rechazos:

En 1971, un frigorífico ubicado en Río Grande Do Sul exportó pasta de carne a Inglaterra, la que fue rechazada debido a la presencia de residuos clorados en concentraciones superiores a las permitidas por la legislación inglesa.

En 1971 Japón rechazó aceite de soya de Río Grande Do Sul por contener residuos de clorados por encima de lo permitido por la legislación de ese país.

En 1984 los Estados Unidos devolvieron un cargamento de melones debido al empleo del fumigante dibromuro de etileno (Bull, *et al*, 1986).

Durante el año fiscal de 1988, se tiene información de 6 cargamentos de vegetales de Costa Rica confiscados por (**FDA**), el organismo encargado de la Administración de Alimentos y Medicamentos de los **EUA**, por contener residuos de productos químicos prohibidos o tener niveles más altos que los permitidos (GTZ, 1990). En el año fiscal de 1989 fueron 17 las detenciones de cargamentos de productos agrícolas provenientes de este país (PROEXAG, 1989).

Los productos de origen mexicano rechazados por **EUA** se debió a los niveles superiores a los permitidos de los siguientes plaguicidas:

- metamidofós
- monocrotofós
- clorotalonil
- BHC
- permetrina
- acetato
- daconil
- dimetoato
- PCNB
- gutión
- ometoato
- monitor
- DDT/DDE

En los Estados Unidos, una publicación de la **FDA** titulada Worldwide Import Detention Summary (Resumen mundial de las importaciones rechazadas) brinda alguna información adicional para el año 1992.

3.2.2.- Contaminación ambiental

El alcance de las consecuencias del uso de plaguicidas para el ambiente debe evaluarse en cada una de las etapas del proceso a partir de la importación de los ingredientes activos, o de las sustancias necesarias para su producción o formulación, hasta el transporte, almacenamiento, distribución, aplicación y destino final de los desechos. Entre las propiedades críticas de los plaguicidas figuran su toxicidad, estabilidad, solubilidad en el agua y los lípidos, y su persistencia. Es por estas propiedades que muchos de los plaguicidas son altamente tóxicos para el ser humano y la vida silvestre (pájaros, peces, abejas).

3.2.2.1.- Residuos de plaguicidas en aire, agua, suelo y muestras ambientales

A pesar de que en los países de América Latina existen numerosos ejemplos de contaminación de agua, suelo y aire y que se puede asegurar que existe exposición

continua y elevada en el nivel comunitario, con los datos disponibles no es posible evaluar totalmente su magnitud. Ejemplo de esto es:

Aire:

Brasil: En 1983, una población se intoxicó por aplicación aérea de herbicidas en Campo Novo Río Grande Do Sul. (Heno, *et al.* 1991).

Agua:

Costa Rica: Contaminación de ríos de la zona Atlántica por plaguicidas organoclorados y organofosforados tales como el clorotalonil, cloropirifós, paraquat. (GTZ, 1990).

Ecuador: En 1980, contaminación de aguas de riego y drenaje del proyecto Babahoyo por plaguicidas (heptacloro, aldrín, lindano, clordano y DDE) (Bolaños, 1990).

Honduras: En 1986, contaminación del río Guacerique que abastece una represa de agua potable para Tegucigalpa por DDT (Bueso, *et al*, 1987).

Argentina: Entre 1986 y 1987, contaminación de la cuenca del río Negre por plaguicidas organoclorados como aldrín, dieldrín heptaclor, epóxido de heptacloro, clordano α, p,p'-DDD y organofosforados como cloropirifós, malatión, paratión, metilparatión y fenitrotión (Natale, *et al*, 1988).

Suelo:

La evaluación del grado de contaminación del suelo por plaguicidas es de particular importancia, debido a la transferencia de estos contaminantes a los alimentos. En el caso de la ganadería, los residuos de plaguicidas pasan del suelo al forraje y finalmente son absorbidos por los animales, depositándose en su grasa, lo que aumento las concentraciones de residuos en carne y leche (Almeida, 1986). Algunos casos en América Latina son:

Costa Rica: Contaminación del suelo con paraquat (Rojas, 1984) y metamidofos (GTZ, 1988).

Brasil: El suelo de Sao Paulo presentó contaminación por residuos de plaguicidas organoclorados (Ferreira, 1989).

Los compuestos de mayor persistencia, como los insecticidas organoclorados, son los más frecuentemente implicados en las situaciones de contaminación ambiental, ya sea en el lugar de la aplicación o por movimiento a través del ambiente, de manera especial en los cursos de agua siendo eventualmente depositados en los lagos y océanos. Tanto en los suelos como en las aguas, aumentan sus concentraciones y sus residuos, se acumulan en forma progresiva en las cadenas alimentarias, de manera más notable en peces, aves y aún en mamíferos. Los fenómenos de bioacumulación y biomagnificación son de especial importancia en el caso de los plaguicidas.

Muestras ambientales:

Costa Rica: En huevos de ocho especies de aves acuáticas se encontraron residuos de epóxido de heptacloro, endrín, DDT, DDD y DDD. (Hidalgo, 1986).

Brasil: Son numerosos los estudios que demuestran la contaminación de la fauna acuática por plaguicidas, especialmente los clorados; entre ellos es importante resaltar la contaminación de peces de los ríos del estado de Sao Paulo en el que se detectaron residuos de DDT (Florez, *et al*, 1986).

Canadá: Contaminación de agua superficial por residuos de organoclorados como el lindano, DDT, endrín, aldrín, clordano, dieldrín, endosulfán, heptacloro, epóxido de heptacloro y metoxicloro (Environment Canadá, 1977).

Entre los lugares contaminados hasta 1980 eran:
- pozos de la Isla del Príncipe Eduardo
- la zona de Niágara
- ríos del Quebec y pozos de Ontario
- la zona de los Grandes Lagos
- Quebec y las provincias de las llanuras

Estados Unidos: Estudios recientes indican que el 10.4% de los pozos del sistema comunitario de agua de ese país contienen residuos de plaguicidas (EPA, 1990, 1992). Todos los programas de vigilancia de la fauna silvestre han encontrado residuos persistentes de dieldrín y de DDT años después de haberse aprobado leyes y reglamentos para controlarlos.

3.2.2.2.- Envasado, almacenamiento e importación de desechos

Entre los problemas de contaminación ambiental ocasionados por los plaguicidas no podemos pasar por alto lo referente a la inactivación y destino final de los remanentes y envases de plaguicidas. En efecto, el destino final que tienen en los países de América Latina los remanentes de plaguicidas y los empaques en general no es adecuado.

Los empaque (sacos de plástico, cartón, poliuretano, frascos de vidrio, etc.) deberían ser quemados, reciclados o enterrados lejos de casas y cursos de agua, lugares sin pendientes o con nivel freático no muy superficial. Sobre el destino final de los empaque de plaguicidas, los resultados de un estudio efectuado en los Estados de Sao Pauló y Sta. Catarina en 1987, mostraron que, de acuerdo con las respuestas dadas por los campesinos, un alto porcentaje (21.2% y 27.1% respectivamente) de recipientes es abandonado en el campo sin la debida disposición final (Almeida, *op. cit*).

Otro problema que se ha presentado en varios países ha sido el incorrecto almacenamiento de los plaguicidas. Llama la atención que esto se ha dado inclusive en las instituciones estatales encargadas de las campañas de salud pública.

En la actualidad, preocupa además la falta de normatividad que impida a toda costa el ingreso a los países de América Latina desechos de plaguicidas y la carencia de ética de los países desarrollados al mantener dicha conducta; esta situación ya se ha observado en varios países tales como Argentina, Chile, Guatemala y Venezuela (Henao, *op cit*.).

3.2.2.3.- Resistencia a los plaguicidas

Entre los problemas ambientales derivados del uso de plaguicidas, la resistencia a los mismos es uno de los más importantes y que tiene serias repercusiones sobre las posibilidades de controlar las plagas agrícolas o los vectores de enfermedades.

La aplicación de plaguicidas en forma repetida, o en dosis inadecuadas, propicia la selección de individuos que pueden tolerar dosis de plaguicidas más altas que las requeridas para matar a la mayoría de la población. El fenómeno de la resistencia se conoce desde 1911, se ha incrementado desde 1974 con la introducción y aplicación en gran escala de los plaguicidas sintéticos, y ocurre en organismos tan diversos como insectos, ácaros, garrapatas, hongos y roedores.

Ante los problemas de resistencia en las plagas, la tendencia inmediata en el agricultor ha sido aumentar la dosis, incrementar la frecuencia de las aplicaciones o, lo que es aún, emplear mezclas de varios plaguicidas llamadas "cocteles".

Países del Istmo Centroamericano: se han llegado a realizar hasta 40 aplicaciones por temporada en el cultivo de algodón, con un gasto en plaguicidas que llegó a representar entre 30 y 50% de los costos de producción.

México: en algunas regiones algodoneras (Bajo Río Bravo, la Comarca Lagunera y el Soconusco) este problema ha forzado al abandono de dicho cultivo por el alto costo del control de las plagas (Albert, *op.cit*).

Costa Rica: ya se ha detectado un buen número de plagas que no responden a productos químicos antes efectivos como la Liriomyza a piretroides, metilparatión y metamidofós; la phytophtora al metalaxil; la Echinocloa colonum al propanil y el Aedes Aegypti a los organoclorados y organofosforados (Wessling, *et al*, 1990).

3.2.2.4.- Exportación de plaguicidas no permitidos en su país de origen

Una de las prácticas más utilizadas en los países desarrollados durante décadas ha sido la exportación de plaguicidas no permitidos en su país de origen; el estudio del empleo de estas sustancias en los países de América Latina y el Caribe y la posterior compra de los productos agrícolas por parte de los países desarrollados, ha hecho que se cree la conciencia de que se ha cerrado el "círculo del veneno" y que la contaminación por residuos de plaguicidas en alimentos está llegando a todas las mesas.

En la Tabla siguiente se presenta información toxicológica sobre estas sustancias y los países de América Latina y el Caribe a los cuales son exportadas.

Plaguicida y uso	Casa Productora	Negado en EUA por la EPA Tolerancia (FFDCA)	Negado en EUA por la EPA. Registro (FIFRA)	Motivo	Países que usan este plaguicida.
butaclor (herbicida)	Monsanto	X	X	Alteraciones en ambiente, fauna y peces.	Argentina Brasil Colombia Costa Rica Ecuador Guatemala Honduras México Panamá Paraguay Perú Uruguay Venezuela
haloxifop (herbicida)	Dowelanco	X	X	Posible cancerígeno humano	Argentina Belice Brasil Chile Colombia Costa Rica Rep. Domin. El Salvador Honduras México Paraguay Uruguay
naurimol (herbicida)	Dowelanco	X		Cancerígeno y teratógeno en animales	Colombia Honduras
protiofós (insecticida)	Mobay	X		Inhibidor de colinesteras Toxicidad en peces.	Bahamas Costa Rica El Salvador Honduras

Tabla 9. Plaguicidas producidos, y no utilizados en **EUA**, pero exportados a otros países

Fuente: Greenpeace, 1990.

3.2.3.- Tejidos y fluidos orgánicos

En el ser humano también están presentes los plaguicidas. Ejemplo de esto es la identificación de estos productos en leche materna, orina y en tejido adiposo. En algunos países se han realizado estudios y esto es lo que se ha detectado:

Guatemala: se ha producido mucha información sobre residuos de plaguicidas organoclorados en leche humana. El primer estudio se realizó en 1971; en esa ocasión se encontró un nivel máximo de 12.2 ppm (mg/kg.) de DDT, casi 250 veces mayor que el nivel de 0.05 mg/kg. en leche de vaca recomendado por la **FAO/OMS**. En 1979 se prohibió por completo el uso de DDT en Guatemala y, como consecuencia, descendieron los niveles de concentración de residuos en la leche (De Campos, 1987).

México: En la Comarca Lagunera, México; se detectó DDT y DDE en un 100% de las muestras de leche humana, mientras que la frecuencia de BHC osciló del 90 al 100%. Además se detectó, aunque con menor frecuencia, DDD, dieldrín, epóxido de heptacloro y hexaclorobenceno (Viveros y Albert, *op.cit*).

Colombia: Se detectaron residuos de DDT y HCH en leche humana (Vargas, *et al*, 1990).

Uruguay: Se detectaron residuos de DDT en leche humana.

Costa Rica: Se detectaron concentraciones medias de DDT de 1.27 ppm en las muestras de leche humana de las costas Atlántica y pacífica.

Estados Unidos: Se detectaron residuos de heptacloro en leche materna.

En varios países de América Latina, incluidos Argentina, Venezuela, Nicaragua, Costa Rica, Uruguay y México, se han realizado estudios sobre la presencia de residuos de plaguicidas en el tejido adiposo humano (Hayes, 1975; Albert, *et al*, 1980). Las características de los residuos detectados en estos estudios son similares: elevada frecuencia y niveles de DDT y sus metabolitos, seguido por BHC, dieldrín, epóxido de heptacloro y hexaclorobenceno. En general, los niveles registrados fueron más elevados que los correspondientes a los estudios realizados en los Estados Unidos y Canadá.

3.3.- Consecuencias Económicas y Sociales

Entre los principales problemas relacionados con el empleo en gran escala de plaguicidas, cabe señalar los siguientes:

1.- No existe una relación directa entre el uso de plaguicidas y el rendimiento de los cultivos. Esta discrepancia se suele explicar sobre la base de que, después de cierto nivel de uso de plaguicidas, adquieren mayor importancia otros factores que limitan el rendimiento. Por lo tanto, atribuir a los plaguicidas el poder de garantizar las diferentes cosechas sin tener en cuenta múltiples factores, entre ellos las condiciones climáticas, no es realista.

2.- Los costos de los plaguicidas en relación a los costos totales de producción son altos. Así lo demuestran informes de diferentes países.

3.- Además del costo directo de plaguicidas existen otros indirectos igualmente importante que incrementan mucho más el costo de producción; entre ellos podemos mencionar: adherentes, surfactantes, mano de obra, equipo de aplicación, transporte, etc.

4.- Los daños producidos en las personas por la exposición a plaguicidas también tienen su impacto económico y social a través de los costos de:

- Atención médica de los intoxicados
- Incapacidad temporal de los trabajadores intoxicados
- Incapacidad permanente
- Pérdida de vidas humanas
- Bioacumulación en tejidos humanos

5.- El desarrollo de la resistencia a determinados plaguicidas plantea la necesidad de sintetizar nuevas sustancias, que a la postre, han resultado más costosas.

6.- El uso indiscriminado de plaguicidas ha propiciado la mortalidad de los enemigos naturales de las plagas, produciendo brotes de plagas secundarias y el resurgimiento de las primeras.

7.- Las pérdidas económicas ocasionadas por el rechazo de los productos contaminados en los mercados de otros países.

8.- Los efectos perjudiciales en el suelo cultivable por acumulación de diferentes sustancias.

9.- La destrucción del hábitat y la mortandad de la vida silvestre.

10.- La disminución de la calidad de los alimentos por la contaminación ambiental y de las cadenas alimentarias.

CAPÍTULO 4

MEDIDAS PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL POR PLAGUICIDAS

El uso indiscriminado de los plaguicidas y la falta de conocimiento en el manejo de los mismos, ó de sus residuos ha ocasionado la contaminación de numerosos ecosistemas, generando por consiguiente, afectaciones para el ser humano y su entorno (ver capítulo 3). Por tal motivo, es necesario tomar medidas para evitar que continúe esta contaminación.

Por lo tanto, a continuación se presentan algunas de las principales medidas para evitar la contaminación ambiental por plaguicidas (CICOPLAFEST, *et al.*, 1994):

- Utilizar el control químico como ultima medida para el combate de plagas.
- Conocer los umbrales económicos de la plaga que se desea controlar, antes de aplicar plaguicidas.
- Aplicar los plaguicidas siguiendo estrictamente las indicaciones de la etiqueta respecto a dosis, cultivos, plagas, número de aplicaciones e intervalos de seguridad.
- Utilizar aquellos plaguicidas y métodos de aplicación que sean los menos riesgosos, conforme a las instrucciones del técnico.
- Aplicar plaguicidas solamente en las dosis que indique el técnico.
- No limpiar o lavar los equipos de aplicación cerca de arroyos, canales, ríos, lagos o cualquier otro cuerpo de agua o directamente en ellos, ni arrojar ahí los sobrantes o envases de plaguicidas.
- Disponer de los envases adecuadamente.

Para poder cumplir con estas medidas se puede realizar lo siguiente:

4.1.- Protección de los peces y la vida silvestre

Muchos plaguicidas son potencialmente muy peligrosos para los peces y la vida silvestre y pueden ocasionar serios daños si se aplican inapropiadamente; por esto, para su aplicación deben seguirse estrictamente las indicaciones del técnico y las instrucciones de la etiqueta.

Cualquier aplicación de plaguicidas que cause mortandad de peces y vida silvestre ajenos a la plaga objeto del control, debe notificarse de inmediato a la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (**SEMARNAP**).

Para la protección de los peces es necesario tomar las siguientes precauciones:

- Evitar la aplicación de plaguicidas en campos irrigados, en donde el agua puede llegar a arroyos, canales u otros cuerpos de agua.
- Informar a los agricultores del riesgo para los peces o para la vida acuática que implica irrigar los campos después de que han sido tratados con plaguicidas persistentes, o tóxicos para la vida acuática.
- No efectuar aspersiones y espolvoreos si los vientos pueden conducir los plaguicidas a los receptores o cuerpos de agua.
- No verter sobrantes de plaguicidas o lavar los equipos de aplicación en donde haya riesgo de contaminar los receptores o cuerpos de agua.

4.2.- Protección de las abejas y otros insectos polinizadores

La gran mayoría de los cultivos dependen de los insectos polinizadores; por esto, el agricultor y el aplicador de plaguicidas deben cooperar estrechamente para mantener al mínimo las perdidas de estos insectos. Para lograrlo se deben tomar las siguientes precauciones:

- Usar plaguicidas solo en caso necesario
- Usar los plaguicidas que sean menos peligrosos para estos insectos, conforme lo indique el técnico.
- Utilizar la dosis mínima efectiva y hacer el menor número posible de aplicaciones.
- Cuando se pretenda aplicar plaguicidas peligrosos para las abejas, avisar al apicultor para que oportunamente cambie de lugar a las colmenas.
- Recordar que las aspersiones y aplicaciones de gránulos generalmente son menos dañinas para estos insectos que los espolvoreos. Asimismo, la aplicación de plaguicidas con equipo terrestre es menos perjudicial para las abejas que la aplicación aérea.
- Evitar la aplicación de plaguicidas en el campo cuando las abejas se encuentran libando. Las aplicaciones en tiempo de calor, cuando las abejas se aglomeran fuera de las colmenas para abanicarse, pueden ocasionar pérdidas severas.
- Hacer las aplicaciones de plaguicidas por la noche o temprano en la mañana, antes de que las abejas empiecen a libar.
- No aplicar en condiciones que propicien el acarreo de plaguicidas peligrosos hacia campos vecinos o hacia áreas con vegetación silvestre.

4.3.- Disposición de residuos

4.3.1.- Devolución al proveedor/ fabricante

Una opción preferida para el manejo de los excedentes de plaguicidas es devolver el excedente de existencias a través de su proveedor o agencia local al fabricante. Esta opción es adecuada para todos los tipos y cantidades de plaguicidas indeseados. Se debe tomar precauciones para evitar problemas durante su transporte. Estas precauciones incluyen (Smith, *et al.*, 1993):

1. Hacer contacto con el fabricante e informarlo acerca del plaguicida y de la cantidad que será devuelta.

2. Embalar y transportar en forma apropiada los plaguicidas. Si los productos deben pasar por transporte internacional, deben ser embalados y transportados en un envase que satisfaga las recomendaciones sobre el transporte de productos peligrosos de las Naciones Unidas. Esto incluye etiquetado apropiado sobre el embalaje inmediato y sobre la superficie exterior del embalaje o envase final. Cualquier reembalaje debe incluir un reetiquetado.

3. Consultar a las autoridades reglamentarias en su país para determinar los requerimientos para el envío de los desechos.

4.3.2.- Tratamiento en suelos.

Algunos plaguicidas son biodegradables -es decir, se descomponen por la acción de los microorganismos naturales del suelo, junto con procesos físicos y químicos naturales. El tratamiento en el suelo es adecuado para los plaguicidas que son susceptibles a una biodegradación en menos de 26 semanas bajo condiciones aerobia (en presencia de oxígeno) o anaerobias (sin oxígeno). La acción de los microorganismos del suelo puede ser aumentada al agregar estiércol, lodos de alcantarillas, o excretas. Los plaguicidas persistentes o básicamente no biodegradables, como los que se muestran a continuación, no son adecuados para el tratamiento en suelos (Plaguicidas persistentes con vidas medias en el suelo bajo condiciones aerobia de por lo menos 26 semanas en el suelo) (Smith, *op cit.*):

- camfeclor
- clordán
- DDT
- diclofentión
- dieldrín
- endrín

- gama-HCH (lindano)
- hexaclorobenceno
- metiloxicloro
- quintozeno
- compuestos de metales pesados

La "vida media" es la cantidad de tiempo necesario para que se descomponga la mitad de una sustancia química. (El clima afectará las tasas de degradación).

Los guías para seleccionar y manejar los lugares de tratamiento en suelos (en especial grandes lugares) incluye lo siguiente:

* El lugar deberá ser seleccionado en función de evitar la contaminación de aguas superficiales y freáticas así como de impedir la entrada de personal no autorizado.

* El área debe tener abundante materia orgánica, cierta fertilización y si es necesario una irrigación suplementaria.

* El lugar deberá estar plantado o recubierto de vegetación para evitar la erosión por el viento.

* Los escurrimientos de agua sobre la superficie deberán ser interceptados y conducidos hacia un colector de aguas o depresión para permitir el depósito de los suelos potencialmente contaminados antes de que el agua se estanque.

* El área del colector de aguas deberá tener una cubierta vegetativa (como pasto de lento crecimiento o plantas de hoja ancha). Estas sirven como un filtro vivo que ayuda en la descomposición de la sustancia química.

* Toda el área de tratamiento debe tener un borde de vegetación de por lo menos 1 a 15 metros de ancho. Un lugar grande puede estar rodeado por arbustos en hilera de plantas leñosas con un borde herbáceo interior.

* El lugar debe estar alejado de casas y otras construcciones, cultivos y ganado, y no debe encontrarse en erosiones producidas por una corriente de agua, sumideros, lechos de agua secos o canteras.

El tratamiento en suelos puede ser de dos tipos:

a) Tratamiento aerobio en suelos: Se aplica el plaguicida a la superficie del suelo y se incorpora por labranza de 1 a 5 cm de la superficie, teniendo cuidado de mantener las condiciones aerobia (es decir, verificando que la sustancia este expuesta al

oxígeno). La siguiente tabla proporciona las cargas para la aplicación de algunos plaguicidas biodegradables al suelo (Tabla 10).

Plaguicida	Carga (mg del plaguicida/Kg de suelo)
Pentacloronitrobenceno	0.300
Disulfotón	1.560
Paratión-metil	1.040
Forato	1.420
Paratión	1.450
Endosulfán	0.580
Aldrín	0.429
Famfur	82.700
Heptacloro	0.588
Pronamida	85.300
Dinoseb	103.100
Aldicarb	99.000

Tabla 10.- Carga de algunos plaguicidas en suelos agrícolas bajo condiciones aerobias*

* Sin agregar estiércol, fango de alcantarillas, nutrientes, etc. para aumentar el proceso de descomposición.
Fuente: "Utha Sate University", (Universidad del Estado de Utah), Logan, UT.

Los mejores resultados se obtienen al utilizar tierra recién cultivada o la que acaba de recibir de 1a 2 cm de estiércol, excretas o lodo de alcantarillas. Un enfoque muy conservador es aplicar 0.5 mg de plaguicida por kg de tierra y revolverlo con los 3 centímetros superiores del suelo. Puesto que 1 m^2 de suelo con una profundidad de 3 cm contiene aproximadamente 17.325 kg de tierra, esto corresponde a aplicar 8.7 mg del plaguicida por 1 m^2 de suelo (87 gm/ha). A 20°C, se puede esperar que el material se descomponga en alrededor de 8 semanas en suelos agrícolas.

El uso de fango, excretas o estiércol aumentará en gran medida el proceso y permitirá mayores cargas. Si es posible, las tasas deberán ser sometidas a prueba para determinar la mejor tasa para un cierto plaguicida.

b) Tratamiento anaerobio en suelos: Utiliza la actividad de los microorganismos para descomponer los plaguicidas, pero esto se realiza sin oxígeno. Los plaguicidas adecuados para el tratamiento anaerobio de los suelos incluyen el benomilo, el glufosfato y el zineb. Este tratamiento se lleva a cabo en hoyos. El suelo debe tener una buena penetración de agua, debe ser profundo, y que permita una infiltración de

por lo menos 2 a 3 m de tierra (de preferencia arcilla) antes de llegar al lecho de roca. Los hoyos deben estar ubicados para aprovechar la luz solar, pero el suelo no debe estar seco durante meses, o bien frío o congelado.

Los hoyos deben tener aproximadamente 1 m., de profundidad, separados entre sí por un mínimo de 6 a 8 metros. La parte inferior del hoyo debe estar recubierta de cal agrícola (carbón, si se va a eliminar una sustancia química soluble en agua). Se puede agregar al hoyo materia orgánica, como hojas, recortes de pasto, desecho animal, excretas, estiércol o lodo para aumentar la descomposición biológica del plaguicida. Se coloca una cantidad limitada de plaguicida en el hoyo y se le recubre con tierra, seguido por la cal adicional, más compuesto químico y desecho animal, si se dispone de él.

Se puede utilizar una tasa de carga similar a la utilizada para el tratamiento aerobio: 0.5 mg de plaguicida por kilogramo de tierra y material orgánico durante un período de 8 semanas, o aproximadamente 14.5 mg de plaguicida en un hoyo de un metro de profundidad y una superficie de 0.25 m por 0.25 m. Se debe construir alguna forma de barrera alrededor del hoyo para evitar la caída accidental dentro de los hoyos recién llenados hasta que el relleno ha tenido tiempo de asentarse y consolidarse. El hoyo no debe contener sustancia química a menos de 20 cm de la superficie del suelo y la sustancia deberá estar recubierta de tierra, estiércol o lodo (Smith, *op cit*.).

4.3.3.- Disposición en rellenos sanitarios

Una opción de disposición para pequeñas cantidades de algunos plaguicidas sólidos o de pequeñas cantidades de plaguicidas líquidos que se han convertido a un producto sólido, es su sepultura en un relleno sanitario municipal para desechos sólidos bien administrados.

En un relleno sanitario bien administrado, el desecho depositado cada día es recubierto por una capa de tierra que es apisonada con maquinaria. Los microorganismos de la capa de tierra, y de otros materiales orgánicos en el relleno sanitario, promueven la descomposición de los desechos de plaguicidas.

El relleno sanitario debe estar ubicado de tal manera que no contamine las aguas freáticas o debe tener un revestimiento de arcilla o sintético. No debe estar ubicado en áreas de inestabilidad sísmica, en terrenos aluviales, ni en lugares en los cuales pueda ser afectado en forma adversa el sistema de revestimiento. El área para un relleno sanitario depende del volumen de desechos que serán eliminados.

Como regla general, la tasa máxima de carga diaria de ingredientes activos del total de plaguicidas combinados no debe exceder de 10 gm de plaguicida por metro cúbico de material del relleno sanitario. Los desechos de plaguicidas deberán ser esparcidos lo más posible entre todo el depósito total de desechos del día.

4.3.4.- Incineración

La incineración a altas temperaturas es un servicio autorizado por el gobierno (CICOPLAFEST, *op cit.*), llevada a cabo en forma apropiada, es una opción adecuada para la disposición de muchos plaguicidas, pero especialmente atrayente cuando es necesaria la eliminación de grandes cantidades de plaguicidas. Estos compuestos pueden ser utilizados en proporción el uno a dos por ciento del combustible en las calderas de alta temperatura.

4.3.5.- Tratamiento químico

Algunos plaguicidas pueden ser estabilizados con un tratamiento químico apropiado. Con frecuencia las técnicas químicas pueden transformar el plaguicida en una sustancia menos tóxica o que puede ser eliminada con mayor seguridad.
El tratamiento puede ser por medio de:

a) Álcalis
b) Ácidos
c) Óxidantes.

a) Tratamiento con álcalis: Algunos plaguicidas se desintegran cuando son tratados con sustancias químicas alcalinas (o básicas) , como lejía o cal.
El procedimiento preferido es mezclar el plaguicida con un exceso de cal (óxido de calcio) o de lejía (hidróxido de sodio) y arena u otro absorbente en un pozo o zanja de por lo menos 50cm de profundidad en un suelo de arcilla. También se puede agregar lejía o cenizas de sosa (carbonato de sodio) a la mezcla para acelerar las reacciones cuando se utiliza cal como la sustancia alcalina principal.

b) Tratamiento con ácidos: Algunos plaguicidas se degradan al ser mezclados con ácidos, tales como el ácido muriático (aproximadamente 30% de ácido clorhídrico) o el ácido sulfúrico (20%).
El método es mezclar el plaguicida con arena (u otro absorbente) en un pozo o zanja de por lo menos 50 cm de profundidad en un suelo de arcilla y después agregar el ácido.

c) Tratamiento con oxidantes: Ciertos plaguicidas pueden ser degradados por tratamiento con agentes oxidantes, tales como una solución de hipoclorito de sodio

(blanqueador casero líquido) o de hipoclorito de calcio (polvo blanqueador o cal clorada).

El método es mezclar el plaguicida con arena u otro absorbente en un pozo o zanja de por lo menos 50 cm de profundidad en un suelo de arcilla, y después agregar el blanqueador.

4.3.6.- Otros métodos

Existen otros métodos para disponer residuos de plaguicidas como son: la fotólisis, volatilización, descarga a una alcantarilla, almacenamiento temporal (Smith, *op cit*.).

a) Fotólisis: Algunos plaguicidas se descomponen al ser expuestos a la luz solar. Se puede esparcir una capa delgada (0.25-0.5 cm) de plaguicidas sobre una superficie impermeable y exponerla a la luz solar. La energía del sol reacciona con el oxígeno y el agua del aire; los compuestos resultantes, aunados a los rayos ultravioletas del sol, interactúan con el plaguicida para desintegrarlo.

b) Volatilización: Pequeñas cantidades de algunos plaguicidas pueden ser eliminados por volatilización. Estos son los fumigantes gaseosos o líquidos volátiles que se sabe se degradan en la atmósfera. Los solventes volátiles no miscibles con agua que contienen hasta 50 mg de ingrediente activo por litro de plaguicida no persistentes pueden ser vertidos sobre concreto o alguna otra superficie impermeable para permitir que se evaporen al aire libre.

c) Descarga a una alcantarilla: Pequeñas cantidades de algunos plaguicidas orgánicos pueden ser descargadas en un sistema de drenaje que termine en un centro de tratamiento de aguas negras.

Un plaguicida vertido en un drenaje debe ser disuelto en agua y descargado con lentitud con dilución abundante, de manera que represente del 1 al 2 % del flujo.Cualquier concentración superior puede resultar en una alteración de la actividad biológica en la planta de tratamiento.

d) Almacenamiento temporal: Como solución temporal al problema de existencia de plaguicidas indeseados, estos pueden ser centralizados en uno o diversos lugares seguros y controlados. Si se hace en forma apropiada, esto reducirá el peligro para las personas y el medio ambiente.

4.4.- Disposición de envases

Los envases de los plaguicidas, contienen aún una pequeña cantidad del plaguicida y deben ser eliminados en forma apropiada. Se recomienda fuertemente que todos los envases de plaguicidas sean triturados y/ o perforados para evitar que se vuelvan a utilizar.

En general, todos los envases usados de plaguicidas deben ser primero enjuagados por lo menos tres veces inmediatamente después de vaciarlos. El líquido remanente debe ser dispuesto como un residuo (ver 4.3).

Para los envases combustibles (de papel, cartón, tela, plástico o madera) se pueden utilizar las siguientes opciones de disposición (una vez que el envase se triture o perfore para evitar su reuso):

a) Quemar en un incinerador a altas temperaturas (CICOPLAFEST, *op cit*.).
b) Eliminar en un relleno sanitario
c) Sepultar en sitios especiales de disposición (CICOPLAFEST, *op cit*.).

Para los envases de metal o vidrio. Deben ser enjuagados tres veces, y eliminados por medio de una de las siguientes opciones:
a) Devolución al proveedor o a un centro de reacondicionamiento.
b) Enviar los envases de metal a una fundidora.
c) Enviar a un relleno sanitario.
d) Sepultar en sitios especiales de disposición.

4.5.- Manejo y uso seguros de los plaguicidas

La utilidad de los plaguicidas descansa en su propiedad de interrumpir los procesos vitales de las diversas plagas (insectos, hongos, plantas, etc.). Sin embargo, la mayoría pueden causar intoxicaciones, o inclusive la muerte, al hombre y a los animales, por lo que deben manejarse con especial cuidado. Es esencial que las personas que los manejan comprendan claramente los riesgos asociados con estos productos y aprendan a manejarlos y usarlos con las debidas precauciones.

Todas las personas expuestas a los plaguicidas deben estar siempre conscientes del riesgo de que estos productos penetren al organismo, sea por ingestión, inhalación o por absorción a través de la piel. Por tal motivo, es necesario que se ajusten estrictamente a las medidas de seguridad, las cuales son fundamentales para la protección del personal operativo, de la salud de la comunidad y del ambiente.

Es fundamental que, en todos los niveles de responsabilidad, los trabajadores sean instruidos sobre las buenas prácticas en el manejo y uso de los plaguicidas. Esto significa que cada trabajador debe estar perfectamente enterado de las propiedades de los plaguicidas que usa o maneja, así como de las prácticas correctas de transporte, distribución y manejo, con objeto de que evite riesgos innecesarios y tome las medidas adecuadas en caso de un accidente provocado por estas sustancias.

Es recomendable que en las áreas de trabajo, comedores y sanitarios se exhiban, de manera prominente, carteles conteniendo las siguientes reglas de manejo y uso seguros de los plaguicidas (Smith, *op cit.*):

- Antes de manejar un plaguicida envasado asegúrese de que el envase no tenga fugas.

- No maneje los envases de manera brusca o descuidada.

- Si se presenta una fuga o derrame, aleje del área contaminada a las personas y a los animales.

- No almacene plaguicidas, o envases vacíos que los hayan contenido, cerca de alimentos y bebidas, incluyendo las de consumo animal.

- Antes de utilizar cualquier plaguicida, lea cuidadosamente la etiqueta.

- No mantenga alimentos, bebidas, tabaco, ni utensilios en las áreas de trabajo en que se manejen o empleen plaguicidas, o cerca de la ropa o equipo de protección.

- No coma, beba o fume en las áreas de trabajo.
- No se frote los ojos o toque la boca mientras trabaja con plaguicidas, o al final de su trabajo, si no se ha lavado previamente las manos con abundante agua y jabón.
- Lávese las manos con abundante agua y jabón después de manejar plaguicidas y antes de beber, fumar, o usar el servicio sanitario.
- Cuando maneje plaguicidas, use guantes de material apropiado y ropa de protección así como un respirador cuando se recomiende.
- Deseche la ropa y otros objetos de protección contaminados, especialmente los guantes.
- Si requiere de ayuda medica, lleve consigo la etiqueta o el envase del plaguicida utilizado.

4.6.- Tratamiento de las intoxicaciones causadas por plaguicidas

El **CICOPLAFEST** (en México), propone algunas medidas de tratamiento de intoxicaciones causadas por plaguicidas, a continuación se presentan de acuerdo al plaguicida que originó la intoxicación.

4.6.1.- Organofosforados

Las siguientes medidas deben aplicarse en la unidad medica más cercana, de preferencia un hospital, a donde estos pacientes deben ser trasladados rápidamente.

Descontaminación: Quite cuidadosamente la ropa contaminada y colóquela en bolsas de plástico para su eliminación. Bañe al paciente con abundante agua y jabón durante 15 a 30 minutos. Irrigue abundantemente los ojos con agua o solución salina durante 15 minutos y limpie las uñas con un cepillo. Asegúrese de que el personal que practique el aseo, emplee bata y guantes y este consciente de las posibilidades de contaminarse si no actúa en forma adecuada durante este procedimiento.

Si el plaguicida fue ingerido, con precaución si el aditivo es un hidrocarburo, se debe practicar lavado gástrico, dejando posteriormente carbón activado, a la dosis de 1 gramo por kilogramo de peso corporal, y sulfato de sodio o magnesio, en dosis de 20 a 30 gramos en adultos y de 250 mg/kg de peso en niños.

La atropina es el antídoto fisiológico y actúa sobre los receptores muscarínicos. Se debe administrar a dosis altas, 2 a 5 mg por vía endovenosa, intramuscular o subcutánea, cada 10 a 15 minutos en adultos y 0.05 mg/kg de peso corporal en niños hasta la "atropinización". Una vez seco el paciente, administre nuevas dosis en caso de que se reinicien las manifestaciones muscarínicas.

Las oximas son los antídotos específicos. La obidoxima (Toxogonin) y la pralidoxima (Protopam) actúan reactivando la acetilcolinesterasa inhibida, lo que ocurre lentamente, por lo que su empleo debe ser simultáneo a la atropina. Ambos están disponibles en nuestro país.

Se administran por vía endovenosa a la dosis de 25 a 50 mg/kg en niños y 1 g en adultos (dosis total), en forma lenta, durante 50 minutos (la administración rápida puede causar espasmo laringeo) cada 6 a 8 horas. Se administran, por goteo endovenoso, dosis subsecuentes similares por un mínimo de 48 horas ("intervalo critico").

4.6.2.- Carbamatos

La inhibición de la acetilcolinesterasa que causan los carbamatos es reversible y el complejo se disocia más rápidamente que lo que ocurre con el complejo que se forma con los organofosforados. Además, penetra escasamente al **SNC**, por lo que las convulsiones son poco comunes. La reactivación de la colinesterasa ocurre generalmente en horas; por lo tanto, hay diferencias básicas en el tratamiento de estas intoxicaciones en relación con las producidas por los compuestos organofosforados.

El antídoto es la atropina a una dosis de 0.4 a 2.0 mg/ intravenosa, cada 15 a 30 minutos.

4.6.3.- Organoclorados

No existe antídoto para estas intoxicaciones. El tratamiento es sintomático y con medidas generales de sostén; debe realizarse en una unidad médica, de preferencia hospitalaria. Lavar abundantemente con agua y jabón la piel. Si se ingirió el producto, están indicados el lavado gástrico y el empleo de carbón activado y catártico salino (sulfato de sodio), ambos a la dosis de 1g/kg de peso corporal, en dosis única.

4.6.4.- Otros plaguicidas

Los piretroides tienen una toxicidad aguda muy baja, el problema mayor son las reacciones de tipo alérgico. La rotenona causa vómitos abundantes si se ingiere; en grandes dosis pueden causar, además, depresión respiratoria e hipoglucemia. En ocasiones basta retirar de la exposicional afectado para que desaparezcan los síntomas.

Si el contacto fue cutáneo, lave la parte afectada con jabón y agua en abundancia.

4.6.5.- Compuestos bipiridílicos

La inhalación de estos productos generalmente no causa intoxicación sistémica. Los efectos más graves se han observado cuando se ingieren o se absorben a través de la piel. Sus efectos, como ya se menciono, pueden ser locales y sistémicos, particularmente con daño pulmonar difuso y grave.

Descontaminación: Si el producto se ingirió, practique lavado gástrico y, posteriormente, administre tierra de fuller o carbón activado, en ambos casos,

combinados con un catártico salino. O puede practicarse excreción forzada, protección del daño pulmonar, inmunosupresión.

4.6.6.- Productos misceláneos

- El antídoto de los compuestos mercuriales y arsenicales es la D. Peniciliamina que se administra por vía bucal a la dosis de 30 a 50 mg/kg.

- El antídoto del sulfato de talio es el azul de prusia.

- Los herbicidas clorofenoxi deben ser eliminados por lavado abundante cutáneo o gástrico; en este ultimo caso, seguido de carbón activado. Es útil el empleo de furosemida en dosis de 1 mg/kg, endovenosa o intramuscular, para incrementar su excreción. El resto del tratamiento es sintomático. En casos graves, debe estar dedicado a corregir la acidosis metabólica y las alteraciones del ritmo cardiaco.

CAPÍTULO 5

LEGISLACIÓN Y NORMATIVIDAD

El empleo masivo, indiscriminado y muchas veces insensato, de los plaguicidas ha hecho necesario que se expidan normas nacionales e internacionales sobre el uso y manejo seguros de dichas sustancias.

5.1.- Nivel Internacional

A continuación se analizan algunas acciones importantes que los organismos internacionales y las asociaciones de organismos no gubernamentales han realizado al respecto (FAO, *op cit*.; FAO, 1977):

5.1.1.- Normalización de los recursos para el registro de plaguicidas

En Roma, en el mes de octubre de 1977, se celebró la consulta intergubernamental especial sobre la Normalización internacional de los recursos para el registro de plaguicidas, organizada por la **FAO**.

En esta consulta se explicó que, a causa de la diversidad de aspectos del registro de plaguicidas que se tenían que examinar y de la necesidad de que cada uno se estudiase detenidamente, se había propuesto que cada tema tratado se asignase a un comité apropiado.

Se formaron 6 comités para indicar los requisitos para el registro de un plaguicida , y quedaron constituidos del siguiente modo:

Comité 1.-Especificaciones: Propiedades químicas y físicas.

Para definir claramente un plaguicida químico es necesario disponer de detalles claros y precisos de sus propiedades químicas y físicas en términos mensurables.

Comité 2.- Estimación de la actividad biológica y de la eficacia de los plaguicidas así como de su inocuidad para los cultivos.

La consulta reconoció que un plaguicida será inútil si no sirve para la función a que se le destina. El plaguicida debe ser eficaz contra el organismo al que va dirigido pero sin causar efectos adversos importantes en el cultivo o el animal que se trata de proteger.

Sin una comprobación biológica apropiada de las condiciones de uso efectivo, no puede estimarse la eficacia biológica del producto en cuestión, y su confiabilidad, ni evaluarse su inocuidad para los cultivos. Sin tales comprobaciones, no se puede juzgar si el producto químico será o no útil para combatir la plaga de que se trate.

Comité 3.- Toxicología.

En la información necesaria para el registro de un plaguicida ocupa un lugar central la toxicología de la sustancia de que se trate. La toxicidad puede definirse como la propiedad y capacidad de una sustancia de causar daño si se le administra a un organismo vivo o éste la absorbe. El objetivo de todo ensayo de inocuidad es pues asegurar que los beneficios deseados puedan obtenerse del uso propuesto, sin incurrir en riesgos excesivos.

Comité 4.- Determinación de los residuos de plaguicidas en alimentos y piensos.

El uso de algunos plaguicidas de acuerdo con una mala práctica agrícola puede dar lugar a que queden residuos primero en las plantas o en los animales y después en los alimentos que de ellos se derivan. Por razones de sanidad pública, los órganos oficiales deben tener en cuenta, en el proceso de registro la existencia de residuos.

Comité 5.- Posibilidades de repercusión en el ambiente.

La repercusión de los plaguicidas o de sus residuos y metabolitos en el ambiente y, en definitiva, sobre el hombre, tienen gran importancia.

Los posibles efectos de los productos químicos sobre el ambiente y la importancia que se les atribuye varían mucho de un país a otro. Por consiguiente, cada país debe decidir los aspectos del ambiente que pueden verse en peligro y las precauciones que hay que tomar.

Comité 6.- Etiquetado, envase, almacenamiento y eliminación de plaguicidas

Después de ésta reunión se concluyó sobre la importancia que tiene el empaquetado, transporte, almacenamiento y eliminación de plaguicidas para su manipulación inocua, pero no hace recomendaciones específicas en cuanto a la armonización de

tales aspectos, salvo en relación con asesoramiento respecto de la etiqueta, cuando proceda.

Aunque los procedimientos de registro de plaguicidas han adquirido una creciente complejidad, el producto final de todo registro ha seguido siendo el mismo, a saber, un envase etiquetado que contiene la composición de un plaguicida.

La naturaleza y calidad del envasado de plaguicidas están dictadas por el carácter de la formulación, los requisitos técnicos de las organizaciones de transporte y la disponibilidad de envases a precio económico facilitados por la industria del ramo. El Comité de las Naciones Unidas sobre el Transporte de Productos Peligrosos ha convenido en los requisitos generales aplicables al envasado de "productos peligrosos" incluyendo las especificaciones y los ensayos de los resultados de los envases. Estos requisitos tienen aplicación igualmente a los plaguicidas que, en general, se consideran como "productos peligrosos".

Es necesario regular el transporte de los plaguicidas con el fin de evitar accidentes a las personas o daños a los vehículos de transporte o embarcaciones o a otros bienes. No parece haber razones para tratar a los plaguicidas de una forma diferente a otros productos químicos tóxicos, aunque la mayoría de los códigos de transporte suelen enumerar a los plaguicidas separadamente.

El debido almacenamiento de los plaguicidas es importante tanto para su inocuidad como para la conservación de su eficacia. El almacenamiento debe conservar los recipientes y el contenido en buenas condiciones. Aunque rara vez constituye un requisito para el registro, las etiquetas de plaguicidas suelen llevar advertencias acerca del almacenamiento idóneo y ocasionalmente especificar los límites de temperatura.

Los usuarios de plaguicidas rara vez descontaminan los recipientes después de utilizarlos y las etiquetas de un producto no contienen aún suficiente información o instrucciones sobre si los recipientes vacíos pueden utilizarse para otros fines, ni sobre su limpieza para convertirlos en inocuos. Los organismos *"registrales"* empiezan ahora a pedir a los que solicitan el registro de un plaguicida información acerca de los métodos de eliminación segura de los productos excedentes y de los recipientes sobre la base de los conocimientos existentes respecto a las propiedades químicas, físicas y otras pertinentes del plaguicida en cuestión.

5.1.2.- Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas

Desde principios de los años ochenta, se han escuchado las voces de alarma de diversos grupos preocupados por la cuestión de los plaguicidas. En este contexto, la **FAO**, en colaboración con **OMS**, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (**PNUMA**) y diversas organizaciones no gubernamentales internacionales, incluida la industria de plaguicidas representada en el Grupo Internacional de Asociaciones Nacionales de Fabricantes de Productos Agroquímicos (**GIAFAP**) y algunos grupos que se ocupan del ambiente como la Organización Internacional de Uniones de Consumidores (**IOCU**) y el Centro de Enlace al Ambiente (**ELC**) elaboraron el "Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas". La presentación del Código se llevó a cabo en el 23° período de sesiones del Comité de Agricultura y su Consejo de la **FAO**, que se celebró en Roma en 1985, en donde fue aprobado por unanimidad mediante la resolución 10/85 (FAO, *op. cit*).

La edición del Código fue enmendada en 1990 a fin de incluir el "Principio de Información y Consentimiento Previos". Las actividades realizadas por la **FAO** para preparar, en consulta con los organismos competentes de las Naciones Unidas y otras organizaciones, el Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas, siguen y acompañan a muchas otras acciones, algunas de las cuales se remontan a 25 años atrás. La finalidad de todas estas acciones era beneficiar a la comunidad internacional en lo que respecta a la disponibilidad, reglamentación, comercialización y utilización de plaguicidas, para mejorar la agricultura, la salud pública y el bienestar de las personas.

Una de las funciones fundamentales del Código, el cual es de carácter voluntario, es servir de punto de referencia, sobre todo hasta que los países establezcan infraestructuras adecuadas para la reglamentación de los plaguicidas.

El Código consta de una breve introducción y 12 artículos, cuyo resumen se muestra a continuación:

Artículo 1: Describe los objetivos del Código, enuncia las responsabilidades y establece las normas de conducta para todas las entidades públicas y privadas que intervienen o participan en la distribución y la utilización de plaguicidas; describe las responsabilidad que corresponde a cada sector de la sociedad; plantea la necesidad de hacer todos los esfuerzos posibles para trabajar en coordinación entre los países exportadores e importadores de plaguicidas; y estimula la aplicación de

prácticas que conlleven al uso correcto de plaguicidas, reduciendo al mínimo los efectos perjudiciales para los seres humanos y el ambiente.

Artículo 2: Presenta varias definiciones de términos que se incluyen en el Código.

Artículo 3: Establece la responsabilidad que tienen tanto el gobierno como la industria de plaguicidas en el manejo de los mismos. Así, señala que la industria debe cumplir con las normas del Código para la fabricación, distribución y publicidad de estos productos.

Artículo 4: Establece todas las normas que debería cumplir la industria al ensayar un plaguicida, en el país donde quiere introducirlo y comercializarlo. Señala además, que deberá probarse que cada plaguicida es suficiente y eficaz, mediante procedimientos y métodos de ensayo reconocidos, a fin de evaluar la seguridad, la eficacia y el destino del producto.

Artículo 5: Se refiere a las acciones que se deben adoptar para reducir los riesgos para la salud, las que, entre otras cosas, incluyen el establecimiento de programas nacionales eficaces para el registro y control de plaguicidas, el diagnóstico y tratamiento oportuno en casos de intoxicaciones, el almacenamiento seguro y la eliminación de envases.

Artículo 6: Se ocupa de los requisitos reglamentarios y técnicos para el registro de plaguicidas, inclusive el establecimiento de servicios de enseñanza, asesoría, extensión y atención de salud. Para este acápite se recomienda seguir las "Directrices para el registro y control de los plaguicidas", preparadas por la **FAO**..

Artículo 7: Se refiere a la disponibilidad y uso de los plaguicidas. Se recomienda que éstos sean compatibles con los niveles de capacitación existentes, así como con la experiencia en la manipulación de plaguicidas por los usuarios de cada país.

Artículo 8: Trata de la distribución y comercio de plaguicidas. Establece el requisito obligatorio de que el producto haya sido probado en relación con su eficacia y destino en el ambiente mediante ensayos específicos.

Artículo 9: Se refiere al intercambio de información. Éste ha sido el punto que más discusión y cambios ha provocado, por lo que se llegó al establecimiento del Principio de Información y Consentimiento Previos.

Artículo 10: Considera el etiquetado, envasado, almacenamiento y eliminación de los envases de plaguicidas. Se especifican las obligaciones de la industria en estos

campos, para lo cual también se sugiere seguir las Directrices de la **FAO** sobre etiquetado, envasado, etc.

Artículo 11: Trata el tema de la publicidad. Se señala que los anuncios no deben incluir afirmaciones de seguridad ni garantías para los productos; tampoco deben incluir imágenes visuales de prácticas potencialmente peligrosas.

Artículo 12: Se refiere a la vigilancia y el cumplimiento del Código. Para esto, se indica la importancia de divulgar este Documento y ponerlo en práctica, a través de la colaboración de todos los organismos responsables, es decir, el gobierno, la industria y los consumidores (FAO, *op. cit*).

5.1.3.- Principio de Información y Consentimiento Previos

El Principio de Información y Consentimiento Previos (**PIC**) se desarrolla a partir del intercambio de información que se fomenta en el Código.

El ***Artículo 9*** del Código establece que cualquier país que tome una decisión para prohibir o restringir severamente un plaguicida, con objeto de proteger la salud y el ambiente, debe notificar a la **FAO** de inmediato, para que ésta, a su vez, proporcione a las autoridades competentes de todos los países, la información recibida. De esta manera, los países podrán adoptar las medidas adecuadas para evaluar los riesgos asociados con el uso de estos plaguicidas y, oportunamente, decidir si permiten la importación y el uso de estos productos.

La información mínima que debe facilitarse en la notificación es: la identidad del producto, con el nombre químico específico del principio activo; un resumen de las acciones adoptadas y sus fundamentos y, en caso de restricciones de uso, el nombre y dirección del punto de contacto, si se requiere mayor información.

Todos los plaguicidas que han sido objeto de prohibición o restricción en más de cinco países están sujetos al **PIC**. Ninguno de estos plaguicidas, por tanto, podrá ser exportado a un país que ha decidido participar en el procedimiento **PIC**.

Así, la **FAO** revisará las notificaciones de las acciones de control adoptadas por los países. En coordinación con **PNUMA**, la **FAO** desarrollará y mantendrá un banco de datos de las acciones de control y las decisiones adoptadas por los gobiernos de los países miembros; informará a las autoridades nacionales designadas y a las organizaciones internacionales de todas las notificaciones y decisiones tomadas en relación al uso y a la importación de un plaguicida que haya sido incluido en el procedimiento **PIC**; además, enviará avisos a intervalos regulares y revisará

periódicamente los criterios para la inclusión de otros productos en la lista de plaguicidas sujetos al procedimiento **PIC**.

Los gobierno de los países importadores que participen en el procedimiento **PIC** deberán: designar la autoridad idónea y establecer los procedimientos internos más adecuados para el procesamiento de la información que recibirán de la **FAO**; incluir en la notificación de la acción de control adoptada, la decisión respecto a futuras importaciones de ese plaguicida; y asegurar que las medidas o acciones asumidas en relación a la importación de ese producto sean igual de restrictivas para los producidos localmente y los importados. Por supuesto, los gobiernos de los países exportadores deberán notificar a los exportadores y los fabricantes de plaguicidas de las decisiones de los países importadores y adoptar las medidas adecuadas para que sus autoridades y su legislación aseguren que no se producirán exportaciones que vayan en contra de las decisiones de los países importadores.

A continuación se presenta el listado inicial de las sustancias a los que se aplica el principio de información y consentimiento previo (**PIC**), los candidatos al **PIC** y el listado de plaguicidas de los cuales se cree que su ingrediente activo ya no será producido, distribuido o utilizado (FAO/UNEP, 1991):

Registro Internacional de Productos Químicos Potencialmente Tóxicos
Principio de Información y Consentimiento Previos (PIC)

Lista Inicial (**PIC**):
· aldrín
· clordano
· clordimeform
· cihexatin
· dieldrín
· dinoseb
· DDT
· dibromuro de etileno (EDB)
· fluoracetamida
· hexacloruro de benceno (BCH)
· heptacloro
· mercurio inorgánico
· mercurio orgánico
· paraquat
· paratión etílico
· paratión metílico
· 2,4,5-T

Candidatos al procedimiento de información y consentimiento previos:

· aldicarb
· amitrol
· bromuro de metilo
· compuestos de arsénico
· captafol
· carbofurán
· clorbencilato
· cloropicrina
· demeton (Systox)
· diclorvox
· dicofol
· endosulfán
· estricnina
· fluoracetato de sodio
· fosfamidón
· generadores de fosfina
· lindano
· metamidofos
· metomil
· metoxicloro
· mirex
· monocrotofos
· pentaclorofenol
· pirofosfato de tetraetilo (TEPP)

Plaguicidas de los cuales se cree que su ingrediente activo ya no será producido, distribuido o utilizado:

· compuestos de plomo
· dibromocloropropano (DBCP)
· endrín
· kelevan
· leptofos
· nitrofen
· schraden
· strobano
· sulfato de talio
· telodrín
· toxafeno

5.1.4.- Red Internacional de Acción sobre Plaguicidas (Pesticide Action Network International - PAN)

La red **PAN** Internacional es una coalición de grupos de ciudadanos que incluye a miembros de más de 70 países que trabajan para detener el mal uso de los plaguicidas y promover el control sustentable de plagas. En la actualidad, **PAN** tiene centros regionales en Africa- Asia/Pacífico - Europa - América Latina - y América del Norte.

La campaña internacional de la "Docena Sucia" fue lanzada el 5 de junio de 1985 como la primera acción internacional conjunta de **PAN**. La selección de los productos de la Docena Sucia se basó en varios criterios: Riesgos comprobados para los seres humanos o el ambiente; amplio uso (especialmente en países en vías de desarrollo); existencia de prohibiciones y restricciones en países exportadores e importancia como ejemplos de otros aspectos más amplios de los problemas que ocasionan los plaguicidas en el nivel internacional.

Las metas de la campaña son: garantizar que la seguridad de la salud humana y del ambiente sean consideradas como prioridades en todas las decisiones políticas sobre plaguicidas; acabar con el uso de plaguicidas de la Docena Sucia en los lugares en donde no se pueda garantizar su uso seguro; eliminar las dobles normas en el comercio global de plaguicidas y generar apoyo para la investigación y utilización de métodos seguros y sustentables de control de plagas. Colectivamente, los plaguicidas de la Docena Sucia causan intoxicaciones, muerte y destrucción ambiental cada año. Esta es la razón por la que los promotores de la campaña Docena Sucia en todo el mundo están trabajando para detener la producción, venta y uso de éstos y otros productos químicos peligrosos y para promover confianza en métodos de control de plagas más seguros y más sustentables.

En este grupo de plaguicidas se encuentran:

* aldicarb (Temik)
* canfeclor (Toxafeno)
* clordano
* heptacloro
* clordimeform
* DBCP
* DDT
* aldrín-dieldrín-endrín
* EDB
* HCH (BHC)
* lindano
* paraquat
* paratión
* metil-paratión
* pentaclorofenol
* 2,4,5-T

5.2.- Nivel Nacional

Conforme a las recientes directrices sobre legislación para el control de plaguicidas, el objeto de una legislación sobre plaguicidas debe ser, permitir a la sociedad obtener los beneficios que derivan del uso de estas sustancias, asegurando, al mismo tiempo, que se presenten los mínimos efectos nocivos posibles para el hombre y el ambiente.

La legislación de México sobre plaguicidas es la siguiente:

5.2.1.- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente (LEGEEPA)

Según el ***Artículo 1º*** esta Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y entre sus objetivos está el establecer las bases para:

· *La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo.*

Como la utilización de plaguicidas puede ocasionar la contaminación de agua, aire y suelo, es de su competencia lo que se refiere a la contaminación generada por plaguicidas. A continuación se mencionan los artículos en los cuales se establece los lineamientos que se deben seguir para prevenir y controlar la contaminación del aire, agua y suelo por plaguicidas; tomando en cuenta que tanto los plaguicidas como sus residuos están considerados como peligrosos:

Aire: En el ***Artículo 113*** del ***Título cuarto "Protección al ambiente"***, ***Capítulo I "Prevención y control de la contaminación de la atmósfera".*** Establece que no se podrán emitir contaminantes a la atmósfera, que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas técnicas ecológicas expedidas por la Secretaría* . Cuando dichas emisiones contengan materiales o residuos peligrosos, se requerirá para su emisión la previa autorización de la Secretaría.

* En la actualidad llamada Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (**SEMARNAP**)

Agua: En el ***capítulo II de "Prevención y control de la contaminación del agua y de los ecosistemas acuáticos"*** se considera la posible contaminación del agua por plaguicidas.

Artículo 120.- Para evitar la contaminación del agua, quedan sujetos a regulación federal o local:

Fracción I.- Las descargas de origen industrial;
Fracción III.- Las descargas derivadas de actividades agropecuarias;
Fracción V.- La aplicación de *plaguicidas,* fertilizantes y sustancias tóxicas.

Artículo 122.- Las aguas residuales provenientes de usos agropecuarios que se descarguen en los sistemas de alcantarillado de las poblaciones o en las cuencas, ríos, cauces, vasos y demás depósitos o corrientes de agua, así como las que por cualquier medio se infiltren en el subsuelo, y en general, las que se derramen en los suelos, deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir:

Fracción I.- Contaminación de los cuerpos receptores;
Fracción II.- Interferencias en los procesos de depuración de las aguas, y
Fracción III.- Trastornos, impedimentos o alteraciones en los correctos aprovechamientos, o en el funcionamiento adecuado de los sistemas, y en la capacidad hidráulica en las cuencas, cauces, vasos, mantos acuíferos y demás depósitos de propiedad nacional, así como de los sistemas de alcantarillado.

Suelo: "Para la prevención y control de la contaminación del suelo por plaguicidas" se establece el Capítulo III. Los artículos que tienen relación con este problema son:

Artículo 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se consideran los siguientes criterios:

Fracción I.- Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo;
Fracción II.- Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;
Fracción III.- Es necesario racionalizar la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; e incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje, y
Fracción IV.- La utilización de *plaguicidas*, fertilizantes y sustancias tóxicas, debe ser compatible con el equilibrio de los ecosistemas.

Artículo 136.- Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar;

Fracción I.- La contaminación del suelo;
Fracción II.- Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos;
Fracción III.- Las alteraciones en el suelo que alteren su aprovechamiento, uso o explotación, y
Fracción IV.- Riesgos y problemas de salud.

Artículo 139.- Toda descarga, depósito o infiltración de sustancias o materiales contaminantes en los suelos se sujetará a lo que disponga esta Ley, sus disposiciones reglamentarias y las normas técnicas ecológicas que para tal efecto se expidan.

Artículo 140.- Los procesos industriales que generen residuos de lenta degradación se llevarán a cabo con arreglo a lo que disponga el reglamento correspondiente.

Artículo 143.- Los *plaguicidas,* fertilizantes y sustancias tóxicas, quedarán sujetos a las normas oficiales mexicanas y a las normas técnicas que expidan en forma coordinada la Secretaría* y las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos (**SARH**), de Salud (**SS**) y de Comercio y Fomento Industrial (**SECOFI**), para evitar que se causen desequilibrios ecológicos. El reglamento de esta Ley establecerá la regulación, que dentro del mismo marco de coordinación deba observarse en actividades relacionadas con dichas sustancias o productos, incluyendo la disposición final de residuos, empaques y envases vacíos, medidas para evitar efectos adversos en los ecosistemas y los procedimientos para el otorgamiento de las autorizaciones correspondientes.

Artículo 144.- Atendiendo a lo dispuesto por la presente Ley la de Sanidad Fitopecuaria de los Estados Unidos Mexicanos y las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables, la Secretaría* coordinadamente con las Secretarías **SS**, **SARH** y **SECOFI** participará en el examen de las tarifas arancelarias relativas a importación o exportación de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas. No podrá otorgarse autorizaciones para la importación de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas cuando su uso no esté permitido en el país en el que se hayan elaborado o fabricado.

La Secretaría* promoverá ante las autoridades competentes el establecimiento de requisitos especiales para la fabricación en el país de dichas sustancias y productos, cuando su uso pueda causar desequilibrios ecológicos.

En cuanto a ***Materiales y residuos peligrosos el Capítulo V*** establece en los siguientes artículos los lineamientos que deben seguirse en cuanto a la generación y transporte de residuos y materiales de plaguicidas, siendo estos residuos y materiales peligrosos.

Artículo 152.- Los materiales y residuos que se definan como peligrosos para el equilibrio ecológico deberán ser manejados con arreglo a las normas técnicas ecológicas y procedimientos que establezca la Secretaría*, con la participación de **SECOFI, SS**, Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, y **SARH**.

Artículo 153.- La importación o exportación de materiales o residuos peligrosos se sujetará a las restricciones que establezca el Ejecutivo Federal. En todo caso deberán observarse las siguientes disposiciones:

Fracción I.- Corresponderá a la Secretaría* el control y la vigilancia ecológica de los materiales o residuos peligrosos importados o a exportarse, aplicando las medidas de seguridad que correspondan, sin perjuicio de lo que sobre este particular prevé la Ley Aduanera;
Fracción IV.- No podrá autorizarse el tránsito por territorio nacional de materiales peligroso que no satisfagan las especificaciones de uso o consumo conforme a las que fueron elaborados, o cuya elaboración, uso o consumo se encuentren prohibidos o restringidos en el país al que estuvieren destinados; ni podrá autorizarse dicho tránsito de residuos peligroso, cuando tales materiales y residuos provengan del extranjero para ser destinados a un tercer país.

5.2.2.- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

5.2.2.1.- Residuos Peligrosos

En el ***Capítulo II de la generación de residuos peligrosos***, es necesario considerar el ***Artículo 8º*** *párrafo III* donde dice que el generador deberá dar a los residuos peligrosos, el manejo previsto en el Reglamento y en las normas técnicas ecológicas correspondientes. Esto es lo que deberían hacer los usuarios con los envases y remanentes de plaguicidas.

En cuanto al manejo de estos residuos, los usuarios deberán cumplir con el ***Artículo 13 del capitulo III***, donde se establece que el generador podrá contratar los servicios de empresas de manejo de residuos peligrosos, para cualquiera de las operaciones que comprende el manejo. Estas empresas serán responsables, por lo que toca a la

operación de manejo en la que intervengan, del cumplimiento de lo dispuesto en el reglamento y en las normas técnicas ecológicas que de él se deriven.

5.2.2.2.- Decreto relativo a la importación o exportación de materiales o residuos peligrosos

Artículo 1º.- El presente decreto establece, sin perjuicio de las ya previstas en otros ordenamientos vigentes, disposiciones en materia ecológica a que se sujetarán tanto la importación como la exportación de todo tipo de materiales o residuos peligrosos que por su naturaleza pueden causar o causan daños al ambiente o a la propiedad, o constituyan un riesgo a la salud y bienestar públicos.

Artículo 2º.- Para los efectos de este decreto se considera:

Fracción VI.-Materiales o residuos peligrosos: Cualquier objeto material, sustancia o desperdicio, incluyendo los *plaguicidas* y los químicos que por sí mismos o al entrar en contacto o ser mezclados con otros o por ser manejados indebidamente, produzcan o puedan producir reacciones exotérmicas violentas o liberen o puedan liberar sustancias peligrosas, así como aquellos generados en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento, cuyas características no permitan usarlos nuevamente en los procesos que los generaron y que, en cualquier estado físico, por sus cualidades corrosivas o tóxicas, puedan representar un peligro para la salud, el ambiente, la propiedad o los ecosistemas.

Artículo 3º.- La importación o exportación de todo tipo de materiales o residuos peligrosos requerirá de guía ecológica de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología*, sin perjuicio del cumplimiento de otras disposiciones legales y de los otros permisos o requisitos que se deban recabar o satisfacer, conforme a las leyes, reglamentos u otras disposiciones aplicables, ante autoridades en el ámbito de sus competencias.
Las autoridades nacionales que deban intervenir en el otorgamiento de permisos o autorizaciones en relación con la importación o exportación de materiales o residuos peligrosos, requerirán la previa presentación de la guía ecológica a que se refiere este artículo, la cual tendrá obligación de exhibir el solicitante de dichos permisos o autorizaciones.

Artículo 4º.- Corresponde a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología* el control y la vigilancia ecológica de los materiales o residuos peligroso importados o a exportarse conforme al presente decreto, aplicando las medidas de seguridad que correspondan. Dicha Secretaría estará facultada para intervenir en los puertos territoriales, marítimos y aéreos y, en general, en cualquier punto del territorio

nacional, para los efectos de control y regulación ecológica de los materiales o residuos peligrosos importados o a exportarse así como para dictar y aplicar las medidas de seguridad que correspondan tendientes a evitar daños a la salud, a la propiedad o a la ecología, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del Ejecutivo.

Artículo 5º.- Para cada volumen de importación o exportación de materiales o residuos peligrosos se requerirá la guía ecológica. La solicitud para obtenerla deberá presentarse por los interesados ante la Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología*, con la suficiente anticipación a la fecha en que se pretenda realizar la operación de importación o exportación.

Artículo 7º.- La importación o exportación que la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología* autorice de materiales o residuos peligrosos, se hará solamente por los puertos terrestres, marítimos o aéreos que en la guía ecológica se indique, par lo que se tomará en cuenta a las otras autoridades nacionales que deban intervenir en la importación o exportación en el ámbito de sus competencias. Queda prohibida la importación o exportación de los materiales o residuos peligrosos por la vía postal, en los términos del artículo 15 fracción II de la Ley del Servicio Postal Mexicano.

Artículo 8º.- Sólo se concederá la guía ecológica para importación de materiales o residuos peligroso para su tratamiento, reciclaje o reuso para su utilización lícita conforme a las leyes, reglamentos y disposiciones vigentes.

5.2.2.3.- Prevención y control de la contaminación de aguas

Según el *Artículo 1º* el presente reglamento tiene por objeto proveer, en la esfera administrativa, a la observancia de la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental en toda la República, en lo que se refiere a la prevención y control de la contaminación de las aguas, cualquiera que sea su régimen legal.

Los artículos que competen al problema de plaguicidas son:

Artículo 23.- Las Secretarías **SARH** y de Salubridad y Asistencia (**SSA**) realizarán los estudios de los cuerpos receptores a que se refiere este reglamento, a fin de clasificar las agua en función de sus usos, conocer su capacidad de asimilación y de dilución, así como para señalar las condiciones particulares de las descargas de aguas residuales.

Artículo 24.- Con base en el dictamen que emita la **SSA** en los estudios a que se refiere el artículo anterior, de una cuenca o región, la Secretaría de Recursos Hidráulicos (**SARH**) fijará las condiciones particulares de las descargas de aguas

residuales, de acuerdo con la clasificación del agua del cuerpo receptor, su volumen o gasto.

El criterio con respecto a sustancias tóxicas es el siguiente: Ninguna sustancia tóxica sola o en combinación con otras (por ejemplo plaguicidas o mezcla de ellos), estará presente en concentraciones tales que conviertan el agua del cuerpo receptor en inadecuada para el uso específico a que se destinen.

La Tabla 11 resume algunos de los plaguicidas que de acuerdo con la información disponible se encuentran bajo reglamentación y estudio en varias partes del mundo. Los valores de las sustancias de esta tabla no son limitativos y están sujetos a modificación de acuerdo con el futuro avance tecnológico.

Plaguicida	DI	DA
aldrín	0.017	0.017
clordano	0.003	0.003
dieldrín	0.017	0.017
endrín	0.001	0.001
heptacloro	0.018	0.018
epóxido de heptacloro	0.018	0.018
fosfatos orgánicos con carbamatos	0.100	0.100
toxafeno	0.005	0.005
herbicidas totales	0.100	0.100

Tabla 11. Valores máximos permisibles de plaguicidas en cuerpos receptores
Límite máximo en miligramos por litro (ppm)

Fuente: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 1994.

Para la calidad de agua en estuarios se seguirá el siguiente criterio, para asignar de acuerdo con la Tabla 12 las concentraciones máximas permisibles de las descargas:

Se deberá determinar mediante bioensayos el límite medio de tolerancia de 96 hrs., de preferencia se harán bioensayos con flujo continuo, utilizándose la etapa de vida media más sensible de las especies de importancia ecológica o económica, con los siguientes factores de aplicación.

$$\frac{1}{100} \quad \textit{para plaguicidas}$$

Plaguicida	Concentración (mg/l)
aldrín	0.000
fenthión	0.0003
endrín	0.002
heptacloro	0.002
lindano	0.002
endosulfán	0.002
dieldrín	0.003
D.D.T	0.006
paratión	0.010
arsenicales	0.010
BHC	0.020
clordano	0.020
coumaphos	0.020
perthane	0.030
TDE	0.030
toxafeno	0.030
dursban	0.030
naled	0.030
metoxicloro	0.040
ronnel	0.050
naturales	0.100
carbamatos	0.100
derivados de 2, 4-D	0.100
derivados de 2, 4, 5-T	0.100
compuestos de ácido ftálico	0.100
derivados de triazina	0.100
derivados de urea	0.100

Tabla 12. Valores máximos permisibles de plaguicidas en estuarios
Fuente: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. 1994

Para la calidad de agua de aguas costeras se seguirá el siguiente criterio, para asignar de acuerdo con la Tabla 13 las concentraciones máximas permisibles de las descargas.

Se deberá determinar mediante bioensayos el límite medio de tolerancia, de 96 hrs. (TLm96). De preferencia se harán bioensayos con flujo continuo, utilizándose la etapa de vida más sensible de las especies de importancia ecológica o económica, con el siguiente factor de aplicación:

$$\frac{1}{20} \quad \textit{Para todas las sustancias tóxicas}$$

Cuando debido a la supervivencia de las especies no sea posible determinar el TLm96 se deberá calcular mediante la expresión:

$$TLm96 = 170/\log\ (100-S)$$

S= porcentaje de supervivencia para el 100% de desecho.

La Tabla 13 resume algunos de los plaguicidas que de acuerdo con la información disponible se encuentra bajo reglamento y estudio en varias partes del mundo.
Los valores de las sustancias de esta tabla no son limitativos y están sujetos a modificación de acuerdo con el futuro avance tecnológico.

Plaguicida	Concentración (ug/l)
aldrín	0.04
fenthión	0.03
endrín	0.2
heptacloro	0.2
lindano	0.2
endosulfán	0.2
dieldrín	0.3
D.D.T	0.6
paratión	1.0
clordano	2.0
perthane	3.0
TDE	3.0
toxafeno	3.0
dursban	3.0
naled	3.0

(Continúa)

Plaguicida	Concentración (mg/l)
metoxicloro	4.0
ronnel	5.0
arsenicales	10
naturales	10
carbamatos	10
derivados de 2, 4-D	10
derivados de 2, 4, 5-T	10
compuestos de ácido ftálico	10
derivados de triazina	10
derivados de urea	10

Tabla 13. Valores máximos permisibles de plaguicidas en aguas costeras
Fuente: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.1994

5.2.2.4.- Prevención y control de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias

En ***el Capítulo VI "Disposiciones generales", Artículo 34*** nos dice que integran y forman parte de este reglamento los *anexos I, II y III* del Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias, suscrito por el Gobierno de México, y que mencionan las materias objeto del mismo y los factores que se tomarán en cuenta en el otorgamiento de los permisos.
Los anexos que son necesarios considerar para la contaminación de plaguicidas son:

Anexo II.- Las sustancias y materias que para su vertimiento requieren especial atención se enumeran a continuación:

a) Desechos que contengan cantidades considerables de las materias siguientes:
Arsénico
Plomo
Cobre y sus compuestos
Cianuros
Zinc
Fluoruros
Compuestos orgánicos de silicio
Plaguicidas y subproductos.

Anexo III.- Entre los factores que deberán examinarse al establecer los criterios que rijan la concesión de permisos para el vertimiento de materias en el mar, están los siguientes:

a) Características y composición de la materia.

1.- Cantidad total y composición media de la materia vertida (por ejemplo, por año).
2.- Forma, por ejemplo, sólida, lodosa, líquida o gaseosa.
3.- Propiedades: físicas (por ejemplo, solubilidad y densidad) químicas y bioquímicas y biológica.
4.- Toxicidad.
5.- Persistencia: física, química y biológica.
6.- Acumulación y biotransformación en materiales biológicos o sedimentos.
7.- Susceptibilidad a los cambios físicos, químicos y bioquímicos e interacción en el medio acuático con otros materiales orgánicos disueltos.
8.-Probabilidad de que se produzcan contaminaciones u otros cambios que reduzcan la posibilidad de comercialización de los recursos (pescado, moluscos, etcétera).

b) Características del lugar de vertimiento y método de depósito.

1.- Situación.
2.- Tasa de eliminación por período específico
3.- Métodos de envasado y contención, si los hubiere.
4.- Dilución inicial lograda por el método de descarga propuesto.
5.- Características de la dispersión.
6.- Características del agua.
7.- Características de los fondos
8.- Existencia y efecto de otros vertimientos que se hayan efectuado en la zona de vertimiento.
9.- Al expedir un permiso para efectuar una operación de vertimiento, las partes contratantes deberán considerar si existe una base científica adecuada, para determinar, las consecuencias del vertimiento teniendo en cuenta las variaciones estacionales.

c) Consideraciones y condiciones generales.

1.- Posibles efectos sobre los esparcimientos.
2.- Posibles efectos sobre la vida marina, piscicultura y conquilicultura, reservas de especies marinas y pesquerías, y recolección y cultivo de algas marinas.
3.- Posibles efectos sobre otras utilizaciones del mar.
4.- Disponibilidad práctica de métodos alternativos de tratamiento, evacuación o eliminación situados en tierra, o de tratamiento para convertir la materia en sustancias menos nocivas para su vertimiento en el mar.

5.2.2.5.- Listado de actividades altamente riesgosas

Acuerdo por el que las Secretarías de Gobernación y SEDUE*, con fundamento en lo dispuesto por los ***Artículos 5º fracción X y 146*** de la **LEGEEPA**; *27 fracción XXXII y 37 fracciones XVI y XVII* de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, expiden el primer listado de actividades altamente riesgosas.

Artículo 1º.- Se considera como actividad altamente riesgosa, el manejo de sustancias peligrosas en un volumen igual o superior a la cantidad de reporte.

Artículo 3º.- Con base en lo previsto en el artículo primero, se expide el primer listado de actividades altamente riesgosas, que corresponden a aquéllas en que se manejen sustancias tóxicas. Estas actividades son la producción, procesamiento, transporte, almacenamiento uso o disposición final de las sustancias que a continuación se indican, cuando se manejen volúmenes iguales o superiores a las cantidades de reporte siguientes (únicamente se mencionarán las referentes a plaguicidas):

Fracción I.- Cantidad de reporte de sustancias en estado sólido: a partir de 1 Kg.

aldicarb
carbofurano (furadán)
endosulfán
metil anzifos
metil paratión
monocrotofos (azodrín)
paraquat
triclorofón

Fracción II.- Cantidad de reporte de sustancias en estado sólido: a partir de 10 Kg.

lindano
warfarin

Fracción III.- Cantidad de reporte de sustancias en estado sólido: a partir de 100 Kg.

metomil

Fracción VI.- Cantidad de reporte de sustancias en estado líquido: a partir de 100,000 Kg.

diclorvos
nevinfos (fosforín)

Fracción VII.- Cantidad de reporte de sustancias en estado líquido: a partir de 1,000,000 Kg.

clordano
dicrotofos (bidrín)
fosfamidón

Artículo 4°.- Se exceptúa del listado de actividades altamente riesgosas, previsto en el artículo anterior, el uso o aplicación de plaguicidas con propiedades tóxicas.

Artículo 6°.- En el caso de las sustancias señaladas en el artículo 3° que correspondan a plaguicidas, la cantidad de reporte se entenderá referida a su ingrediente técnico llamado también activo.

5.2.3.- Ley General de Salud

Según el *Artículo 1º* esta ley reglamenta el derecho a la protección de la salud que tiene toda persona en los términos del artículo 40 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, establece las bases y modalidades para el acceso a los servicios de salud y la concurrencia de la Federación y las entidades federativas en materia de salubridad general. Es de aplicación en toda la República y sus disposiciones son de orden público e interés social.

Por lo anterior el uso, importación, exportación, aplicación y disposición final de plaguicidas es de interés de esta ley; por lo que a continuación se indican los artículos que tienen referencia a este respecto:

Titulo Decimosegundo " Control Sanitario de Productos y Servicios y de su Importación y Exportación ".

Capítulo I " Disposiciones Comunes "

Artículo 194.- Para efectos de este título, se entiende por control sanitario, el conjunto de acciones de orientación, educación, muestreo, verificación y en su caso, aplicación de medidas de seguridad y sanciones, que ejerce la SS con la participación de los productores, comercializadores y consumidores, con base a lo que establecen las normas técnica, y otras disposiciones aplicables.
El ejercicio del control sanitario será aplicable al:

Fracción III.- Proceso, uso, importación, exportación, aplicación y disposición final de plaguicidas, fertilizantes y substancias tóxicas o peligrosas para la salud, así como de las materias primas que intervengan en su elaboración.

Artículo 198.- Únicamente requieren autorización sanitaria los establecimientos dedicados al proceso de medicamentos, *plaguicidas*, fertilizantes, fuentes de radiación y substancias tóxicas o peligrosas para la salud.
La solicitud de autorización sanitaria que se realice por primera ocasión, deberá presentarse ante la autoridad sanitaria, previamente al inicio de sus actividades.
Cuando así se determine por acuerdo del Secretario, los establecimientos en que se realice el proceso de los productos a que se refiere el artículo 194 de ésta ley y su transporte deberán sujetarse a las normas de funcionamiento y seguridad que al respecto se emitan.

Artículo 200.- La SS determinará, con base en los riesgos que representen para la salud, los establecimientos a que se refiere el primer párrafo del artículo 198 de la ley, que requieren para su funcionamiento:

Fracción I.- Contar, en su caso, con un responsable que reúna los requisitos que se establecen en esta ley y en los reglamentos respectivos;

Fracción II.- Contar en su caso, con los auxiliares del responsable que determinen los reglamentos aplicables, tomando en cuenta la cantidad de los productos de que se trate, la diversidad de líneas de producción y la duración horaria de las operaciones.

Capítulo XII " Plaguicidas, Fertilizantes y Substancias Tóxicas "

Artículo 278.- Para los efectos de esta ley, se entiende por:

Fracción I.- Plaguicida: cualquier substancia o mezcla de substancias utilizada para prevenir, destruir, repeler o mitigar cualquier forma de vida que sea nociva para la salud, los bienes del hombre o el ambiente, excepto la que exista sobre o dentro del ser humano y los protozoarios, virus, bacterias, hongos y otros microorganismos similares sobre o dentro de los animales.

Artículo 279.- Corresponde a la Secretaría de Salud:

Fracción I.- Establecer, en coordinación con las dependencias del Ejecutivo Federal competentes y para fines de control sanitario, la clasificación y las características de los diferentes productos a que se refiere este capítulo, de acuerdo al riesgo que representen directa o indirectamente para la salud humana;

Fracción II.- Autorizar, en su caso, los productos que podrán contener una o más de las substancias, *plaguicidas* o fertilizantes, tomando en cuenta el empleo a que se destine el producto;

Fracción III.- Autorizar los disolventes utilizados en los *plaguicidas* y fertilizantes, así como los materiales empleados como vehículos, los cuales no deberán ser tóxicos por sí mismos ni incrementar la toxicidad del plaguicida o fertilizante;

Fracción IV.- Autorizar el proceso de los *plaguicidas* de acción residual o de cualquier composición química, solamente cuando no entrañen peligro para la salud humana y cuando no sea posible la substitución adecuada de los mismos, y

Fracción V.- Establecer las condiciones que se deberán cumplir para fabricar, formular, envasar, etiquetar, embalar, almacenar, transportar, comercializar y aplicar *plaguicidas*, fertilizantes y substancias tóxicas en coordinación con las dependencias competentes. A efecto de proteger la salud de la población prevalecerá la opinión de la Secretaría de Salud.

Artículo 280.- Durante el proceso, uso o aplicación de los *plaguicidas*, fertilizantes y substancias tóxicas, se evitará el contacto y la proximidad de los mismos con alimentos y otros objetos cuyo empleo, una vez contaminados, represente riesgo para la salud humana.

Artículo 281.- Las etiquetas de los envases de los *plaguicidas*, fertilizantes y demás substancias tóxicas, en lo conducente, deberán ostentar claramente la leyenda sobre los peligros que implica el manejo del producto, su forma de uso, sus antídotos en caso de intoxicación y el manejo de los envases que los contengan o los hayan contenido, de conformidad con las disposiciones aplicables y las normas que dicte la Secretaría de Salud.

5.2.4.- Reglamento de la Ley General de Salud

5.2.4.1.- Control sanitario de actividades, establecimientos, productos y servicios

Titulo Primero " Disposiciones Generales "
Capítulo Único

Artículo 2º.- Para los efectos de este reglamento son materias de regulación, control y fomento sanitarios las siguientes:

I.-Actividades y servicios que:

a) Impliquen un riesgo para la salud humana;

b) Presten los responsables y auxiliares a los que se refiere el artículo 200 de la Ley General de Salud;

c) Se relacionen con el control de la condición sanitaria y tengan repercusión en la salud humana.

II.- Establecimientos:

b) Destinados al proceso, almacenamiento, distribución o destino final de plaguicidas y fertilizantes.

5.2.4.2.- Control sanitario de la publicidad

Para reglamentar el cumplimiento de la Ley General de Salud en materia de publicidad de plaguicidas se presenta a continuación los artículos correspondientes al tema.

Capítulo XI " Publicidad de plaguicidas, fertilizantes y substancias tóxicas "

Artículo 74.- La Secretaría, para efectos del control sanitario de la publicidad de los productos registrados a que se refiere este capítulo, se fundamentará en el *Catálogo Oficial de Plaguicidas* y en las normas oficiales mexicanas que se expidan por las autoridades competentes en materia de *plaguicidas,* fertilizantes y substancias tóxicas.

Artículo 75.- La publicidad de *plaguicidas* y substancias tóxicas, deberá señalar la clasificación toxicológica del producto, indicando que cualquier uso distinto al autorizado será sancionado conforme a la ley, sin perjuicio de lo que establezcan otros ordenamientos legales.

Artículo 76.- No se autorizará la publicidad de *plaguicidas* o fertilizantes cuando se haga exaltación de las substancias contenidas en estos productos, si son contaminantes del ambiente.

Artículo 77.- Queda prohibido que la publicidad de *plaguicidas* y fertilizantes utilice a niños como modelo.

5.3.- Normatividad

5.3.1.- Requisitos sanitarios para almacenamiento, distribución, venta y aplicación de plaguicidas de uso doméstico

La Norma Oficial Mexicana **NOM 049-SSA1-1993:** requisitos sanitarios para almacenamiento, distribución, venta y aplicación de plaguicidas de uso doméstico. Proporciona la información de los requisitos técnicos que deben observarse para: el almacenamiento, distribución y venta de plaguicidas de uso doméstico, con el objeto de promover el uso y manejo adecuados y seguros para protección a la salud y al ambiente.

Las disposiciones de esta Norma son de orden público e interés social, de observancia y cumplimiento obligatorio por las personas físicas o morales de carácter público y privado.

Almacenamiento:

* Los establecimientos que realicen actividades de almacenamiento, distribución, venta y aplicación de plaguicidas de uso doméstico, deberán contar con Licencia Sanitaria Federal para su funcionamiento. El otorgamiento estará sujeto al cumplimiento de las disposiciones de la presente Norma.

* Todo plaguicida nacional o importado de uso doméstico para su almacenamiento destinado para venta, deberá contar con registro autorizado por la **CICOPLAFEST** en los términos que para el efecto señale la propia dependencia.

* Las áreas de almacenamiento de plaguicidas técnicos y formulados se sujetarán a las disposiciones que marca esta Norma (tipo de material, colector de agua de limpieza, etc.).

Distribución:

* Los vehículos para la distribución de los plaguicidas, deberán contar con la licencia expedida por la dependencia federal correspondiente en los términos que para el efecto señale el Reglamento para el transporte de materiales y residuos peligrosos.

* Los vehículos que transporten plaguicidas tendrán caja cerrada, con pisos, paredes y techo liso, perfectamente cubiertos con lámina de acero o bien galvanizada y con tarimas, evitando transportarlos directamente contra el piso.

* Los vehículos que transporten plaguicidas estarán identificados ostentando nombre y domicilio de la empresa y el texto "transporte de materiales peligrosos".

* Los envases no deben presentar fugas o derrames.

* No deben mezclarse con alimentos y productos de uso humano.

* El vehículo para la transportación de plaguicidas será destinado únicamente para este fin.

Ventas:

* Los establecimientos deberán ser independientes de casa habitación.

* Los plaguicidas expuestos para su venta deberán colocarse en estanterías separadas y alejadas de los alimentos y bebidas, contarán con símbolos y palabras de advertencia en un extremo de los estantes, habrá bolsas de plástico para su protección, así como indicaciones para su uso.

* Los envases deberán ser seguros, de fácil manejo.

* Los productos para programas de lucha contra vectores de importancia en salud pública, serán aplicados exclusivamente por las dependencias oficiales autorizadas.

Seguridad:

* Todo establecimiento dedicado al almacenamiento, distribución, venta y aplicación de plaguicidas de uso doméstico, tendrá la obligación de proteger la salud del personal ocupacionalmente expuesto. Para cumplir con esta obligación deberá cumplirse con las disposiciones que marca esta Norma (condiciones ambientales, equipo de protección, control médico, etc.).

5.3.2.- Requisitos para la regulación y control sanitario de almacenamiento distribución, venta y aplicación de plaguicidas extremada y altamente peligrosos.

El proyecto de Norma Oficial Mexicana **NOM 050-SSA1-1993**: requisitos para la regulación y control sanitario de almacenamiento, distribución, venta y aplicación de plaguicidas extremada y altamente peligrosos, tiene por objeto establecer los requisitos para la regulación y control sanitario del almacenamiento, distribución, venta y aplicación de plaguicidas extremada y altamente peligrosos. Con el fin de regular las características que deben cumplir quienes se dedican al proceso anteriormente, mencionado con el fin de evitar daños a la salud humana y al ambiente

Por considerarse sustancias tóxicas de riesgo potencial a la salud humana y al ambiente, los plaguicidas son objeto de vigilancia por parte de diversas dependencias del Gobierno Federal por lo que se establecen estos requisitos.

Almacenamiento:

* Los establecimientos en que se realizan actividades de almacenamiento, distribución, venta y aplicación de plaguicidas extremada y altamente peligrosos deberán contar para su funcionamiento con Licencia Sanitaria Federal expedida por la Secretaría de Salud, en los términos del cumplimiento de las disposiciones de la presente Norma Oficial Mexicana.

* Los establecimientos deberán colocarse de acuerdo a las leyes de uso del suelo.

* El diseño, construcción y reconstrucción de establecimientos donde se realicen o pretendan realizar actividades de almacenamiento, distribución, venta y aplicación de plaguicidas extremada y altamente peligrosos deberá garantizar la seguridad del edificio, la prevención de incendios, conservarse frescos, secos y ventilados.

* Estos establecimientos deberán cumplir con las especificaciones que marca esta Norma.

* Deberá evitarse contaminación entre plaguicidas.

* Los envases y embalajes no deberán presentar fugas o derrames.

Transporte:

* Los vehículos para el transporte de estos plaguicidas deberán contar con su licencia respectiva, tendrán caja de carga cerrada, identificación de la empresa, que sean utilizados únicamente para este fin.

* Comercialización y usos:

* Los establecimientos donde se almacenen, distribuyan y vendan plaguicidas extremada y altamente peligrosos llevarán un registro de usuario, anotando nombre y domicilio de personas físicas o morales, productos y volúmenes adquiridos y en su caso, uso y destino final.

* Los usuarios de estos plaguicidas deberán presentar un informe de el tipo, volumen, uso y zona de aplicación de plaguicidas.

* Para aplicar plaguicidas extremada y altamente peligrosos se requerirá una licencia de la Secretaría de Salud.

Seguridad:

* Todo establecimiento que realiza actividades de almacenamiento, distribución, y venta de plaguicidas peligrosos deberá contar con todas las medidas de seguridad que establece esta Norma (ventilación, exámenes médicos, tanques de contención de derrames, ropa y equipo de protección, etc.).

5.3.3.- Requisitos para los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, excepto de los radioactivos.

La Norma Oficial Mexicana **NOM-055-ECOL-1993**. regula las características que deben cubrir los sitios en que se construirán las celdas de confinamiento, a este respecto especifican los requisitos geohidrológicos; de hidrología superficial; ecológicos; climáticos; poblacionales; sísmicos; topográficos; y de acceso (DOF, 22-oct-93).

5.3.4.- Requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.

La Norma Oficial Mexicana **NOM-056-ECOL-1993**. Establece las condiciones que se deben cumplir en el diseño y la construcción de las obras complementarias del confinamiento controlado, mismas que deben cubrir requerimientos relativos a áreas de acceso y espera; área perimetral y de seguridad; casetas de vigilancia, de pesaje y báscula; laboratorio; caminos; área de almacenamiento temporal; área de limpieza; drenaje; instalaciones de energía eléctrica; señalamientos; pozos de monitoreo; área de servicios de primeros auxilios; servicios sanitarios; y colocación de accesos (DOF, 22-0ct-93).

5.3.5.- Requisitos para el diseño, construcción y operación de celdas de confinamiento controlado para residuos peligrosos.

La Norma Oficial Mexicana **NOM.057-ECOL-1993**. Se refiere al diseño, construcción y operación de celdas de confinamiento incluyendo diseño y construcción de sistemas de captación de lixiviados; de sistemas de venteo; requisitos de operación de celdas de confinamiento; y de equipos de protección (DOF, 22-0ct-93).

5.3.6.- Requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.

La Norma Oficial Mexicana **NOM-058-ECOL-1993**. Establece la forma en que se deben ejecutar las actividades relacionadas con el control y confinamiento de los residuos peligrosos; en este sentido se indican normas sobre registro, recepción; pesaje; análisis de tratamiento, asignación, cierre de celdas; monitoreo de lixiviados y operación de obras complementarias (DOF, 22-oct-93).

5.3.7.- Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

Los límites permisibles de calidad del agua se definen en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano -límites permisibles de . tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización" (DOF, 18-01-94).

No obstante que la norma indica límites bacteriológicos, físicos, organolépticos, químicos y radiactivos; A continuación, se presentan únicamente los límites permisibles para los plaguicidas (Tabla 14), siendo éstos los de interés en este trabajo:

Característica	Límite permisible (µg/l)
aldrín y dieldrín (separados o combinados)	0.03
clordano (total de isómeros)	0.30
DDT (total de isómeros)	1.00
gamma-HCH (lindano)	2.00
hexaclorobenceno	0.01
heptacloro y epóxido de heptacloro	0.03
metoxicloro	20.00
2,4,-D	50.00

Tabla 14. Límites permisibles de plaguicidas en agua potable
Fuente: DOF, 18 de enero de 1994.

El tratamiento que establece la norma para la potabilización del agua en caso de que los plaguicidas excedan los límites permisibles es: *Adsorción en carbón activado granular.*

5.4.- Características de la legislación para plaguicidas

La **FAO** señala diversas características y consideraciones que debe reunir y tener en cuenta una legislación para lograr su máxima eficacia; entre ellas tenemos:

* Sencillez y flexibilidad.
* Adaptación a las condiciones económicas y sociales de cada país.
* Adaptación a los requerimientos del país en cuanto a plaguicidas, cultivos que los requieren, plagas y toxicidad de los plaguicidas.
* Nivel de alfabetización de los usuarios.
* Disponibilidad y factibilidad del empleo de elementos de protección personal.
* Cobertura de los servicios de salud.
* Estructuras administrativas del país y su capacidad para fiscalizar la aplicación y lograr el cumplimiento de las normas vigentes.
* Flexibilidad de la ley y posibilidad de ser modificada cuando se requiera.
* Definición de los mecanismos de coordinación entre los diversos sectores comprometidos y establecimiento claro de los ámbitos de su competencia.
* La responsabilidad del registro y control no debe recaer en un solo individuo o autoridad, sino que debe estar en un organismo integrado por representantes de diversos sectores gubernamentales.
* Considerar, además del registro de plaguicidas, aspectos tan importantes como: establecimiento de períodos de reingreso, períodos de carencia, tolerancias, límites máximos de residuos y los mecanismos para su vigilancia.
* Formas de otorgar los registros y el control de la publicidad.
* Programas de capacitación en diferentes sectores y niveles.
* Los mecanismos de fiscalización.
* Los sistemas de vigilancia, no sólo en los trabajadores expuestos, sino en la comunidad general, incluyendo los sistemas de información pertinentes y los análisis de laboratorio necesarios para un adecuado monitoreo biológico.
* Reforzamiento de laboratorios de análisis de residuos de plaguicidas en alimentos, aire, suelo, agua y tejidos humanos.

CAPÍTULO 6

USO, CARACTERÍSTICAS Y SITUACIÓN DE LOS PLAGUICIDAS UTILIZADOS EN EL ESTADO DE OAXACA

6.1.- Generalidades

En este capítulo se presentan las características, propiedades, usos y efectos negativos de los plaguicidas más utilizados en el Estado de Oaxaca.

Para obtener esta información fue necesario acudir a las tiendas distribuidoras de agroquímicos, lo cual permitió conocer qué productos venden. Se realizó una visita a la **PROFEPA-OAXACA**, que proporcionó una lista de los plaguicidas más utilizados a nivel estatal. Se consultó a la **SSA** para conseguir estadísticas de accidentes relacionados con estos productos. Desafortunadamente los datos obtenidos fueron muy escasos o muy antiguos. También se solicitó a la **CNA-ESTATAL** la información sobre los cuerpos receptores que se utilizan en riego y abastecimiento de agua potable. De acuerdo a esta consulta, no se cuenta con estudios de calidad para estos cuerpos y tampoco se tienen datos de contaminación por plaguicidas.

6.1.1.-Área de Estudio

El Estado de Oaxaca se encuentra localizado en el suroeste de la República Mexicana. Colinda al Norte con los Estado de Veracruz y Puebla, al sur con el Océano Pacífico, al Este con Chiapas y al Oeste con Guerrero (Figura 7). El Estado engloba 570 municipios. Esta formado por siete regiones (Figura 8).

Clave	Región	Superficie (has.)
1	Cañada	427,274
2	Costa	1,250,179
3	Istmo	1,997,557
4	Mixteca	1,633,310
5	Papaloapan	867,815
6	Sierra Norte	934,796
7	Sierra Sur	549,233
8	Valles Centrales	876,236

Tabla 15. División Regional del Estado de Oaxaca

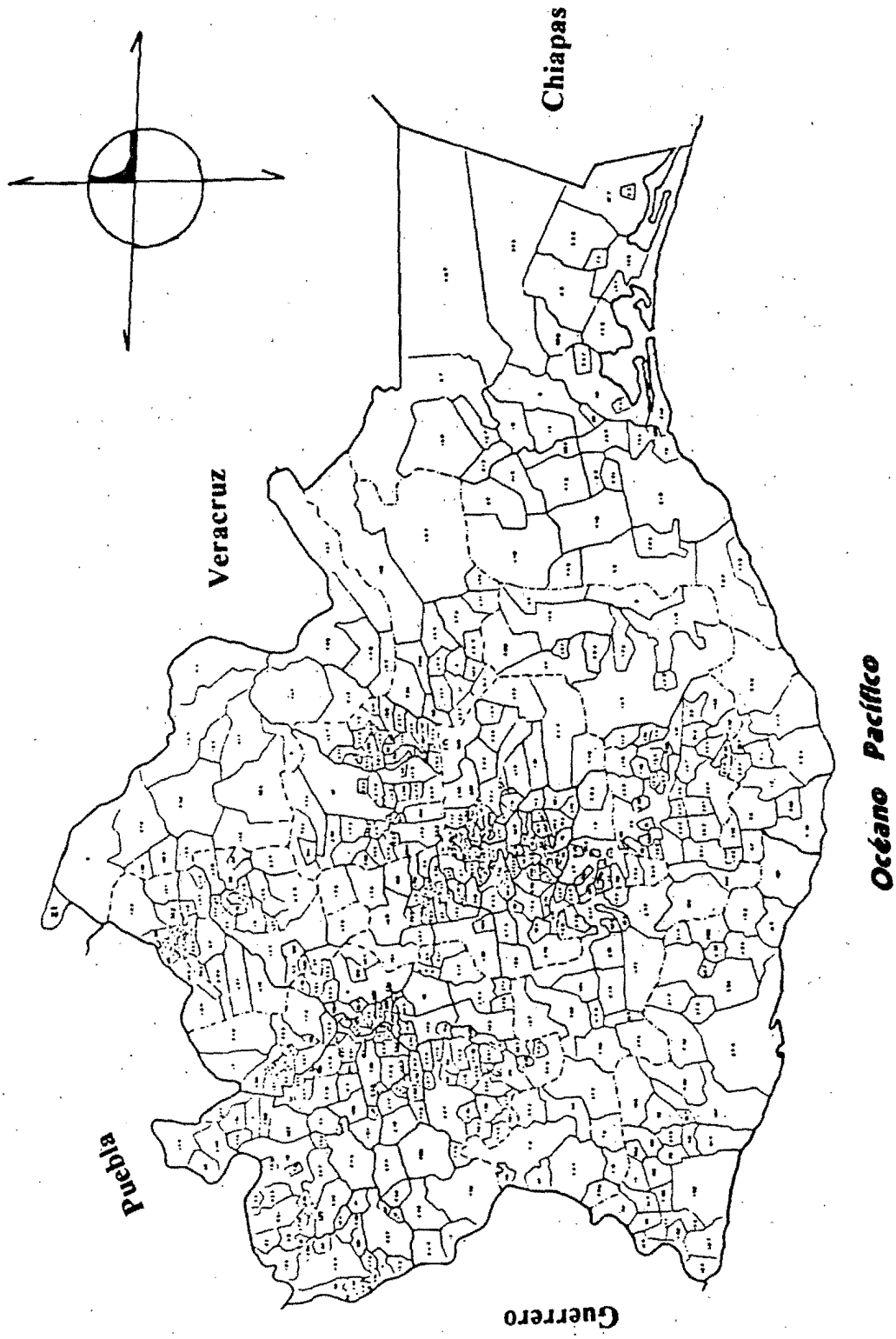


Figura 7. Localización del Estado de Oaxaca (división por municipios)

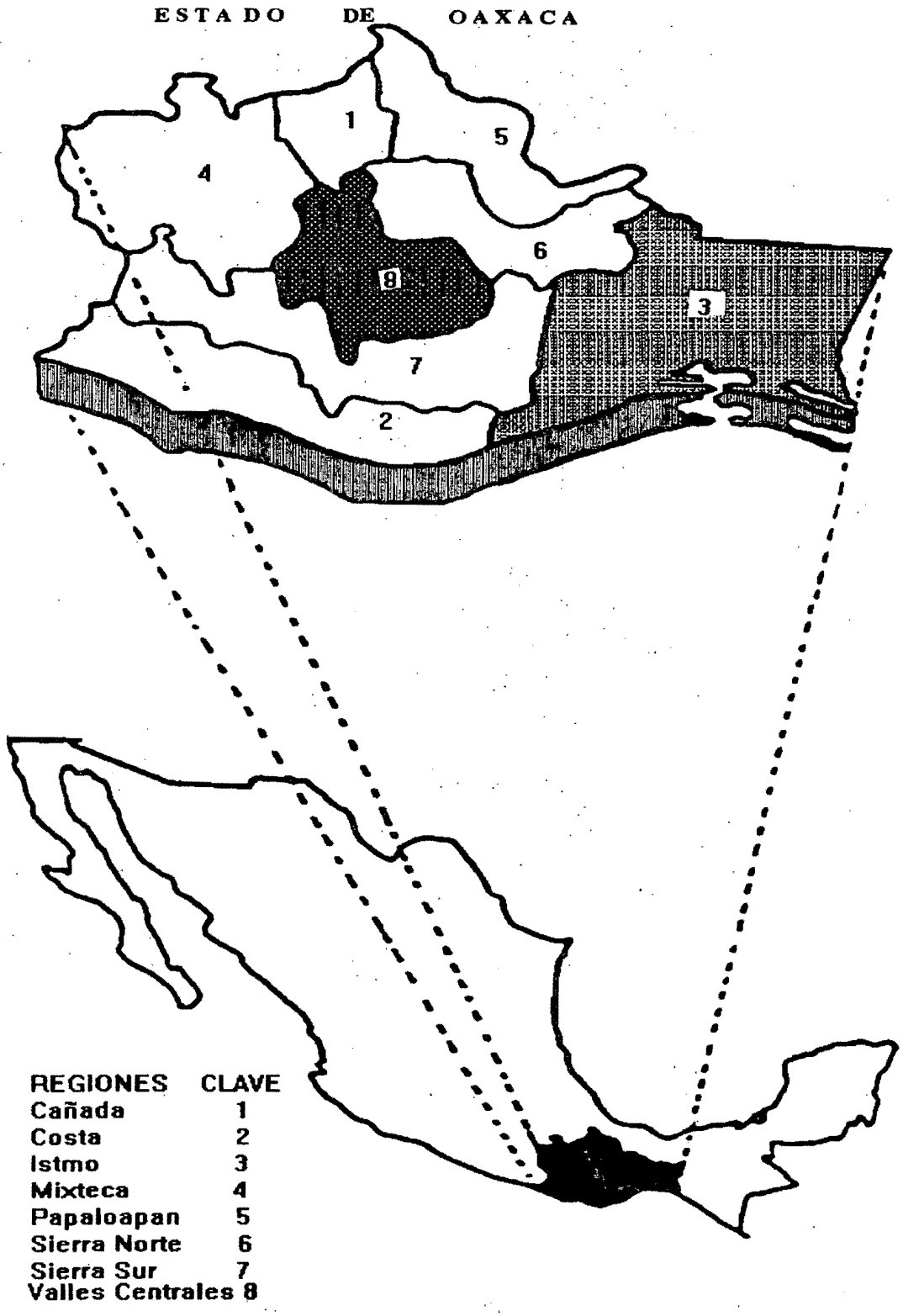


Figura 8. Estado de Oaxaca (división por regiones).

6.1.2.- Actividad Agrícola

En el Estado de Oaxaca, existe un total de 3,016,825.884 has. de superficie agrícola, de las cuales la superficie laborable es de 1,408,768.417 has. En el caso de las regiones importantes para el estudio tenemos: Valles Centrales con 241,127.725 has. de superficie agrícola y con 118,598.310 has. de superficie laborable; para el Istmo se tiene un total de 597,188.590 has. agrícolas y de las cuales 238,404.667 has. son laborables. (INEGI, 1995).

De los ejidos que se dedican a esta actividad (79%) emplean tecnología en sus cultivos y el 21% no emplean tecnología alguna. El uso de tecnología implica uso de semillas mejoradas, de plaguicidas, de asistencia técnica.

6.1.3.- Principales cuerpos de agua y corrientes

El estado cuenta con varios ríos, siendo los más importantes:

- Río Papaloapan
- Río Atoyac
- Río Tehuantepec
- Río Tequisistlan
- Río Valle Nacional
- Río Grande
- Río Verde

Cuenta con presas para riego y agua potable:

- Presa Benito Juárez
- Presa Miguel Alemán
- Presa Plan Benito Juárez (Huayapam)
- Presa Miguel de la Madrid

6.2.-Plaguicidas utilizados

Como el objeto de este estudio es conocer la situación que puede presentar las alteraciones de agua potable y de riego por plaguicidas en el Estado de Oaxaca, es necesario conocer si se utilizan plaguicidas, cuales son y si están autorizados. A continuación se presenta una lista de los plaguicidas más utilizados en el Estado de Oaxaca (67 como mínimo) (PROFEPA, *op. cit*):

Lista por orden alfabetico:

(a)
agromina
agrofrer-l
ambush
ametrina
atrazina
azinfos
azufre
azúcar

(b)
basagran
basudin
benlate (benomilo)
benomilo

(c)
captan
carbarilo (sevin)
carbofurán (furadán)
cinocap
cloropirifos
clorotalonil
cupravit
cuproquat

(d)
2-4-D
diazinon (basudin)
diclorvos (DDVP)
dieyston
difonzoquat
dimetoato
disulfotón
DR-cobre

(e)
endosulfán
eptc
etión

(f)
foley (paratión metílico)
folimat 1000 (ometoato)
fosfuro de aluminio
foxim
furadán

(g)
glifosfato
gramoxnor

(i)
intercaptan
ixcel

(l)
lucathión (malatión)

(m)
malatión
mancozep
maneb
metamidofos
metidatión
mirex
monocrotofos

(o)
ometoato
oxicloruro de cobre (cupravit)
oxidimeton-metílico

(p)
paraquat
paratión metílico
permetrina (ambush)
propenofos

(q)
quinometionato

(s)
sevin (carbarilo)
sulfato (de cobre)

(t)
telone
terbufos
tetradifón
tiodan (endosulfán)
toxafeno
triadimefón
triclorfon
tridemorf

(z)
zineb

6.2.1.- Plaguicidas que están autorizados por la CICOPLAFEST.

De los plaguicidas utilizados (según la **PROFEPA** estatal), los únicos que están autorizados por **CICOPLAFEST** son 29 :

INSECTICIDAS	HERBICIDAS	FUNGICIDAS
azinfos	2-4-D	azufre
carbarilo	ametrina	captan
carbofuran	atrazina	maneb
cloropirifos	difenzoquat	oxicloruro
diazinón	eptc	triadimefon
dimetoato	glifosfato	triclorfon
disulfotón	paraquat	tridemorf
endosulfán		zineb
etión		
foxim		
malatión		
matamidofos		
monocrofox (monocrotofos)		
ometoato		

FUMIGANTES
fosfuro de aluminio

6.2.2.- Plaguicidas restringidos por la ONU.

De estos plaguicidas existen algunos que están restringidos por la Organización de las Naciones Unidas **ONU** y son:

2-4-D
captán
dimetoato
endosulfán
metidatión
paraquat
paratión metílico

6.2.3.- Plaguicidas prohibidos por la ONU.

Los que no están aprobados por la ONU:

azinfos
disulfotón
foley

6.2.4.- Plaguicidas que aparecen en la Docena Sucia .

Hasta la fecha se han presentado una serie de accidentes a nivel mundial por el uso de plaguicidas. Los casos conocidos son principalmente en el Estado de California, en los **EUA**. En estos accidentes se les clasificó a los plaguicidas según su frecuencia de aparición en los hechos, y se encontró que doce eran los principales responsables de muertes e intoxicaciones, por lo que se les llamó la Docena Sucia (Restrepo, 1992).

Entre los que se utilizan en Oaxaca, que forman parte de la Docena Sucia se encuentran:

metil-paratión
paraquat
toxafeno

6.2.5.- Plaguicida a los que se les tiene negada la solicitud de autorización sanitaria para su introducción al país .

Algunos tienen negada la autorización para la entrada al país (DOF. 03-01-91); en el Estado de Oaxaca se sigue utilizando:

mirex

6.2.6.- Plaguicidas que está prohibida su importación, fabricación, formulación, comercialización y uso en México.

Es el mismo caso de aquellos, que aunque estén prohibidos para su importación, fabricación, formulación, comercialización y uso en el Estado (DOF. 03-01-91). Siguen usándo los siguientes:

mirex
toxafeno
EPTC

6.2.7.- Plaguicidas que para su adquisición requieren recomendación por parte del gobierno federal .

De los que tienen que cumplir con el requisito de recomendación tenemos (CICOPLAFEST, *op cit*.):

fosfuro de aluminio
paraquat

6.2.8.- Plaguicidas que se encuentran en el Registro Internacional de Productos Químicos Potencialmente Tóxicos del PIC.

paraquat
paration metílico
carbofurán*
diclorvos*
endosulfán*
metamidofos*
mirex*
monocrotofos*

*Son candidatos a pertenecer al Registro del **PIC**

6.3.- Características de los plaguicidas utilizados en el Estado de Oaxaca

Para comprender la importancia de identificar la presencia de los plaguicidas en Oaxaca, es necesario conocer estos productos; es decir, identificar sus propiedades químicas, sus efectos, sus interacciones con el medio, etc. Toda esta información nos proporciona bases para saber si estos productos causan daño y a quien, si son persistentes, etc.

A continuación se presentan las características más importantes de los plaguicidas más usados en el Estado de Oaxaca, listados según la (PROFEPA, *op cit*.).

AGROFRER-L:

- Nombre químico: Complejo de nitrógeno y hierro.
- Fórmula molecular: N-Fe
- Uso: Agrícola
- Tipo: Fertilizante foliar
- Efectos a la salud:

Se tiene sospecha de que es causante de leucemia

AMBUSH:

- Nombre químico: 3-fenoxibencil, tran-3- (2,2-diclorovinil)-2,2 dimetilciclopropano carboxilato.
- Sinónimos: Permetrina, Extiban, Pounce.
- Tipo: Insecticida piretroide sintético.
- Fórmula molecular: $C_{21}H_{20}O_3C_{l2}$
- Uso: agrícola.
- Tipo: Insecticida.
- Ingredientes Peligrosos del producto:

	%	TLV
Permetrina	1.42	No disponible
2-Etoxietanol	1-5	5 ppm (piel)

- Productos de descomposición peligrosos:

CO

Cloruro de hidrógeno

- Propiedades físicas:

Estado físico: Líquido

Color: Blanco

Olor: Herbal

Punto de ebullición: no disponible

Punto de fusión: 0 °C

Solubilidad en agua: no miscible
pH: 6.5 - 7.5
♦ Toxicología:
Permetrina: LD_{50}(oral, ratas) = 3800 mg/kg
LD_{50} (oral, ratón) = 15000 mg/kg
2-Etoxietanol: LD_{50} (oral, ratas) = 3000 mg/kg
LD_{50} (dérmica, conejo) = 3500 mg/kg
♦ Efectos a la salud:
Reproductivos (basado en animales de laboratorio)
Teratogenicidad (basado en animales de laboratorio)
Irritación de ojos, nariz, y tracto respiratorio
Parálisis transitoria por contacto dérmico.
♦ Efectos ambientales:
Tóxico para peces y abejas

AMETRINA:

♦ Nombre químico: 2- (etilamino) -4 isopropilamino-6-metilitio-1,3,5- triazina
♦ Sinónimos: Ametrex 400, Atramex 4L
♦ Uso: agrícola
♦ Tipo: Herbicida trazínico sistemico permanente
♦ Persistencia: poco persistente
♦ Toxicología:
Moderadamente tóxico
Ingesta diaria admisible (CICOPLAFEST) = 0.015 mg/kg
♦ Efectos a la salud:
Ligeramente peligrosos a la salud.
♦ Efectos al ambiente:
Tóxico para peces y abejas

ATRAZINA:

♦ Nombre químico: 6-cloro-N-etil-N'(1-metil etil) ó
2-cloro-N-(etilamino)-6-(isopropilamino) triazina.
♦ Sinónimos: Aatrex, Actinita, Akticon, Argezin, Atraznax, Atrataf, Atrate, Atred, Atrex, A 361, Aktikon, Aktikon Pk, Aktinit A, Aktinit Pk, Atrazin, Atrazina, ATZ, Gesaprim, Oleogesaprim.
♦ Uso: Agrícola
♦ Tipo: Herbicida del grupo de las triazinas, sistémico, pre y postemergente
♦ Propiedades físicas:
Estado = sólido
Color = blanco cristalino

Soluble = 70 ppm en agua
18,000 ppm en metanol
52,000 ppm en cloroformo

♦ Persistencia: Medianamente persistente

♦ Toxicología:

LD_{50} (oral) = 0.5-5 g/kg

Ingesta diaria admisible (CICOPLAFEST) = 0.007 mg/kg

♦ Efectos a la salud:

Peligroso genéticamente para el hombre

Rigidez muscular temporal

Irritante dérmico

♦ Efectos al ambiente:

Tóxico para animales

Contaminante de aguas freáticas.

♦ Vida media: 71 días

♦ Tratamiento/disposición:

Tratamiento en suelos (aerobio), relleno sanitario, incineración a altas temperaturas, tratamiento con álcalis.

AZINFOS

♦ Nombre químico: O,O- Dimetil, S-4-oxo-1,2,3-benzotriazina-3(4H)-il-metil. Fosforoditioato tometil -1,2,2- benzotriazina-4 (3H)-on.

♦ Sinónimos: Bayer 17147, Bayer-9027, Azinfos- metil, Gusation-B, Cotneon, Cotnion, ENT 23,233, Gusation, Gution.

♦ Uso: Agrícola

♦ Tipo: Insecticida organofosforado.

♦ Propiedades físicas:

Color = café

Estado = sólido

Olor = aromático suave

Gravedad específica = 1.44

Punto de fusión = 73-4 °C

Tiempo de descomposición = 85°C

Solubilidad= poco soluble en agua y soluble en metanol, etanol, glicol propileno

♦ Persistencia: no persistente

♦ Toxicología:

Altamente tóxico

LD_{50} (dérmica, ratas) = 250 mg/kg

LD_{50} (oral, ratas) = 10-15 mg/kg

Plaguicida prohibido por la ONU.

♦ Efectos a la salud:
Agente anticolinesterásico
Parálisis muscular respiratorio
Daño al sistema nervioso central
muerte
♦ Tratamiento/disposición:
Tratamiento en suelos (aerobio), incineración a altas temperaturas.

AZUFRE:
♦ Sinónimos:Azufre-71, Azufre 93%
♦ Uso: Agrícola
♦ Tipo: Fungicida azufrado, de contacto, Acaricida
♦ Persistente: Altamente persistente
♦ Efectos a la salud:
Irritante dérmico y ocular
♦ Efectos al ambiente:
No tóxico para peces ni abejas
♦ Toxicología:
Ligeramente tóxico para el hombre

BASAGRAN:
♦ Nombre químico: 3 (1-metil etil)-1 H-2,1,3- benzotia- diazin-4 (3H) ona-2,2-dióxido.
♦ Sinónimos: Basagran-480
♦ Uso: Agrícola
♦ Tipo: Herbicida
♦ Toxicología:
Ligeramente tóxico

BASUDIN:
♦ Nombre químico: O,O-dietil-O-(2-isopropil-4-metil-6-pirimidinil) fosforotioato.
♦ Sinónimos: Basudin 40H, Basudin 4%, Basudin 25E, Basudin 60 CE
♦ Uso: Agrícola
♦ Tipo: Insecticida organofosforado
♦ Toxicología:
Altamente tóxico

BENOMILO:
♦ Nombre químico: N-1-(butil carbamol)-2-benzimidazol carbamato).
♦ Sinónimos: Tersan, Benlate.
♦ Uso: Agrícola

♦ Tipo: Fungicida sistemico del grupo de los benzimidazoles.
♦ Persistencia: poco persistente.
♦ Productos de biodegradación : metil 2-benzimidazole carbamato éster (MBC)
♦ Propiedades físicas:
Estado = sólido.
Color = blanco cristalino.
Solubilidad = insoluble en agua y soluble en solventes orgánicos.
♦ Toxicología:
Bajo tóxico en mamíferos.
LD50 (oral, ratas) = 10,000 mg/kg
Ingesta diaria admisible (CICOPLAFEST) = 0.02 mg/kg
♦ Efectos a la salud:
Irritante dérmico, ocular, nariz y garganta.
♦ Efectos al ambiente:
Tóxico a peces
♦ Tratamiento/disposición:
Tratamiento en suelos (anaerobio), relleno sanitario.

CAPTAN:

♦ Nombre químico: N-(triclorometilo)-4-ciclohexano-1,2-dicarboximida
♦ Sinónimos: SR-406, Varride-89, Ortocida, Bangton, Captex, Amercida, Osocide
♦ Uso: Agrícola
♦ Tipo: Fungicida orgánico del grupo de las carboximidas de contacto
♦ Persistencia: poco persistente.
♦ Productos de degradación:
Tiofosfene.
♦ Vida media:
suelo = 1440-48 horas
Aire = 32-3.2 horas
Agua superficial = 10.3hrs-10.5 min
Agua subterránea = 10.3hr-10.5 min
♦ Propiedades físicas:
Color = blanco cristalino
Estado =sólido
Solubilidad = baja en agua y solventes de petroléo
♦ Toxicología:
LD_{50} (oral) =5-15 g/kg
Ingesta diaria admisible (CICOPLAFEST) = 0.01 mg/kg
Plaguicida restringido por la ONU.

♦ Efectos a la salud:
Reacciones alérgicas en la piel
Venenoso por inhalación
♦ Efectos al ambiente:
Tóxico a peces
♦ Tratamiento/disposición:
Tratamiento en suelos (aerobio, anaerobio), fotólisis.

CARBARILO:

♦ Nombre químico: 1-Naftil n-metil-carbamato
♦ Sinónimos: Sevin, Carbamina, Carbatox, Carpolin, Dicarbam, Hexarin, Sevimol, Germaina's, Monsur, Murvin, NAC, Compuesto 7744, Denapon, Dyna-Carbyl.
♦ Uso: Agrícola.
♦ Tipo: Insecticida carbámico de contacto e ingestión.
♦ Persistencia: no persistente.
♦ Productos de degradación:
3-hidróxi.
3-queto.
♦ Vida media:
suelo = 720-3.2 hrs.
Aire = 7.4hr-4.5 min.
Agua superficial = 200-3.2 hrs.
Agua subterránea =1440-3.2 hrs.
♦ Propiedades físicas:
Estado = sólido
Color = gris o blanco
Solubilidad = menos de 1% en agua, soluble en solventes orgánicos
♦ Toxicología:
Ingesta diaria admisible (CICOPLAFEST) = 0.01 mg/kg
LD_{50} (oral) = 560 mg/kg
Límite máximo permisible para cuerpos de agua (EPA) =0.020 μg/l
♦ Efectos a la salud:
Inhibición de la enzima colinesterasa
Daño al sistema nervioso central, autónomo y periférico.
♦ Efectos al ambiente:
Altamente tóxico para abejas
♦ Tratamiento/disposición:
Tratamiento en suelos (aerobio o anaerobio), incineración a altas temperaturas, tratamiento con álcalis.

CARBOFURAN:

- Nombre químico: 2,3-dihidro-2,2-dimetil-7-benzofuranil metilcarbamato.
- Fórmula molecular: $C_{12}H_{15}NO_3$
- Sinónimos: Furadan, Curater, Yaltox, Niagara 10242, Oms 864, Bay 70143.
- Uso: Agrícola.
- Tipo: Nematicida carbámico de contacto, acaricida sistémico, insecticida.
- Persistencia: Poco persistente.
- Vida media: 40 días
- Propiedades físicas:

Estado = sólido
Color = blanco cristalino
Solubilidad = 700 ppm en agua
Punto de fusión = 150-153 °C

- Toxicología:

Altamente tóxico
LD_{50} (oral) = 8mg/kg
LD_{50} (dérmico) = 10,200 mg/kg
Ingesta diaria admisible (CICOPLAFEST) = 0.01 mg/kg
Plaguicida que se encuentra registrado en el PIC.

- Efectos a la salud:

Inhibidor de colinesterasa
Inhibidor de plasma y eritrocitos
Toxicidad crónica
Riesgo cancerígeno

- Efectos al ambiente:

Tóxico a peces, abejas y vida silvestre
Contaminantes de aguas freáticas; formulación granular peligrosa para aves.

- Tratamiento/disposición:

Tratamiento en suelos (aerobio), tratamiento con álcalis.

CLOROPIRIFOS:

- Nombre químico: O,O.dietil O- (3,5,6-tricloro-2 piridil) fosforotiato
- Sinónimos: Lorsban, Dursban, Killmaster, Dowco 179, Dursban 4E, Ethion.
- Fórmula molecular: $C_9H_{11}Cl_3NO_3PS$
- Uso: Agrícola
- Tipo: Acaricida, insecticida del grupo de los organofosforados de contacto
- Persistencia: moderadamente persistente
- Propiedades físicas:

Estado = sólido
Solubilidad = 2 mg/l en agua 790 mg/kg en octanos, 439g/kg en metanol
Color = Incoloro

Olor = Mercaptanos
Punto de ebullición = 42-4°C
♦ Toxicología:
Ingesta diaria admisible (CICOPLAFEST) = 0.0001 mg/kg
LD_{50} (oral) 300 mg/kg
LD_{50} (dérmica) = 2330 mg/kg
LC_{50} (inhalación) = 78 mg/kg
♦ Efectos a la salud:
Inhibidor de la enzima colinesterasa
Extremadamente peligroso para el sistema nervioso
Cianosis
Irritante dérmico
♦ Efectos al ambiente:
Tóxico para animales acuáticos
♦ Tratamiento/disposición:
Tratamiento en suelos (aerobio, anaerobio), incineración a altas temperaturas, tratamiento con oxidantes.

CLOROTALONIL:
♦ Nombre químico: Tetracloroisoftalonitrilo
♦ Sinónimos: Bala 500 CU, Bala 720 S, Bala 750 CU, Bravo 500, Bravo 720, Bravo CV/M.
♦ Uso: Agrícola
♦ Tipo: Fungicida de contacto
♦ Persistencia: poco persistente
♦ Toxicología:
Ligeramente tóxico
Ingesta diaria admisible (CICOPLAFEST) = 0.03 mg/kg
♦ Efectos a la salud:
Irritante ocular
Causa reacciones alérgicas
♦ Efectos al ambiente:
Tóxico a peces

CUPRAVIT:
♦ Nombre químico: Oxicloruro de cobre
♦ Fórmula molecular: $Cu(OH)_2$
♦ Sinónimos: Cobox, Cupertron
♦ Persistencia: poco persistente
♦ Uso: Agrícola
♦ Tipo: Fungicida

♦ Toxicología:
Ligeramente tóxico
LD_{50} (oral) = 1440 mg/kg
♦ Tratamiento/disposición:
Tratamiento en suelos (anaerobio).

CUPROQUAT:
♦ Nombre químico: 1,1'-dimetil 4,4 del ion bipiridilo
♦ Uso: Agrícola
♦ Tipo: Herbicida desecante
♦ Toxicología:
Moderadamente tóxico

2,4-D:
♦ Nombre químico: Ácido 2,4- diclorofenoxiacético
♦ Sinónimos: Agrotect, Dicotox, Fenox
♦ Fórmula molecular: $Cl_2H_3OCH_2COOH$
♦ Uso: Agrícola
♦ Tipo: Herbicida fenóxido de contacto, pre y postemergente.
♦ Propiedades físicas:
Estado= sólido
Peso molecular = 221.04 g/g. Mol
Punto de ebullición = 160°C
Punto de fusión = 138°C
Solubilidad = 620mg/l en agua y soluble en solventes orgánicos
Volátilidad = baja
♦ No bioacumulable
♦ Persistencia: poco persistente
♦ Vida persistente:
Suelo = 4320-672 hrs.
Aire = 2.7- 0.27 hrs
Agua superficial = 1740-31hrs.
Agua subeterránea = 8640-1344 hrs.
♦ Toxicología:
LD_{50} (oral, ratas) =375 mg/kg
LD_{50} (oral, perros) = 100 mg/Kg
LD_{50} (dérmica, conejos) = 1400 mg/kg
Ingesta diaria admisible (CICOPLAFEST) = 0.3 mg /kg
Valor límite umbral (ACGH) = 10 mg/m^3
Criterio de la calidad del agua de suministro (EPA) = 100 μg/l

Límite máximo persmisible para cuerpos de agua (EPA) = 4 μg/l
Plaguicida restringido por la ONU.

♦ Efectos a la salud:

Altamente peligroso
Carcinogénico (linfosarcomas, sarcomas, y carcinomas en ratas)
Daño cromosomal
mutagénico débil
Fetotoxicidad y muerte fetal
Depresión del sistema nervioso central
Irritante a la salud

♦ Efectos al ambiente:

No tóxico para peces y abejas.
En aguas superficiales experimenta fotólisis, oxidación a clorofenoles o a la fotorreducción a ácido fenociacético.
Se adsorbe débilmente en el suelo y puede lixiviarse hacia aguas subterráneas.

♦ Tratamiento/disposición:

Tratamiento en suelo (aerobio, anaerobio), relleno sanitario, incineración a altas temperaturas, fotólisis.

DIAZINÓN:

♦ Nombre químico:O-6-metil-2-(1-metiletil)-4-pirimidinil éster

♦ Sinónimos: Antigal, Bassadinon, Baslidin 56, Ciazinon, Dacutox, Dassitox, Dimpylat (e), Disonex, Espectracida, Nucidol, Dicid, Diazitol, Neocidal.

♦ Fórmula molecular: $((CH_3)_2CHC_4N_2H(CH_3)O)PS(OC_2H_5)_2$

♦ Peso molecular: 304.56

♦ Uso: Agrícola, Pecuario, Doméstico, Jardinería y Urbano.

♦ Tipo: Insecticida, Acaricida organofosforado de contacto.

♦ Productos de descomposición peligrosos:

Tetraetil monotiopirifosfato
Óxidos de sulfuro
Fosfuros

♦ Persistencia: ligeramente persistente

♦ Vida media: 32 días

♦ Propiedades físicas:

Estado = Aceite, líquido.
Color = ámbar o café
Olor = éster
Punto de ebullición = 83-84 °C
Punto de fusión = 27.7-40.5 °C
Temperatura de descomposición = 120°C
Solubilidad = soluble en alcohol y acetona

♦ Toxicología:
Moderadamente tóxico
Ingesta diaria admisible (CICOPLAFEST) = 0.002 mg/kg
LD_{50} (oral) = 300 mg/kg
Límite máximo permisible para cuerpos de agua (EPA) = 0.009 µg/l
♦ Efectos a la salud:
Inhibición de la colinesterasa
Irritante dérmico, ocular y de mucosas.
♦ Efectos al ambiente:
Tóxico para la vida silvestre, en especial para patos y gansos, aves y abejas.
♦ Tratamiento/disposición:
Incineración a altas temperaturas, tratamiento con álcalis.

DICLORVOS:

♦ Nombre químico: 2,2-diclorovinil dimetil fosfato.
♦ Peso molecular: 220.90
♦ Sinónimos: DDVP
♦ Uso: Agrícola
♦ Tipo: Insecticida, miticida organofosforado de contacto e ingestión.
♦ Persistencia: no persistente
♦ Propiedades físicas:
Estado = sólido o líquido
Color = ámbar
Olor = químico
Solubilidad = ligeramente soluble en agua
♦ Toxicología:
LD_{50} (oral) = 56 mg/kg
Ingestión diaria admisible (CICOPLAFEST) = 0.004 mg/kg
Plaguicida candidato al registro del PIC.
♦ Efectos a la salud:
Irritante dérmico y de mucosas
Parálisis respiratoria
Depresión de la colinesterasa
Coma
♦ Efectos al ambiente:
Tóxico para peces, abejas y organismos acuáticos
♦ Tratamiento/disposición:
Incineración a altas temperaturas, tratamiento con álcalis.

DIEYSTÓN:

- Familia química: Sulfato de calcio
- Fórmula molecular: $CaSO_4$
- Propiedades físico-químicas:

Gravedad específica = 2.3
Solubilidad = ligera en agua
Color = multicolor
Estado = sólido

DIFENZOQUAT:

- Uso: Agrícola
- Tipo: Herbicida pirazolio selectivo
- Persistencia: Ligeramente persistente
- Toxicología:

Ingesta diaria admisible (CICOPLAFEST) = 0.08 mg/kg

- Efectos a la salud:

Altamente peligroso
Irritante ocular y dérmico

- Efectos al ambiente:

Tóxico a peces.

DIMETOATO:

- Nombre químico: O,O-dimetil S-(N-metilcarboimolemtil) fosforoditioato
- Uso: Agrícola
- Tipo: Insecticida organofosforado, sistémico y de contacto, Acaricida
- Persistente: Poco persistente
- Se biodegrada
- Vida media:

Suelo = 888-264 hrs.
Aire = 4.69-0.469 hrs.
Agua superficial = 1344-264 hrs.
Agua subterránea = 2688-528 hrs.

- Propiedades físicas:

Estado= sólido

- Toxicología:

Ingesta diaria admisible (CICOPLAFEST) = 0.01 mg/kg
LD_{50} (oral, ratas) = 200-300 mg/kg
LD_{50} (dermal, ratas) = 650 mg/kg
Plaguicida restringido por la ONU.

♦ Efectos a la salud:
Moderadamente peligroso
Irritante dérmico y de mucosas
♦ Efectos al ambiente:
Tóxico para peces y abejas.
♦ Tratamiento/disposición:
Tratamiento en suelos (aerobio), incineración a altas temperaturas, se absorbe en vermiculita y relleno sanitario, tratamiento con álcalis.

DISULFOTÓN:

♦ Nombre químico: O,O-Dietil S-2 (etiltio) etil ditiofosfato
♦ Sinónimos: Frumin Al, Solvirex, Bayer 19639, Etil tiometon, Ditiosystox.
♦ Uso: Agrícola
♦ Tipo: Insecticida-Acaricida, organofosforado sistémico
♦ Persistencia: ligeramente persistente.
♦ Productos de degradación: sulfóxido, sulfona.
♦ Propiedades fisicas:
Estado = líquido aceitoso
Color = incoloro
Solubilidad = insoluble en solventes orgánicos
♦ Toxicología:
Altamente tóxico
Ingesta diaria admisible (CICOPLAFEST) = 0.003 mg/kg
LD_{50} (oral,ratas) = 2.6 mg/kg
Límite máximo permisible en cuerpos de agua (EPA) = 0.050 µg/l
Límite de exposición peligroso (dermal) = 0.1mg/m^3
Plaguicida prohibido por la ONU.
♦ Efectos a la salud:
Puede ser mortal por inhalación o dérmico
Irritante dérmico y de mucosas
Daños al sistema nervioso central
Daño al sistema respiratorio
♦ Efectos al ambiente:
Tóxico a peces, abejas, pájaros y vida silvestre
Contaminante de aguas freáticas.
♦ Tratamiento/disposición:
Tratamiento en suelos (aerobio), incineración a altas temperaturas, tratamiento químico.

ENDOSULFAN:

- Nombre químico: 6,7,8,9,10,10-Hexacloro-1,5,5a,6,9,9a-hexahidro-6,9-metano-2,4,3-benzoidi-oxatiepin 3-oxido
- Sinónimos: OMS 570, Niagara 5462, Malix, Thiofar, Crisulfan, Devisulfan, Ciclodan, Timul, Thiodan, ENT 23979, Tionex, Kop, Clortiepibeosit, Bio 5462.
- Uso: Agrícola
- Tipo: Insecticida-acaricida, éster del ácido sulfurosos de un diol cíclico clorado.
- Persistencia: medianamente persistente
- Vida media

Suelo = 218-4.5 hrs.
Aire = 24.8-2.5 hrs.
Agua superficial = 218-4.5 hrs.
Agua subterránea = 218-4.5 hrs.

- Se biodegrada a sulfatos.
- Propiedades físicas:

Estado = sólido
Color = café claro
Olor = Fuerte
Solubilidad = insoluble en agua y soluble en solventes orgánicos

- Toxicología:

Ingesta diaria admisible (CICOPLAFEST) = 0.006 mg/kg
LD_{50} (oral, ratas) = 80 mg/kg
Plaguicida restringido por la ONU y candidato al registro del PIC.

- Efectos a la salud:

Daño al sistema nervioso central
Irritante dérmico y de mucosas.

- Efectos al ambiente:

Tóxico para peces

- Tratamient/disposición:

Tratamiento en suelos (aerobio, anaerobio), incineración a altas temperaturas, tratamiento con álcalis.

EPTC:

- Nombre químico: S-etil dipropiltiocarbamato
- Sinónimos: EPTAM 720-E
- Fórmula molecular: $C_9H_{19}NOS$
- Peso Molecular: 189.31
- Uso: Agrícola
- Tipo: Herbicida
- Persistencia: ligeramente persistente
- Vida media: 30 días

♦ Propiedades físicas:
Solubilidad = 365 ppm en agua
♦ Toxicología:
Moderadamente tóxico

ETIÓN:
♦ Nombre químico: Ácido fosforoditioato, S, S'-metileno O,O,O',O'-tetraetilester Dietion
♦ Sinónimos: Niagara 12400, Rodocida, Hylemax, Fosfatox E, Bladan, Ethiol, Ethodan, RP8167.
♦ Uso: Agrícola y pecuario
♦ Tipo: Insecticida-acaricida organofosforado de contacto
♦ Persistencia: poco persistente
♦ Propiedades físicas:
Estado = líquido
Color = ámbar
Solubilidad = ligeramente soluble en agua y soluble en acetona, cloroformo, y xileno.
♦ Toxicología:
LD_{50} (oral, ratas) =208 mg/kg
Ingesta diaria admisible (CICOPLAFEST) = 0.002 mg/kg
Límite máximo permisible para cuerpos de agua (EPA) = 0.020 µg/l
♦ Efectos a la salud:
Anticolinesterasa en mamíferos
Fallas respiratorias
Puede ser mortal por inhalación y dérmico
Irritante dérmico y de mucosas
Puede ser teratogénico y mutagénico
♦ Efectos al ambiente:
Neurotóxico en animales
Tóxico para peces, abejas y vida silvestre
♦ Tratamiento/disposición:
Incineración a altas temperaturas, tratamiento con álcalis.

FOSFURO DE ALUMINIO:
♦ Sinónimos: Gran Quick Phos
♦ Uso: Agrícola
♦ Tipo: Fumigante fosforado
♦ Propiedades físicas:
Estado = sólido
♦ Persistencia: ligeramente persistente

♦ Toxicología:
Peligroso a 1 ppm en aire.
Ingesta diaria admisible (CICOPLAFEST) = no determinada
Plaguicida restringido en México.
♦ Efectos a la salud:
Extremadamente peligroso por inhalación, dérmico
Daño pulmonar
Shock
Coma
♦ Efectos al ambiente:
Tóxico a los animales de sangre caliente
♦ Tratamiento/disposición:
Tratamiento en suelos (anaerobio), incineración a altas temperaturas (>1000°C)

FOXIM:
♦ Nombre químico: O,O-dietil-(finilglioxilionitrilo-oxima) fosforativato
♦ Uso: Agrícola
♦ Tipo: insecticida organofosforado de contacto
♦ Persistente: poco persistente
♦ Propiedades físicas:
Estado= líquido
♦ Toxicología:
Ligeramente tóxico para humanos y animales
Ingesta diaria admisible (CICOPLAFEST)= 0.001 mg/kg
LD_{50} (oral, ratas) = 1680 ml/kg
LD_{50} (dérmico, ratas) = 1000 ml/kg
♦ Efectos a la salud:
Moderadamente peligroso
Irritante de mucosas
Puede ser mortal si se ingiere o se inhala
♦ Efectos al ambiente:
Tóxico a peces y abejas
♦ Tratamiento/disposición:
Tratamiento en suelos (aerobio), incineración a altas temperaturas, tratamiento químico.

GLIFOSFATO:
♦ Nombre químico: N- (Fosfono- metil) glicina
♦ Uso: Agrícola y urbano
♦ Tipo: Herbicida alifatico, sistemico y postemergente
♦ Persistencia: ligeramente persistente

♦ Toxicología:
Toxicidad crónica para animales
LD_{50} (oral, ratas)= 4000 mg/kg
Ingesta diaria admisible (CICOPLAFEST) = 0.3 mg/kg
♦ Efectos a la salud:
Ligeramente peligroso
Irritante dérmico
♦ Efectos al ambiente:
No tóxico para peces
♦ Tratamiento/disposición:
Tratamiento en suelos (anaerobio), incineración a altas temperaturas, tratamiento con álcalis.

INTERCAPTAN:
♦ Nombre químico: Cis-N-((Tricloromethil)tio)-4- Ciclohexen-1,2 dicarboximida
♦ Uso: Agrícola
♦ Tipo: Fungicida
♦ Toxicología:
Moderadamente tóxico
♦ Efectos a la salud:
Intoxicación
Irritante dérmico
Asfixia

MALATIÓN:
♦ Nombre químico: 5-(1,2-bis (Etioxicarbonilo) etil) 0,0-dimetilfosforoditioato.
♦ Uso: Agrícola, pecuario, en jardinería y urbano
♦ Tipo: Insecticida organofosforado de contacto
♦ Persistencia: poco persistente
♦ Vida media:
suelo = 168-.72 hrs.
Aire = 9.8-1.0 hrs.
Agua superficial = 1236-100 hrs.
Agua subterránea = 2472-200 hrs.
♦ Se biodegrada
♦ Propiedades físicas:
Estado = líquido
Color = amarillo o café obscuro
Solubilidad = ligeramente soluble en agua
♦ Toxicología:
LD_{50} (oral, ratas) = 100 mg/kg

Ingesta diaria admisible (CICOPLAFEST) = 0.02 mg/kg
Criterio de la calidad del agua de abastecimiento = 0.1 µg/l
Límite máximo permisible para cuerpos de agua (EPA) = 0.008 µg/l

♦ Efectos a la salud:

Moderadamente peligroso
Irritante dérmico y de mucosas y del tracto digestivo
Inhibidor de la colinesterasa
Daño al sistema nervioso central
Cianosis
Daño al miocardio

♦ Efectos al ambiente:

Altamente tóxico para peces y abejas

♦ Tratamiento/disposición:

Tratamiento en suelos (anaerobio), relleno sanitario (solo pequeñas cantidades), incineración a altas temperaturas.

MANCOZEB:

♦ Nombre químico: Etilen bis ditiocarbamato de manganeso
♦ Sinónimos: Dithane F- MB, Dithane M-45, Ditiozeb
♦ Uso: Agrícola
♦ Tipo: Fungicida ditiocarbámico de contacto, sistémico
♦ Persistente: ligeramente persistente
♦ Propiedades físicas:

Estado= sólido

♦ Toxicología:

LD_{50} (oral) = > 8000 mg/kg

♦ Efectos a la salud:

Irritante dérmico, ojos, nariz y garganta

♦ Efectos al ambiente:

Tóxico a peces
Puede encenderse espontáneamente si está húmedo.

♦ Tratamiento/disposición:

No disponible

MANEB:

♦ Nombre químico: etileno de manganeso - bis- ditiocarbamato
♦ Uso: Agrícola
♦ Tipo: Fungicida orgánico carbamato
♦ Fórmula molecular: $C_4H_6MNN_2S_4$
♦ Peso molecular: 265.29

♦ Propiedades físicas:
Estado = sólido
Color = amarillo
Punto de fusión = se descompone
Solubilidad = ligeramente soluble en agua
♦ Toxicología:
LD_{50} (oral, ratas) = 6750 mg/kg
♦ Efectos a la salud:
Irritante dérmico, ocular, nariz y garganta
Puede causar cáncer de pulmón y leucemia
♦ Efectos al ambiente:
Peligrosos para animales de sangre caliente
Puede encenderse espontáneamente si está húmedo.
♦ Tratamiento/disposición:
Tratamiento en suelos (anaerobio), relleno sanitario, incineración a altas temperaturas.

METAMIDOFOS:
♦ Nombre químico: O,S-dimetil fosforoamidotioato
♦ Uso: Agrícola
♦ Tipo: Insecticida- Acaricida organofosforado de contacto e ingestión
♦ Sinónimos: Biofos 600
♦ Persistencia: poco persistente
♦ Propiedades físicas:
Estado = líquido
♦ Toxicología:
Altamente tóxico
LD_{50} (oral, ratas) = 30mg/kg
LD_{50} (dérmica, ratas) = 110 mg/kg
Plaguicida candidato al registro del PIC
♦ Efectos a la salud:
Irritante dérmico y del tracto respiratorio
Puede ser mortal si se ingiere
♦ Efectos al ambiente:
Tóxico para abejas, pájaros y otras formas de vida silvestre
♦ Tratamiento/disposición:
Tratamiento en suelos (aerobio), incineración a altas temperaturas, tratamiento con álcalis o ácidos.

METIDATIÓN:

- Nombre químico: 0,0-Dimetil S-(2-metoxi- 1,3,4-tiadizol-5(4H)-onil-4-metil-fosforoditioato.
- Uso: Agrícola
- Tipo: Insecticida-acaricida organofosforado de contacto
- Persistencia: poco persistente
- Propiedades físicas:

Estado = sólido, líquido.

- Toxicología:

LD_{50} (oral,ratas) = 25 mg/kg
Plaguicida restringido por la ONU.

- Efectos a la salud:

Altamente peligroso
Irritante dérmico, ocular y del tracto respiratorio

- Efectos al ambiente:

Tóxico para peces, abejas y vida silvestre

- Tratamiento/disposición:

Tratamiento en suelos (aerobio), incineración a altas temperaturas, tratamiento con álcalis.

MIREX:

- Nombre químico: Ciclopentadieno
- Fórmula molecular: $C_{10}Cl_{12}$
- Peso molecular: 545.59
- Uso: Agrícola
- Tipo: Insecticida organoclorado
- Propiedades física-químicas:

Estado = sólido
Punto de fusión = 485°C
Solubilidad = 0.2 mg/l

- Toxicología:

Criterio de la calidad del agua de abastecimiento (EPA) = 0.001 µg/l
LD_{50} (oral, ratas) = 0.015 mg/kg
Plaguicida prohibido en México para su importación, fabricación, formulación, comercialización y uso; pertenece al registro del PIC.

- Efectos al ambiente:

Estudio de carcinogenicidad no concluido

- Tratamiento/disposición:

No se dispone de información; devolver al proveedor.

MONOCROTOFÓS:

- Nombre químico: 1-metil 1-3- (metilamino) -3-oxo-1-propenil éster
- Sinónimos: Bidoborn, C1414, Crisordrin, Monocron, Nuvacron, Plantdrin.
- Uso: Agrícola
- Tipo: Insecticida-acaricida organofosforado sistémico y de contacto
- Persistencia: poco persistente
- Propiedades físicas:

Estado = sólido o líquido
Color = café rojizo
Olor = éster
Solubilidad = soluble en agua y alcohol

- Toxicología:

Altamente tóxico
Ingesta diaria admisible (CICOPLAFEST) = 0.0005 mg/kg
LD_{50} (oral, ratas) = 14 mg/kg
Plaguicida candidato al registro del PIC.

- Efectos a la salud:

Altamente peligroso
Parálisis respiratoria
Irritante dérmico y de mucosas

- Efectos al ambiente:

Altamene peligroso a pájaros, abejas y de mucosas

- Tratamiento/disposición:

Tratamiento en suelos (aerobio), relleno sanitario, incineración a altas temperaturas, tratamiento con álcalis.

OMETOATO:

- Nombre químico: Ácido fosorotioico, éster de 0,0-dimetil 0-(6-etoxi-2etil-4-pirimidinil)
- Sinónimos: Folimat, Folimat 1000
- Uso: Agrícola
- Tipo: Insecticida-acaricida organofosforado sistémico
- Persistente: moderadamente persistente
- Propiedades físicas:

Estado = líquido

- Toxicología:

LD_{50} (oral, ratas) = 50mg/kg
LD_{50} (dérmica, ratas) = 1400mg/kg
Ingesta diaria admisible (CICOPLAFEST) = 0.0003 mg/kg

♦ Efectos a la salud:
Altamente peligroso
Irritante dérmico
♦ Efectos al ambiente:
Tóxico para las abejas
♦ Tratamiento/disposición:
Incineración a altas temperaturas.

OXIDIMETON METILICO:

♦ Fórmula molecular $C_6H_{15}O_4PS_2$
♦ Peso molecular: 246.3
♦ Propiedades físicas:
Estado = líquido
Punto de fusión = < -10°C
Solubilidad = miscible en agua
♦ Toxicología:
LD_{50} (oral) = 65 mg/kg
♦ Tratamiento/disposición:
Tratamiento en suelos (aerobio), incineración a altas temperaturas, tratamiento químico.

PARAQUAT:

♦ Nombre químico: 1,1'-Dimetil-4,4'-bipiridium bis (metil sulfato).
♦ Sinónimos: Gramoxones, Dextronax, Esgram, Weedol, metilviologen.
♦ Uso: Agrícola
♦ Tipo: Herbicida orgánico y desecante del grupo de los bipiridilos de contacto y postemergente.
♦ Persistencia: poco persistente
♦ Propiedades físicas:
Estado = sólido
Color = amarillo
Olor = inodoro
Solubilidad = muy soluble en agua y ligeramente soluble en alcohol, insoluble en hidrocarburos.
♦ Toxicología:
LD_{50} (oral, ratas) = 150 mg/kg
Ingesta diaria admisible (CICOPLAFEST) = 0.004 mg /kg
Muerte por ingestión si se ingiere 114 ml de una solución al 20%
Plaguicida restringido en México; restringido por la ONU; forma parte del registro del PIC y pertenece a la Docena Sucia.

♦ Efectos a la salud:
Moderadamente peligroso
Si se ingiere produce fibrosis pulmonar.
Irritante ocular y dérmico
Daño al miocardio
Alteraciones respiratorias severas.
Edema pulmonar
♦ Efectos al ambiente:
Tóxico para peces y pájaros
♦ Tratamiento/disposición:
Tratamiento en suelos (aerobio, anaerobio (mezclar con detergente casero y enterrar en suelo de arcilla)), incineración a altas temperaturas.

PARATIÓN METÍLICO:

♦ Nombre químico: Ácido fosforotioico, 0,0-Dimetil 0-(4-Nitrofenil) éster.
♦ Sinónimos: Azofos, Bay 11405, Ent 17,292, Folidol M, Blandan M, Metacida.
♦ Fórmula molecular: $(CH_3)_2P\ (SO)OC_6H_4NO_2$
♦ Peso molecular: 263.23
♦ Uso: Agrícola
♦ Tipo: Insecticida organofosforado
♦ Vida media:
Suelo = 8640-240 hrs.
Aire = 10.5-1 hr.
Agua superficial = 912-192 hrs.
Agua subterránea = 1680-24 hrs.
♦ Se biodegrada
♦ Persistencia: no persistente
♦ Propiedades físicas:
Estado = sólido o líquido
Color = blanco
Olor = picante
Solubilidad = ligeramente soluble en agua (50 ppm) y soluble en solventes orgánicos.
Punto de fusión = 37°C
Punto de ebullición = 35-36°C
♦ Toxicología:
Toxicidad crónica
LD_{50} (oral, ratas) = 14 mg/kg
Plaguicida restringido por la ONU; pertenece al registro del PIC y a la Docena Sucia.

♦ Efectos a la salud:
Falla respiratoria
Aberración cromosomica
Calambres musculares
♦ Tratamiento/disposición:
Tratamiento en suelos (aerobio, anaerobio), tratamiento con álcalis.

PROPENOFOS:
♦ Uso: Agrícola
♦ Tipo: Insecticida organofosforado de contacto.
♦ Persistencia: poco persistente
♦ Propiedades físicas:
Estado = líquido
♦ Toxicología:
LD_{50} (oral, ratas) = 360 mg/kg
Ingesta diaria admisible (CICOPLAFEST) = 0.01 mg/kg
♦ Efectos a la salud:
Moderadamente peligroso
Irritante dérmico y ocular
♦ Efectos al ambiente:
Tóxico para peces, abejas y vida silvestre.
♦ Tratamiento/disposición:
Tratamiento en suelos (aeróbio), incineración a altas temperaturas, tratamiento químico.

QUINOMETIONATO:
♦ Uso: Agrícola.
♦ Tipo: Acaricida-Fungicida de contacto, ditiocarbamato.
♦ Persistencia: poco persistente.
♦ Propiedades físicas:
Estado = sólido
♦ Toxicología:
LD_{50} (oral) = 2500 mg/kg
Ingesta diaria admisible (CICOPLAFEST) = 0.006 mg/kg
♦ Efectos a la salud:
moderadamente peligroso
♦ Efectos al ambiente:
No es nocivo para las abejas

SULFATO:

- Nombre químico: Sulfato de cobre
- Fórmula molecular: $CuSO_4.5H_2O$
- Uso: Agrícola.
- Tipo: Fungicida y herbicida
- Propiedades físicas:

Solubilidad = moderadamente soluble en agua

- Toxicología:

Ligeramente tóxico
LD50 (oral, ratas) = 300 mg/kg

TELONE:

- Nombre químico: 1,3-dicloropropeno.
- Uso: Agrícola.
- Tipo: Fumigante de suelo
- Toxicología:

Extremadamente tóxico para humanos y animales domésticos

- Efectos a la salud:

Irritante ocular y dérmico
Fatal si se ingiere

TERBUFOS:

- Nombre químico: O,O-Dietil S-(((1,1-dimetiletil) tio) metil) fosforoditioato.
- Sinónimos: Counter 5%, Counter 5% G, Counter FC-15% G.
- Fórmula molecular: $C_9H_{21}O_2PS_3$
- Peso molecular: 288.41
- Uso: Agrícola.
- Tipo: Insecticida-Nematicida sistemico organofosforado.
- Propiedades físicas:

Estado = líquido
Punto de fusión = -29,2 °C
Solubilidad = 10-15 ppm en agua

- Toxicología:

Moderadamente tóxico
LD50 (oral, ratas) = 1.1 mg/kg

- Tratamiento/disposición:

No se dispone de información; devolver al proveedor.

TETRADIFON:

- Nombre químico: 2,4,5,4'-tetracloro p-clorofenil 2,4,5- triclorofenil sulfona.
- Sinónimos: Tedión.
- Uso: Agrícola
- Tipo: Acaricida, miticida.
- Propiedades físicas:

Estado = líquido o sólido
Solubilidad = 200 ppm en agua.

- Toxicología:

LD_{50} (oral, ratas) = 5000-14700 mg/kg
LD_{50} (dermal, ratas) = > 1000 mg/kg

- Tratamiento/disposición:

Tratamiento en suelos (anaerobio), incineración a altas temperaturas.

- **TOXAFENO:**
- Sinónimos: Canfecloro, Canfeclorado, Attac, Strobane-T
- Uso: Agrícola
- Tipo: Insecticida organoclorado
- Fórmula molecular: $C_{10}H_{10}Cl_8$
- Peso molecular:414.1
- Propiedades físicas:

Estado = sólido, sólido ceroso.
Punto de ebullición = >120°C
Punto de fusión 65-95°C
Solubilidad = 0.4-3 ppm en agua.
Transporte = a través del agua, suelo y aire
Volátilidad = altamente volátil

- Bioacumulable.
- Toxicología:

LD_{50} (oral) = 40 mg/kg
Criterio de la calidad del agua de abastecimiento (EPA) = 5 µg/l
Vida acuática:

	Toxicidad crítica (µg/l)	Toxicidad crónica (µg/l)
Agua dulce	1.6	0.013
Agua salada:	0.070	no disponible

Salud humana:	Riesgo	Concentración (ng/l)
	10^{-5}	7.1
	10^{-6}	0.71
	10^{-7}	0.07

Plaguicida prohibido en México para su comercialización y uso; es parte de la Docena Sucia.

♦ Efectos a la salud:

Incrementeo en la incidencia de carcinomas hepatocelulares en ratones
Alteraciones pulmonares y de piel
Carcinógeno animal y se sospecha carcinógeno en humanos
Toxicidad maternal y fetal
Cambios en riñones.

♦ Efectos al ambiente:

Causa muerte en peces y pájaros.

♦ Tratamiento/disposición:

Tratamiento en suelos (anaerobio), incineración a altas temperaturas, tratamiento con álcalis.

TRIADIMEFON:

♦ Fórmula molecular: $C_{14}H_{16}ClN_3O_2$
♦ Peso molecular: 293.74
♦ Uso: Agrícola.
♦ Tipo: Fungicida orgánico sistemico y de contacto
♦ Persistencia: poco persistente
♦ Propiedades físicas:

Estado = líquido, sólido
Punto de fusión = 82.3°C
Solubilidad = 260 ppm en agua

♦ Toxicología:

LD_{50} (oral) = 602 mg/kg
Ingesta diaria admisible (CICOPLAFEST) = 0.03 mg/kg

♦ Efectos a la salud:

Ligeramente peligroso
Irritante dérmico y ocular

♦ Efectos al ambiente:

Tóxico a peces

♦ Tratamiento/disposición:

Tratamiento en suelos (aerobio, anaerobio), incineración a altas temperaturas, tratamiento químico.

TRICLORFON:

♦ Nombre químico: O,O-Dimetil-1-hidrosi-2,2,2-tricloroetilfosfanato.
♦ Sinónimos: Anthon, Clorofos, Dylox, Danex, Triclorfene, Vermicida.
♦ Fórmula molecular: $(CH_3O)_2P(O)C(OH)HCCl_3$

- Uso: Agrícola y pecuario.
- Tipo: Insecticida organofosforado de contacto y por ingestión
- Persistencia: poco persistente.
- Vida media:

Suelo = 1080 -24 hrs.
Aire = 101-1 hrs.
Agua superficial = 588-22 hrs.
Agua subterránea = 588-22 hrs.

- Se biodegrada.
- Propiedades físicas:

Estado = sólido
Color = blanco
Punto de ebullición = 83-84°C
Solubilidad en agua = 15.4 g/ml

- Toxicología:

Ingesta diaria admisible (CICOPLAFEST) = 0.01 mg/kg
LD_{50} (oral, ratas) = 500 mg/kg
LD_{50} (dermal, conejos) = 4 mg/kg
LD_{50} (dermal, ratas) = 150 mg/kg
Límite máximo permisible en cuerpos de agua (EPA) = 0.002 μg/l

- Efectos a la salud:

Ligeramente peligroso a la salud.

- Efectos al ambiente:

Tóxico a peces

TRIDEMORF:

- Uso: agrícola.
- Tipo: Fungicida del grupo morfolina.
- Persistencia: poco persistente.
- Toxicología:

Ingesta diaria admisible (CICOPLAFEST) = 0.016 mg/kg.

- Efectos a la salud:

Moderadamente peligroso

- Efectos al ambiente:

Tóxico a peces.

ZINEB:

- Nombre químico: Bisditiocarbamato de etileno de zinc.
- Uso: Agrícola.
- Tipo: Fungicida ditiocarbámico, preventivo y de contacto.

♦ Persistencia: ligeramente persistente.
♦ Propiedades físicas:
Estado = sólido
Solubilidad = 10 ppm en agua.
♦ Toxicología:
Ligeramente tóxico
LD_{50} (oral, ratas) = 5200 mg/kg
Ingesta diaria admisible (CICOPLAFEST) = 0.05 mg/kg
♦ Efectos a la salud:
Cáncer de pulmón
Leucemia
♦ Efectos al ambiente:
No tóxico para las abejas
♦ Tratamiento/disposición:
Relleno sanitario, incineración a altas temperaturas, tratamiento con ácidos antes de enterrar.

Entre los patrones de plaguicidas seleccionados para la identificación (ver Tabla 19) se encuentran algunos que no están listados por la PROFEPA; sin embargo se utilizarón como patrones por tener antecedentes de ser altamente tóxicos y por que son utilizados comúnmente como patrones. Las características de estos plaguicidas son:

ALDRÍN:
♦ Nombre químico: 1,2,3,4,10,10-hexacloro-1,4,4a,5,8,8a-hexahidro-1,4-endo-exo-5,8-dimetanonaftaleno.
♦ Uso: Agrícola.
♦ Tipo: Insecticida organoclorado del grupo de los ciclodienos.
♦ Persistencia: persistente en suelo y agua.
♦ Propiedades físicas:
Estado = sólido
♦ Productos de biodegradación:
Dieldrín.
♦ Vida media = 3 - 6 años como mínimo.
♦ Propiedades físicas:
Solubilidad = 0.27 ppm en agua.
♦ Toxicología:
Plaguicida prohibido para su importación, fabricación, formulación, comercialización y uso en México; forma parte del registro del PIC y de la Docena Sucia.
LD_{50} (oral, ratas) = 50 mg/kg

Límite para agua de abastecimiento (EPA) = 0.001 mg /l
Ingesta diaria admisible (EPA) = 0.007 mg/persona.
LC_{50} = 42 mg/kg/ 24hrs.
Límite máximo permisible para cuerpos de agua (EPA) = 0.010 µg/l
Límites permisibles para agua potable (NOM-127) = 0.03 µg/l

- Efectos a la salud:

Alteración del sistema nervioso central
Daño al hígado.

- Tratamiento/disposición:

Tratamiento en suelos (aerobio), relleno sanitario, incineración a altas temperaturas.

BHC:

- Nombre químico: Bencenohexacloruro.
- Isómeros:

Alfa-BHC
Beta-BHC
Delta-BHC

- Toxicología:

Plaguicida prohibido para su comercialización y uso en México; forma parte del registro del PIC y de la Docena Sucia.

- Efectos a la salud:

Altamente tóxico para el humano.

- Efectos al ambiente:

Altamente tóxico para aves.

CLORDANO:

- Nombre químico: Octaclorodihidrodiciclopentadieno.
- Peso molecular: 409.80
- Uso: Agrícola.
- Tipo: Insecticida ciclodiano.
- Persistencia: persistente.
- Propiedades físicas:

Estado = líquido
Solubilidad = insoluble en agua.

- Toxicología:

Plaguicida restringido en México; forma parte del registro del PIC y de la Docena Sucia.
LD_{50} (oral, ratas) = 335 mg/kg
LD_{50} (dermal, ratas) = 800 mg/kg
Límite máximo permisible en cuerpos de agua (EPA) = 0.040 µg/l
Criterio de la calidad del agua de abastecimiento (EPA) = 0.01 µg/l

Límite permisible para agua potable (NOM-127) = 0.30 µg/l

♦ Efectos a la salud:

Irritante dérmico

Estimulacicón del sistema nervioso central

Carcinogeno

♦ Tratamiento/disposición:

Tratamiento en suelos (aerobio, anaerobio), incineración a altas temperaturas, tratamiento con álcalis.

DIELDRÍN:

♦ Nombre químico: 1,2,3,4,10,10,-hexacloro-6,7-epoxi-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahidro-1,4-endo-exo-5,8-dimetanonaftaleno.

♦ Peso molecular: 380.93

♦ Tipo: Insecticida organoclorado.

♦ Persistencia: persistente y estable en suelo.

♦ Propiedades físicas:

Estado = sólido

Solubilidad = 0.18 ppm en agua

♦ Toxicología:

Plaguicida prohíbido en México para su importación, fabricación, formulación, comercialización y uso; forma parte del registro del PIC y de la Docena Sucia.

LD_{50} (oral) = 46 mg/kg

Ingestión diaria admisible (EPA) = 0.0049 mg/persona

Límite para agua de abastecimiento (EPA) = 0.001 µg/l

Límite máximo permisible para cuerpos de agua (EPA) = 0.005 µg/l

Límite permisible para agua potable (NOM-127) = 0.03 µg/l

♦ Efectos a la salud:

Carcinogéno

♦ Efectos al ambiente:

Tóxico para peces y vida silvestre, persistente y bioacumulable.

♦ Tratamiento/disposición:

Tratamiento en suelos (anaerobio), incineración a altas temperaturas.

DDD:

♦ Nombre químico: 1,2-dicloro-2,2-di(P-clorofenil) etano

♦ Sinónimos: TDE, Rotano.

♦ Tipo: Insecticida organoclorado. Metabolito del DDT.

♦ Uso: Agrícola.

♦ Toxicología:

Baja toxicidad en mamíferos

LD_{50} (oral, ratas) = 5000 mg/kg

♦ Efectos a la salud:
Alteración del sistema nervioso central.
♦ Efectos al ambiente:
Tóxico para peces y aves.

DDE:
♦ Nombre químico: 1,1-dicloro-2,2-bis (p-clorofenil)etileno
♦ Tipo: Insecticida.
♦ Isómeros:
P.P'-DDE: 1,1-dicloro-2,2-bis (p-clorofenil) etileno
♦ Tipo: Insecticida organoclorado. Metabolito del DDT.

DDT:
♦ Nombre químico:1,1,1-tricloro-2,2-di (p-clorofenil) etano.
♦ Sinónimos: Diclorodifenil tricloro etano.
♦ Isómeros:
P,P'-DDT: 1,1,1-tricloro-2,2-bis (p-clorofenil)etano
O,P'-DDT: 1,1,1-tricloro-2(o-clorofenil)-2-(p-clorofenil) etano
♦ Uso: Agrícola.
♦ Tipo: Insecticida organoclorado.
♦ Persistencia: altamente persistente (hasta 40 años).
♦ Productos de degradación:
DDE
DDD
♦ Propiedades físicas:
Estado = sólido
Solubilidad = insoluble en agua (< 10ppm).
♦ Toxicología:
Plaguicida restringido, de uso oficial; forma parte del registro del PIC y de la Docena Sucia.
LD_{50} (oral) = 250 mg/kg
Ingesta diaria admisible (EPA) = 0.021 mg/persona
Límite persmisible para agua de abastecimiento = 0.05 mg/l
LC_{50} = 16 mg/kg/ 96 hrs.
Límite máximo permisible para cuerpos de agua (EPA) = 0.002 µg/l
♦ Efectos a la salud:
Alteración del sistema nervioso
Cáncer

♦ Efectos al ambiente:
Altamente peligroso para aves y abejas.
Cambios en hígados en algunos animales.
Acumulación en la cadena alimenticia.
♦ Tratamiento/disposición:
Tratamiento en suelos (anaerobio), incineración a altas temperaturas.

2,4,5-TP:
♦ Nombre químico: 2,4,5-tricloro fenociacético.
♦ Uso: Agrícola.
♦ Tipo: Herbicida selectivo del grupo fenoxialcalinos.
♦ Persistencia: Muy persistente
♦ Toxicología:
Altamente tóxico
Plaguicida prohibido en México para su importación, fabricación, formulación, comercialización y uso; forma parte de la Docena Sucia y del registro del PIC.
♦ Efectos a la salud:
Teratogénico
♦ Efectos al ambiente:
Ligeramente peligroso para animales

ENDRÍN:
♦ Nombre químico: 1,2,3,4,10,10-hexacloro-6,7-epoxi-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahidro-1,4-endo-endo-5,8-dimetanonaftaleno.
♦ Peso molecular: 380.93
♦ Uso: Agricola.
♦ Tipo: Insecticida organoclorado y Zoocida del grupo ciclodieno.
♦ Propiedades físicas:
Estado = sólido
Solubilidad = 0.23 ppm en agua
♦ Toxicología:
Plaguicida prohibido en México para su importación, fabricación, formulación, comercialización y uso; forma parte de la Docen Sucia.
Altamente tóxico para mamiferos.
LD_{50} (dermal) = 10 mg/kg
LD_{50} (oral) = 7 mg/kg
Ingestión diaria admisible (EPA) = 0.00035 mg/persona
Límite para agua de abastecimiento (EPA) = 0.0005 mg/l
Límite máximo permisible para cuerpos de agua (EPA) = 0.002 μg/l

♦ Efectos a la salud:
Altamente tóxico para el humano.
Posiblemente cancerigéno
♦ Efectos al ambiente:
Tóxico para peces y vida silvestre.
♦ Tratamiento/disposición:
Tratamiento en suelos (anaerobio), relleno sanitario, incineración a altas temperaturas, tratamiento con álcalis.

HEPTACLORO:

♦ Nombre químico: 1,4,5,6,7,8,8-heptacloro-3a,4,7,7a-tetrahidro-4,7- metanoindeno
♦ Uso: Agrícola.
♦ Tipo: Insecticida organoclorado del grupo de los ciclodianos.
♦ Persistencia: Altamente persistente
♦ Productos de degradación:
Heptacloro époxido.
♦ Propiedades físicas:
Estado = sólido
Solubilidad = 0.056 ppm en agua
◊ Toxicología:
LD_{50} (oral) = 115 mg/kg
LD_{50} (dermal) = 200 mg/kg
Ingestión diaria admisible (EPA) = 0.0007 mg/persona
Límite para agua de abastecimiento (EPA) = 0.0001 mg/l
Límite máximo permisible para cuerpos de agua (EPA) = 0.010 µg/l
Límite permisible para agua potable (NOM-127) = 0.03 µg/l
Plaguicida que forma parte del registro del PIC y de la Docena Sucia.
♦ Efectos a la salud:
Daño al hígado y riñón
♦ Efectos al ambiente:
Peligroso para aves y abejas.
♦ Tratamiento/disposición:
Tratamiento en suelos (aerobio), incineración a altas temperaturas, tratamiento con álcalis.

EPÓXIDO DE HEPTACLORO:

♦ Metabolito del heptacloro
♦ Toxicología:
Ingestión diaria admisible (EPA) = 0.0021 mg/kg
Límite para agua de abastecimiento (EPA) = 0.0001 mg/l

LINDANO:

- Nombre químico: 1,2,3,4,5,6-hexaclorociclohexano (isómero gama).
- Uso: Agrícola.
- Tipo: Insecticida organoclorado.
- Propiedades físicas:

Estado = sólido
Solubilidad = 10 ppm en agua

- Toxicología:

Plaguicida restringido en México; forma parte de la Docena Sucia y es candidato al registro del PIC.
LD_{50} (oral) = 88 mg/kg
Ingestión diaria admisible (EPA) = 0.0035 mg/persona
Límite para agua de abastecimiento (EPA) = 0.005 mg/l
Límite máximo permisible para cuerpos de agua (EPA) = 0.020 µg/l
Límite permisible para agua potable (NOM-127) = 2 µg/l

- Efectos a la salud:

Estimulación al sistema nervioso.

- Efectos al ambiente:

Tóxico para peces.

- Tratamiento/disposición:

Tratamiento en suelos (aerobio, anaerobio), encapsulación y relleno sanitario, incineración a altas temperaturas.

MERFOS:

- Nombre químico: tributil tritioito de fósforo
- Sinónimos: Defolia.
- Uso: Agrícola.
- Tipo: Defoliante
- Toxicología:

Ligeramente tóxico.

METOXICLORO:

- Nombre químico: 1,1,1-tricloro-2,2-bis (p-metoxifenil) etano.
- Uso: Agrícola.
- Tipo: Insecticida organoclorado.
- Se biodegrada
- Persistencia: Poco persistente
- Propiedades físicas:

Estado = sólido

♦ Toxicología:
Plaguicida restringido en México; y es candidato al registro del PIC.
LD_{50} (oral) = 6000 mg/kg
Límite para agua de abastecimiento (EPA) = 1 mg/l
Límite máximo persmisible para cuerpos de agua (EPA) = 0.005 µg/l
Límite permisible para agua potable (NOM-127) = 20 µg/l
♦ Efectos al ambiente:
Ligeramente tóxico para mamíferos
♦ Tratamiento/disposición:
Incineración a altas temperaturas, fotólisis.

PARATIÓN ETÍLICO:
♦ Nombre químico: O,O dietil O,P-nitrofenil fosforotioato.
♦ Sinónimos: E-605, Partil 606, Toxol.
♦ Uso: Agrícola.
♦ Tipo: Insecticida de contacto e ingestión.
♦ Propiedades físicas:
Estado = líquido
♦ Toxicología:
Plaguicida prohibido en México para su comercialización y uso; forma parte del registro del PIC
Altamente tóxico.
LD_{50} (oral) =6.4 mg/kg
LD_{50} (dermal) 6.8 mg/kg
♦ Efectos a la salud:
Sospechas de cancerigéno y teratogénico.
♦ Tratamiento/disposición:
Tratamiento en suelos (aerobio), incineración a altas temperaturas, tratamiento con álcalis.

6.4.- Situación de la Contaminación por plaguicidas

Como ya se ha mencionado anteriormente, los plaguicidas se han encontrado en todos los ecosistemas del planeta.

En el Estado de Oaxaca se carecen de estudios anteriores sobre la presencia de plaguicidas en agua, aire, suelo o en seres humanos; sin embargo, la presencia de estos productos ha estado relacionada con numerosos casos de intoxicaciones y en algunos casos de muertes de personas que han estado en contacto con los plaguicidas (Figura 9).

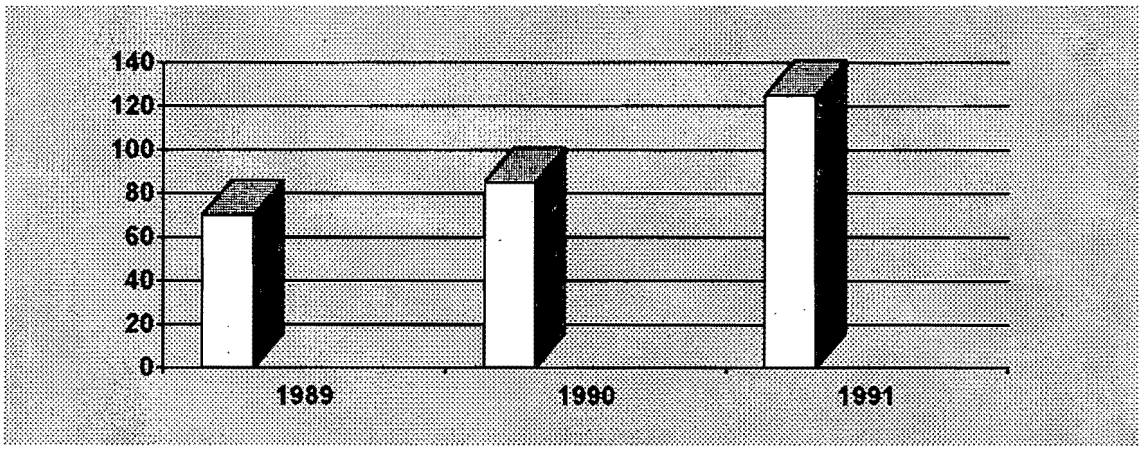


Figura 9. Intoxicaciones por plaguicidas en el Estado de Oaxaca
Fuente: INEGI, 1991

Estos compuestos pueden presentarse durante varios años, esto por las cantidades aplicadas y por su estabilidad en el ambiente.

En Oaxaca como en el resto del país, se han venido aplicando grandes cantidades de plaguicidas para combatir el paludismo, para la agricultura y en fechas recientes para combatir el cultivo de plantas de acción psicotropica (Figura 10).

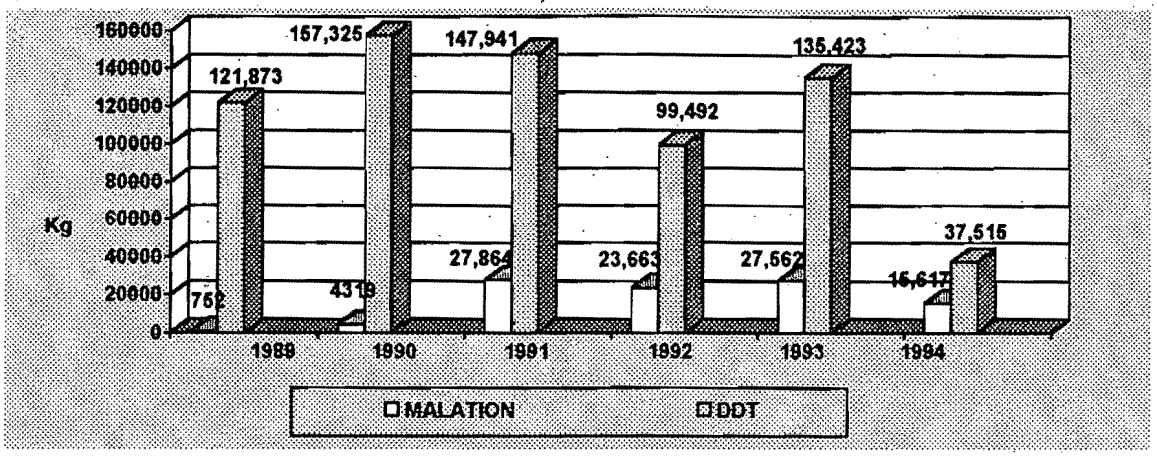


Figura 10. Consumo de plaguicidas en el programa de paludismo en México
Fuente: DEG/SSA, 1994.

La incidencia de intoxicaciones por plaguicidas en el Estado de Oaxaca hasta 1991 se muestra en la figura 11:

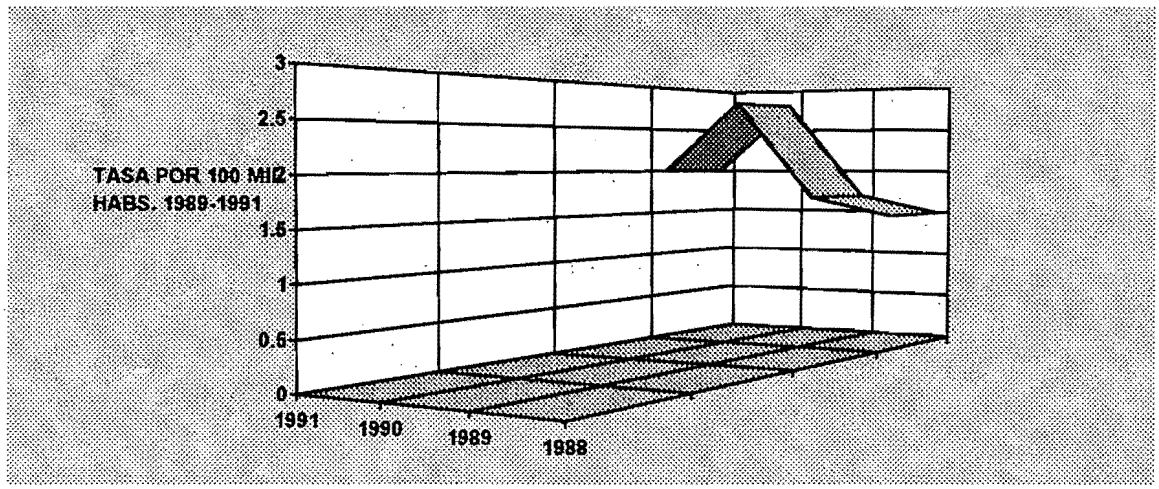


Figura 11. Incidencia de intóxicaciones por plaguicidas
Fuente: DEG/SSA, 1994.

Desafortunadamemente, los datos de accidentes por plaguicidas son pocos, no hay registro epidemiológico, solamente relaciones de casos de algunas enfermedades cancerígenas o mutagénicas con el uso de estos productos.

Estos casos no son llevados como registro por parte del sector salud. Lo que ocasiona que no se tengan estadísticas de ningún tipo.

CAPÍTULO 7

EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR PLAGUICIDAS EN LA ZONA AGRÍCOLA DEL ESTADO DE OAXACA

7.1.- Metodología

A continuación se presenta el proceso que se llevó a cabo para realizar la identificación de plaguicidas en la zona agrícola del Estado de Oaxaca.

El método utilizado para la evaluación de las muestras de agua y sedimento es el método 508 de la EPA para el muestreo, identificación y cuantificación de plaguicidas organoclorados y organofosforados (que se describe posteriormente).

7.1.1.- Área de estudio

El área específica de estudio de este trabajo se encuentra en las regiones del Istmo de Tehuantepec y Valles Centrales (Figura 8).

En **Valles Centrales**, los lugares muestreados son:

Clave	Municipio	Cabecera Municipal	Latitud Norte	Longitud Oeste	Área agrícola(Ha)
		Distrito 18 Zaachila			
565	Villa de Sta. Ma. Zaachila	Villa de Sta Ma. Zaachila	17°09'	97°45'	2839.121
		Distrito 19 Centro			
023	Cuilapam de Guerrero	Cuilapam de Guerrero	16°59'	96°47'	2333.558
083	Sn. Sebast. La Raya.	Sn. Sebast. La Raya.	17°00'	96°43'	244.820
091	Sn. Andrés Huayapam	San Andrés Huayapam	17°06'	96°40'	212.017
107	San Antonio de la Cal	San Antonio de la Cal	17°02'	96°42'	125.021
157	San Jacinto Amilpas	San Jacinto Amilpas	17°06'	96°46'	11.943

(continúa)

Clave	Municipio	Cabecera Municipal	Latitud Norte	Longitud Oeste	Área agrícola (Ha)
385	Santa Cruz Xoxocotlán	Santa Cruz Xoxocotlán	17°02'	96°44'	1319.757
409	Santa Ma. del Tule	Santa Ma. del Tule	17°03'	96°38'	598.909
		Distrito 20 Tlacolula			
298	San Pablo Villa de Mitla	San Pablo Villa de Mitla	16°55'	96°22'	----------
551	Tlacolula de Matamoros	Tlacolula de Matamoros	16°57'	96°28'	----------

Tabla 16 Lugares de estudio de la región Valles Centrales
Fuente: INEGI., 1995, Anuario estadistíco del Estado de Oaxaca, México

En el **Istmo de Tehuantepec**, los lugares muestreados son:

Clave	Municipio	Cabecera municipal	Latitud Norte	Longitud Oeste	Área agrícola
		Distrito 28 Tehuantepec			
418	Sta. Ma. Jalapa del Marqués	Sta. Ma. Jalapa del Marqués	16°26'	95°27'	1992.237
472	Santiago Laollaga	Santiago Laollaga	16°35'	95°12'	1130.418
515	Santo Domingo Tehuantepec	Santo Domingo Tehuantepec	16°20'	95°14'	12257.910
		Distrito 29 Juchitán			
005	Asunción Ixtaltepec	Asunción Ixtaltepec	16°30'	95°03'	7399.476
014	Ciudad Ixtepec	Ciudad Ixtepec	16°34'	95°06'	3032.766
030	El Espinal	El Espinal	16°29'	95°02'	2753.394
043	Juchitán de Zaragoza	Juchitán de Zaragoza	16°26'	95°01'	18832.988

Nota: Los valores de latitud y longitud están aproximados a minutos y los de altitud a decenas de metros.

Tabla 17. Lugares de estudio en la región del Istmo de Tehuantepec.
Fuente: INEGI, 1995, Anuario estadistíco del Estado de Oaxaca, México.

7.1.1.1.- Corrientes de Agua
A continuación se mencionan las corrientes de agua principales de las regiones del Istmo y Valles Centrales .

- Río Atoyac *
- Río Tehuantepec*
- Río Los perros *
- Río Tequisistlán

* En estos puntos se muestreó agua

7.1.1.2.- Cuerpos de agua
De las regiones estudiadas, los cuerpos de agua más importante donde se realizó el muestreo son: la presa Benito Juárez, que se encuentra localizada en Jalapa del Marqués, en la región del Istmo de Tehuantepec y la Presa Plan Benito Juárez de Huayapam en Valles Centrales.

7.1.2.- Muestreo
Para realizar la recolección de la muestra y su preservación se utilizó el método 508 de la EPA "Colección, preservación, y almacenaje de muestras" para el análisis de plaguicidas.

Como dato adicional se indica que el agua muestreada en los pozos de agua potable, tiene como único tratamiento la aplicación de cloro (en forma muy rudimentaria).

Este método indica los siguientes pasos:

a).- Tomar la muestras en frascos de vidrio

b).- Seguir las prácticas convencionales de muestreo; sin embargo, la botella no debe ser preenjuagada con la muestra antes de la colección.

Los puntos de muestreo se mencionan a continuación:

Fecha de muestreo	Punto muestreado	Localización	Características
25 de septiembre de 1995	Pozo 1 San Antonio.	San Antonio de la Cal, Oax.	Uso agua potable y riego.
"	Pozo 1 La Raya.	San Sebastian la Raya	Uso agua potable y riego
"	Río La Raya.	San Sebastian la Raya	Uso riego
26 de septiembre de 1995	Pozo el cairo.	Santo Domingo Tehuantepec, Oax.	Uso agua potable y riego. 52 metros de profundidad.
"	Pozo SAHOP No.1	Santo Domingo Tehuantepec, Oax.	Uso agua potable y riego. 30 metros de profundidad.
"	Pozo Puerto Libres	Santo Domingo Tehuantepec, Oax.	Uso agua potable y riego. 35 metros de profundidad.
"	Río Tehuantepec	Santo Domingo Tehuantepec, Oax.	Uso riego y recreativo.
"	Pozo Gravera Guajardo	Santo Domingo Tehuantepec, Oax.	Uso agua potable. 35 metros de profundidad.
"	Pozo No.2 Santa Cruz Tagolava.	Santo Domingo Tehuantepec, Oax.	Uso agua potable y riego.
27 de septiembre de 1995.	Presa Las Pilas	Santo Domingo Tehuantepec, Oax.	Uso agua potable y riego.
"	Presa Benito Juárez	Jalapa del Marqués,Oax.	Uso agua potable y riego.
"	Pozo No.1 Jalapa	Jalapa del Marqués,Oax.	Uso agua potable. 30 metros de profundidad.
27 de septiembre de 1995.	Sedimentos Presa B. Juárez	Presa Benito Juárez	----------
"	Pozo No.1 Juchitán	Juchitán de Zaragoza, Oax.	Uso agua potable. 75 metros de profundidad, gasto 25 m^3/seg.
"	Pozo No.3 Juchián	Juchitán de Zaragoza, Oax.	Uso agua potable. 50 metros de profundidad, gasto 40 litros /seg.
"	Pozo No.2 Juchitán	Juchitán de Zaragoza, Oax.	Uso agua potable. 50 m de profundidad, gasto 25 m^3/seg.

(continúa)

Fecha de muestreo	Punto muestreado	Localización	Características
"	Pozo No. 4 Juchitán	Juchitán de Zaragoza, Oax.	Uso agua potable. 50 metros de profundidad, gasto de 20 m^3/seg.
"	Pozo No. 5 Juchitán	Juchitán de Zaragoza, Oax.	Uso agua potable. 50 metros de profundidad, gasto de 25 m^3/seg.
"	Río Los Perros	Juchitán de Zaragoza, Oax.	----------
"	Pozo No.1 Espinal	El Espinal, Oax.	Uso agua potable y riego. 38 metros de profundidad, gasto 28 litros /seg.
"	Pozo No.2 Espinal	El Espinal, Oax.	Uso agua potable y riego. 40 metros de profundidad, gasto 28 litros /seg.
"	Pozo No.1 Ixtaltepec	Asunción Ixtaltepec, Oax.	Uso agua potable. 50 m. de profundidad, gasto de 28 litros/seg.
"	Pozo No.1 Ixtepec.	Cd. Ixtepec, Oax.	Uso agua potable y riego. 28 metros de profundidad.
"	Manantial Laollaga	Santiago Laollaga, Oax.	Uso agua potable, riego y recreativo.
28 de septiembre de 1995.	Pozo 23 Mitla	San Pablo Villa de Mitla. Oax.	Uso agua potable. 12 metros de profundidad.
"	Pozo 25 Mitla	San Pablo Villa de Mitla, Oax.	Uso agua potable y riego. 10 metros de profundidad.
"	Pozo Noria	Tlacolula de Matamoros, Oax.	Uso agua potable. 13 metros de profundidad.
"	Pozo No.2 Tlacolula.	Tlacolula de Matamoros, Oax.	Uso agua potable.
"	Pozo No.1 El Tule.	Santa Ma. del Tule	Uso agua potable.
"	Presa Plan Benito Juárez, Huayapam.	San Andrés Huayapam, Oax.	Uso agua potable, riego y recreativo.

(continúa)

Fecha de muestreo	Punto muestreado	Localización	Características
"	Pozo No.1 San Sebastian.	San Sebastian Etla, Oax.	Uso agua potable y riego. 12 metros de profundidad.
"	Río Atoyac	San Jacinto Amilpas,Oax.	Uso riego
"	Pozo No.1 Xoxo.	Santa Cruz Xoxocotlán, Oax.	Uso agua potable.
"	Pozo Cuilapam	Cuilapam de Guerrero, Oax.	Uso agua potable y riego. 20 metros de profundidad.
"	Pozo Zaachila.	Villa de Sta. Ma. Zaachila, Oax.	Uso agua potable y riego. 10 metros de profundidad.

Tabla 18. Puntos muestreados

c)Para preservar la muestra es necesario realizar lo siguiente:

1. Adicionar cloruro de mercurio a la botella de la muestra en cantidades que producen una concentración de 10 mg/l en agua reactiva a la botella en el sitio de muestreo o en el laboratorio antes de ir al sitio de muestreo.

2. Si hay presencia de cloro residual, adicionar 80 mg de tiosulfato de sodio por litro de muestra a la botella de muestreo antes de la colección de la muestra.

3. Después de adicionar la muestra a la botella de colección que contiene el preservativo(s), sellar la botella y agitar vigorosamente por un minuto.

4. Las muestras deben ser congeladas o refrigeradas a 4 °C desde el tiempo de colección hasta la extracción. Los resultados de los estudios de preservación indican que el mayor número de los analitos presentes en la muestra son estables por 7 días cuando se almacenan bajo estas condiciones. La estabilidad puede ser afectada por la matriz, en consecuencia el analista debe verificar que la técnica de preservación se aplique a las muestras bajo estudio.

7.1.3.- Análisis de Muestras

7.1.3.1.-Condiciones de trabajo

Los requerimientos para realizar el análisis de plaguicidas en muestras de agua y sedimento fueron los siguientes:

LABORATORIO: Laboratorio de Fisicoquímica Marina del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la **UNAM**, México, D. F.

TÉCNICA: Cromatografía de gases, extracción líquido-líquido (ver anexo 1).

EQUIPO: Cromatografo de gases modelo 5890 serie II Hewlett Packard

COLUMNA: 25m x 0.32 mm x 0.52 μm film
ultra capilar 1 crossslinked 5% fenil metil silicon

DETECTORES: a) Ionización de flama
b) Captura de electrones

Detector de ionización de flama:
Flujo = 22 cm/s
Gases: Aire = 2.74 Kg/cm^2
Helio = 18 Kg/cm^2
Hidrógeno = 2.86 Kg/cm^2
Nitrógeno = 3.37 kg/cm^2
Split 1:100
Rampa de temperaturas: 8°C/min - 280°C (20 min.)
Tiempo total de la corrida = 47.25 min.
Temperatura inicial del inyector = 280°C
Temperatura inicial del detector = 280°C

Detector de Captura de electrones:
Flujo = 22 cm/s
Gases: Helio = 18 Kg/cm2
Nitrógeno= 3.37 kg/cm^2
Rampa de temperaturas: 30°C/min-190°C
6°C/min-300°C (2min)
Tiempo total de la corrida = 25min.
Temperatura inicial del inyector = 320°C
Temperatura inicial del detector = 330°C

MATERIAL:

1. Embudos de separación
2. Probetas graduadas de 100 ml.
3. Pipetas volumétricas de 200 ml.
4. Agitadores de vidrio
5. Soportes universales
6. Estufa
7. Termómetro
8. Baño María
9. Kuderna Danish (columna micro snyder de tres bolas)
10. Matraces Erlenmeyer de 250 ml.
11. Matraces Balón de 250 ml.
12. Equipo de extracción.

7.1.3.2.- Método de análisis

El método utilizado para el análisis de las muestras de agua y sedimento es el Método 508 de la EPA. "Determinación de plagluicidas en agua por cromatografía de gases (extracción líquido-líquido).

Este método permite identificar plaguicidas organoclorados y organofosforados, la única diferencia es en el proceso de inyección.

La colección y preservación de las muestras ya se ha explicado anteriormente (7.1.2).

Extracción:

Para la extracción de plaguicidas de muestras de agua se indica a continuación el procedimiento:

1. Tomar en un embudo de separación una alícuota de 400 ml.de agua muestreada.
2. Ajustar a pH de 7 (con NaOH ó H_2SO_4)
3. Agregar 24 ml. de cloruro de metileno.
4. Agitar vigorosamente durante 2 ó 3 minutos.
5. Dejar reposar hasta ver la separación de fases (10 minutos)
6. Si hay formación de emulsión deshacer mecánicamente.
7. Recuperar la fase orgánica en un matraz Erlenmeyer.
8. Repetir paso 3-7 dos veces más en la fase acuosa.
9. Recuperar todos los extractos en el mismo matraz.

Para las muestras de sedimentos el proceso de extracción es el siguiente:

1. Pesar 100 grs. de sedimento.
2. Poner a secar por 48 horas en la estufa.
3. Pulverizar el sedimento seco en un mortero.
4. Poner 10 grs de este polvo en un cartucho.
5. Extraer a reflujo continuo en un soxhtlet por 24 hrs. con cloruro de metileno.
6. Recuperar el extracto en un matraz balón de 250 ml.

Secado:

Antes de pasar a la concentración, el extracto obtenido se seca (para eliminar contaminantes orgánicos y agua):

1. Montar una columna para cromatografía que contenga 10 cm. de sulfato de sodio anhidro.
2. Vaciar el extracto (agua ó sedimento) a la columna con sumo cuidado.
3. Recibir el extracto en un matraz erlenmeyer.
4. Enjuagar la columna con 8-12 ml. de cloruro de metileno.
5. Recuperar el líquido del lavado en el mismo matraz del extracto.

Concentración:

En el caso de la concentración es el mismo para agua y sedimentos y el procedimiento de la concentración de los extractos, obtenidos en la extracción es el siguiente:

1. Unir tubo concentrador al matraz de la Kuderna Danish (**K.D**) y añadir 4 perlas de ebullición.
2. Poner el extracto de la muestra en el matraz de la K.D.
3. Unir la columna snyder al matraz de la K.D.
4. Instalar la K.D. en un baño María (60-65°C) sumergiendo el tubo concentrador tres cuartas partes de su longitud.
5. Concentrar hasta obtener un volumen aparente de 2 ml.
6. Retirar la K.D. del baño María y esperar que se enfríe para que el concentrado escurra de la columna al concentrador.
7. Medir el volumén del concentrado.
8. Guardar el concentrado en un vial con tapón de teflón.
9. Inyectar en cromatográfo de gases.
10. Preservar el concentrado en congelador a 4°C.

Inyección:

Plaguicidas organofosforados:

1.- Del líquido obtenido del procedimiento de concentración se toma una alícuota dependiendo del origen de la muestra (matriz). Por lo general se inyecta < de 1 µl
2.- Se inyecta en el cromatografo con las condiciones de trabajo ya indicadas anteriormente.
3.- Se espera el resultado en forma de picos (cromatograma).

Plaguicidas organoclorados:

1.- Los concentrados obtenidos se cambian de solvente para poder inyectar en el detector de captura de eléctrones.
2.-Se les aplica gas nitrógeno al tubo donde se contiene el concentrado hasta secar completamente.
3.-Se le adiciona 1 ml. de MTBE como disolvente.
4.- Se agita
5.- Se toma una alícuota (1 µl)
6.- Se inyecta al puerto del cromatografo con las condiciones de trabajo adecuadas.
7.- Se espera la respuesta en forma de cromatogramas.

Identificación:

Para poder realizar la identificación, es necesario contar con patrones de referencias de las substancias que se desee identificar.

Estos patrones deben ser inyectados en el cromatografo (ver anexos 2 y 3), para identificar su tiempo de retención y su área en las condiciones que se inyecten las muestras.

Para esto se utilizarón los siguientes patrones de plaguicidas (Tabla 19):

Se compara tiempos de retención y áreas de los patrones con los de los cromatogramas. Si existe similitud se concluye que es un plaguicida determinado.

Plaguicida	Inyección	Atenuación	Tiempo	concentra-ción (ppm)	Área
2,4-D	1.0	7	7.146	2000	308782
Alfa-BHC	0.1	1	9.309	8	1391535
2,4,5-TP	1.0	7	9.849	2000	1549359
Beta-BHC	0.1	1	9.889	0.5	506120
Lindano	0.2	6	10.013	1982	3.554 E7
Delta-BHC	0.1	1	10.616	7	547968
Heptacloro	0.2	6	11.777	1992	3.587 E7
EPTC	1.0	2	12.664	10000	1.6812 E7
Aldrín	0.1	1	12.685	5	1137842
Epóxido de Heptacloro	0.2	6	13.763	1988	3.646 E7
OP'-DDD	0.1	1	14.508	9.5	234930
PP'-DDE	0.1	3	15.285	6.5	1.4132 E7
Endosulfán	0.3	0	15.524	1	184550
Dieldrín	0.2	3	15.526	31.5	559374
PP'-DDD	1.0	0	15.535	2	725888
OP'-DDE	0.1	1	15.662	3	5444461
Clordano	0.2	6	16.220	2002	3.883 E7
OP'-DDT	1.0	0	16.731	2.5	68629
Endrín	0.2	6	16.957	1998	2.614 E7
PP'-DDT	1.0	0	17.750	12	53768
Metoxicloro	0.2	6	19.145	1960	2.329 E7
Toxafeno	0.2	6	19.320	4006	2.622 E7
Disulfotón	0.5	0	20.048	100	40362
Mirex	1.0	0	20.930	3	201546
Malatión	1.0	0	22.333	100	141944
Etilparatión	1.0	0	22.718	50	259245
Merfos	0.5	0	23.404	100	43117
Azinfos-Etilíco	1.0	1	28.338	100	23442
Paraquat	0.2	1	28.354	100	38731

Tabla 19. Patrones de plaguicidas utilizados.

Cuantificación:

Para cuantificar los plaguicidas es necesario que en cada inyección de la muestra se inyecte el patrón del plaguicida.

Si se inyectan los patrones en las mismas condiciones que las muestras, solamente una vez por corrida; se tiene una semicuantificación.

En este estudio se realizó una semicuantificación.

La fórmula establecida para la cuantificación es :

$$\boxed{Am/Ap = (Ip/Im)\ (Cp/Vm)\ (Atm/Atp)}$$

Donde:

Am = Área bajo la curva de la muestra.

Ap = Área bajo la curva del patrón

Ip = Cantidad inyectada del patrón en el cromatografo (µl).

Im= Cantidad inyectada de la muestra en el cromatografo (µl).

Cp= Concentración del patrón (ppm).

Vm = Volumen de muestra utilizado en la extracción (ml).

Atm= Función de despliegue del valor del voltaje de la señal generada en una escala (El valor de atenuación es seleccionado en el orden numérico tal, que los picos de interés sean fácilmente observables en el cromatograma).

Atp= Atenuación seleccionado para observar perfectamente el pico del patrón.

CAPÍTULO 8

RESULTADOS

8.1.- Plaguicidas identificados

Al analizar los cromatogramas obtenidos (ver anexo 4) como resultado del análisis de las 35 muestras de agua y las 3 de sedimento de este estudio, se generó la siguiente información (Tabla 20):

Muestra	Plaguicida	Concentración (ppm)
Pozo No.1 Cuilapam	OP'-DDD Metoxicloro	0.022 0.00513
Pozo No. 4 Juchitán	Merfos	0.2881
Pozo No. 2 Juchitán	Merfos	0.1995
Pozo No. 5 Juchitán	Toxafeno Merfos	0.0000533 0.0394
Pozo No. 1 Espinal	Delta-BHC PP'-DDE OP'-DDE OP'-DDT Merfos	0.000002041 0.00000145 0.00126 0.001941 0.0071
Pozo No. 1 El Espinal (agua clorada)	PP'-DDT	0.04339
Presa las pilas	Merfos	0.0808
Pozo No. 1 Jalapa	-	-
Río de Los Perros	Beta-BHC Lindano Aldrín OP'-DDE	0.000001104 0.000005584 0.000009621 0.000001675
Pozo No. 1 La Raya	Etilparatión Disulfotón	0.0005545 0.0218
Pozo No. 1 San Antonio de la Cal.	Etilparatión	0.0005835
Manantial Laollaga	Etilparatión Disulfotón	0.0005952 0.01011
Río Tehuantepec	Azinfos etilico	0.6019

(Continúa)

Muestra	Plaguicida	Concentración (ppm)
Presa Benito Júarez	Beta-BHC Endrín Metoxicloro Merfos	0.000525 0.000002201
Pozo No. 2 El Espinal	2,4,5-TP Merfos	0.00695 0.0654
Pozo No. 1 Ixtaltepec	-	-
Pozo Puerto Libres	-	-
Pozo 1 Juchitán	-	-
Pozo Gravera Guajardo	Merfos	0.0195
Pozo No. 2 Tlacolula	Merfos	1.957
Pozo NO.1 Zaachila	Merfos	0.0574
Pozo No.1 Xoxocotlán	-	-
Pozo No. 2 Sta. Cruz Tagolava	2,4,5-TP Merfos	0.001895 0.0409
Pozo San. Sebastián Etla	Mefos	0.0168
Río Atoyac	Merfos	0.0434
Río La Raya	-	-
Pozo El Cairo	-	-
Pozo No. 1 Ixtepec	-	-
Pozo Noria	-	-
Presa Plan B. Juárez Huayapam.	Epóxido de Heptacloro	0.000001735
Pozo No.1 SAHOP	Delta-BHC Epóxido de Heptacloro Etilparatión	0.00076 0.000386 0.0108
Pozo No. 23 Mitla	Delta-BHC Epóxido de Heptacloro Merfos	0.00278 0.000003020 0.09126
Pozo No. 3 Juchitán	Heptacloro Endosulfán Merfos	0.000006635 0.00127 0.0945
Pozo No. 25 Mitla	-	-
Pozo No.1 El Tule	2,4,5-TP Etilparatión Disulfotón	0.0050 0.01908 0.03518

(Continúa)

Muestra	Plaguicida	Concentración (ppm)
Sedimento Presa Benito Juárez.*	OP'-DDE Paraquat	0.000002221 0.0269
Sedimento río Los Perros*	-	-
Sedimento Presa Huayapam*	PP'-DDD	0.002222

Tabla 20. Resultados de las muestras analizadas por cromatografía de gases.
* La concentración para sedimentos es por 10 grs. de muestra.

En la comparación de los tiempos de retención de los patrones con los tiempos de retención de cada pico en las muestras, se considera únicamente una variación de 0.010 minutos (EPA). Aquellas variaciones de tiempo > 0.010 minutos no se aceptaron como plaguicidas (de acuerdo a los patrones utilizados). Este criterio es el que se sigue en varios laboratorios de análisis cromatográfico.

8.2.- Discusión de resultados

La investigación realizada para el análisis de la contaminación por plaguicidas organoclorados y organofosforados en la zona agrícola del Estado de Oaxaca, mostró que aunque este Estado no es inminentemente agrícola, utiliza un gran número de plaguicidas (67 como mínimo).

De las regiones que practican la agricultura se seleccionaron dos para efectuar el muestreo en agua de pozos (riego y agua potable), ríos y presas. Además se tomó sedimento en 3 puntos de esas regiones.

La información que se tiene sobre los pozos, ríos y presas muestreados, con respecto a sus características generales y sobre su calidad de agua fue muy escasa, ó muy antigua.

Las regiones seleccionadas fueron:

1. Valles Centrales, con 14 puntos muestreados (Una de las más importantes económicamente) .

2. - Istmo de Tehuantepec, con 20 puntos muestreados (la más grande en extensión y la que práctica en mayor proporción la agricultura).

Además en ambas regiones se han presentado accidentes relacionados con el uso de plaguicidas (SSA, 1994).

Entre los principales resultados generados se tienen:

- Del total de 34 muestras de agua se encontró que 24 (71%) presentó algún tipo de plaguicida (de los patrones utilizados). Así mismo de los 3 puntos donde se tomó sedimento, 2 presentaron plaguicidas.

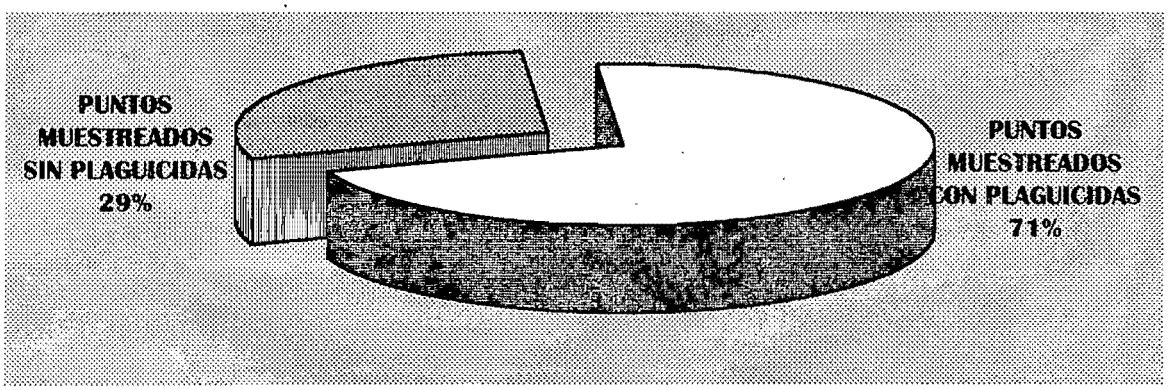


Figura 12. Identificación de plaguicidas

- Del total de lugares donde se identificó plaguicidas la distribución según la región fue:

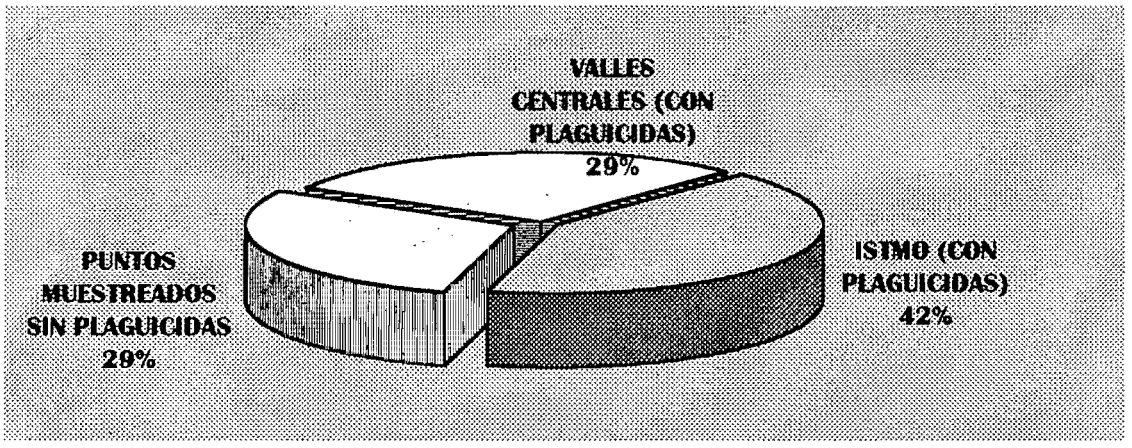


Figura 13. Distribución de plaguicidas identificados.

- La siguiente figura nos muestra que de los puntos muestreados el 65% presentó plaguicidas organofosforados:

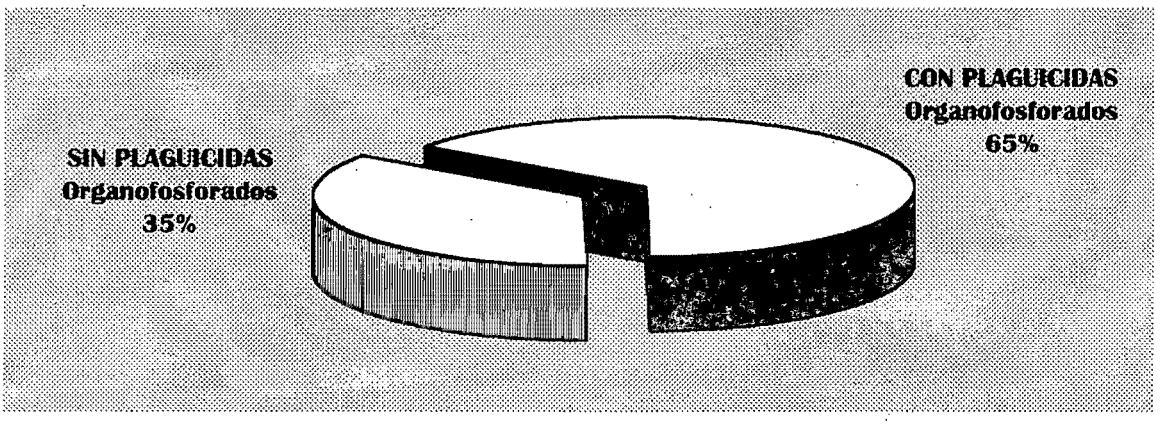


Figura 14. Puntos muestreados que presentan plaguicidas organofosforados.

- De los plaguicidas organofosforados identificados la distribución fue la siguiente:

a) Merfos =57.7%
b) Paratión etílico= 23.0%
c) Disulfotón = 11.50%
d) Azinfos etílico = 3.90%
e) Paraquat = 3.90%

- Los plaguicidas organoclorados se presentaron en el 35% de los puntos muestreados:

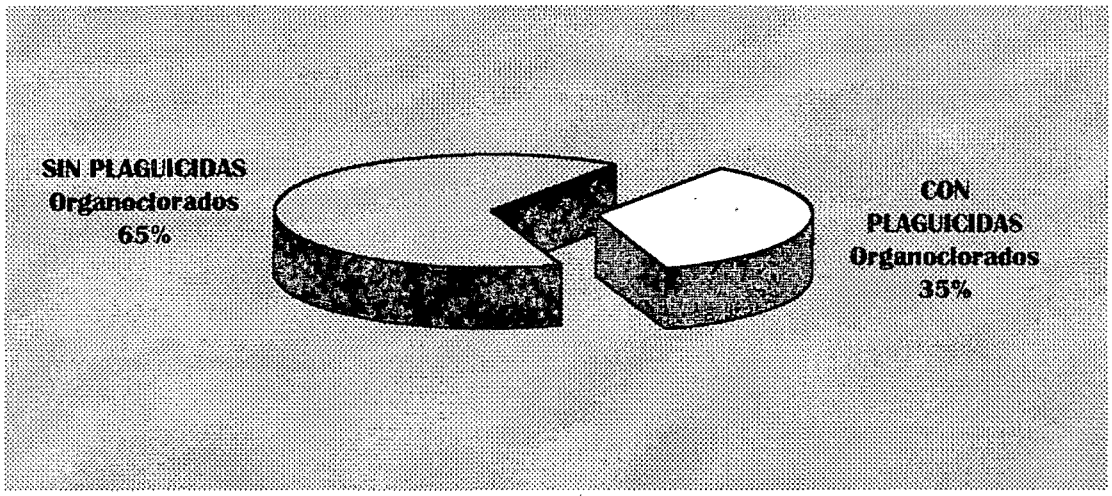


Figura 15. Puntos muestreados que presentaron plaguicidas organoclorados.

- Los plaguicidas organoclorados identificados son:

a) OP'-DDD = 3.7%
b) metoxicloro = 7.41%
c) toxafeno = 3.7%
d) OP'-DDE = 11.12%
e) OP'-DDT = 3.7%
f) Beta - BHC = 7.41%
g) lindano = 3.7%
h) endrín = 3.7%
i) 2,4,5-TP = 11.12%
j) epóxido de heptacloro =11.12%
k) heptacloro = 3.7%
l) endosulfán = 3.7%
m) PP'-DDD = 3.7%
n) PP'-DDT = 3.7%
o) Delta-BHC = 11.12%
p) PP'-DDE = 3.7%
q) aldrín = 3.7 %

- Se tiene un total de 22 plaguicidas identificados (17 organoclorados y 5 organofosforados). De los cuales el 76% presentan alguna prohibición o restricción:

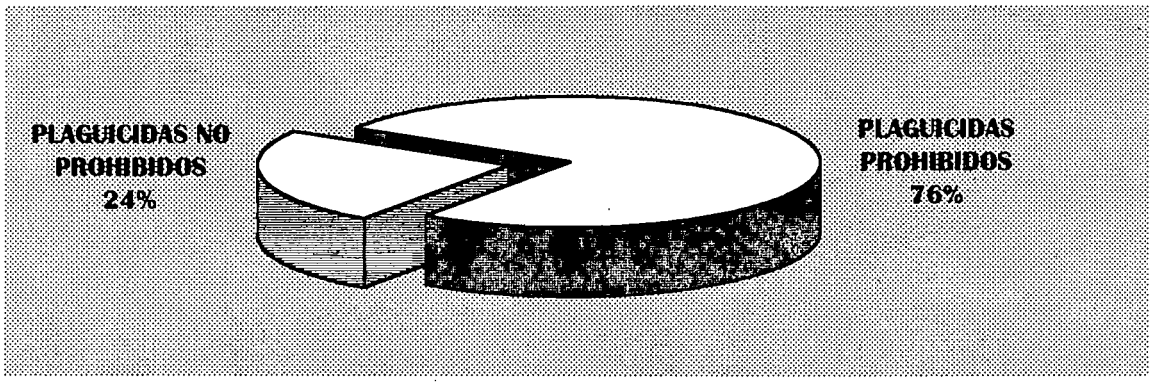


Figura 16. Plaguicidas identificados prohibidos en México o en el extranjero.

- De los plaguicidas identificados que presentan algún tipo de restricción o prohibición son:

1) aldrín
2) metoxicloro
3) toxafeno
4) BHC (isómeros)
5) DDT (isómeros)
6) lindano
7) etilparatión
8) disulfotón
9) azinfos etílico
10)endrín
11)2,4,5-TP
12)heptacloro
13)paraquat
14)endosulfán

♦ Del total de puntos muestreados el 44.5% presentó plaguicidas prohibidos:

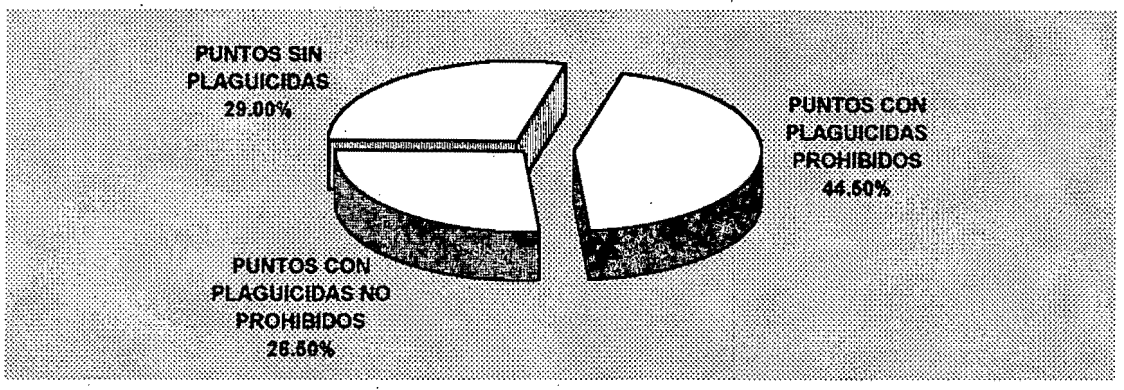


Figura 17. Puntos muestreados con plaguicidas prohibidos.

♦ Los lugares donde se encontrarón plaguicidas prohibidos son :

a) Pozo Cuilapam
b) Pozo No. 5 Juchitán, Oax.
c) Río de Los Perros Juchitán, Oax.
d) Pozo No. 1 San Antonio de la Cal, Oax.
e) Pozo No.23 Mitla, Oax.
f) Pozo No.3 Juchitán, Oax.
g) Pozo No. 2 Espinal, Oax.
h) Río Tehuantepec, Oax.
i) Pozo No. 1 La Raya, Oax.
j) Manantial Laollaga, Oax.
k) Presa Benito Juárez Jalapa del Marques, Oax.
l) Pozo No.1 SAHOP Tehuantepec, Oax.
m) Pozo No.1 El Tule, Oax.
n) Pozo No. 2 Sta. Cruz Tagolava.

♦ Los lugares donde no se identificó ningún tipo de plaguicida son:

1) Pozo Jalapa del Marques, Oax.
2) Pozo No.1 Ixtepec, Oax.
3) Río La Raya, Oax.
4) Pozo El Cairo, Tehuantepec, Oax.
5) Pozo Noria Tlacolula, Oax.
6) Pozo Puerto Libres, Tehuantepec, Oax.
7) Pozo No. 1 Juchitán, Oax.
8) Pozo No. 1 Ixtaltepec, Oax.
9) Pozo No. Xoxocotlán, Oax.
10)Pozo No. 25 Mitla, Oax.

- De los plaguicidas identificados que exceden los límites permisibles para agua potable según la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 son:

Lugar	Plaguicida	Concentración (µg/l)	Norma (µg/l)
Pozo Cuilapam	OP'-DDD	22	1 (DDT)
Pozo No. 1 Espinal	PP'-DDDE OP'-DDDE OP'-DDT	3.20	1 (DDT)
Pozo No. 1 SAHOP	Epóxido de Heptacloro	0.038	0.03

Tabla 21. Plaguicidas identificados que exceden límites permisibles para agua potable.

- De los plaguicidas encontrados los únicos listados por la **PROFEPA** (más usados en Oaxaca) son :

1) disulfotón
2) azinfos etílico
3) paraquat
4) endosulfán
5) toxafeno

- Y de los identificados pero que no estan listados por la **PROFEPA** son :

1) merfos
2) paratión etílico
3) DDD
4) metoxicloro
5) BHC
6) lindano
7) DDE
8) endrín
9) 2,4,5-TP
10)heptacloro
11)DDT

- Los plaguicidas utilizados como patrón, que no se encontraron en las muestras son:

1) 2,4-D
2) Alfa-BHC
3) EPTC
4) dieldrín
5) clordano
6) mirex
7) malatión

CAPÍTULO 9

CONCLUSIONES

A continuación se listan las principales conclusiones a que se llegaron en este trabajo:

⇒Los efectos negativos del uso y manejo de los plaguicidas son un indicador del riesgo que existe al utilizar estas substancias.

⇒Las afectaciones que originan los plaguicidas pueden presentarse inmediatamente (intoxicaciones y muerte) o a largo plazo (cáncer, mutaciones, dermatitis, etc.).

⇒Los incidentes relacionados con estas substancias se han presentado en todo el mundo; lo cual indica que no es exclusivo de algún sector.

⇒Tras una investigación en tiendas distribuidoras de plaguicidas y con la información proporcionada por la PROFEPA-OAXACA, se encontró que en el Estado de Oaxaca se utilizan aproximadamente 67 plaguicidas.

⇒No se utilizan plaguicidas alternativos (biocontroles) en el Estado.

⇒Se efectúo una recopilación de las características y propiedades de los plaguicidas utilizados en el Estado de Oaxaca, para proporcionar información básica y conocer la toxicidad de estos productos.

⇒Entre los plaguicidas utilizados existen algunos con propiedades tóxicas y cancerígenas para el ser humano y la vida silvestre.

⇒En lo relativo a la contaminación de cuerpos de agua, suelo y efectos a la salud, en muchos de los casos, es consecuencia de la falta de aplicación o escasa legislación y normatividad. Por lo tanto, en este trabajo se hace hincapié y referencia al marco jurídico que se dispone a nivel internacional y nacional sobre plaguicidas.

⇒Un avance en la Normatividad Mexicana en cuanto a plaguicidas, es la Norma 127-SSA1-1994 que marca los limites permisibles para agua potable y además proporciona un tratamiento para los casos en los que se exceda esta norma. Sin embargo son muy pocos los plaguicidas normados (siendo que los usados son mucho más), no se dan metodologías para cumplir con los requerimientos, ni técnicas para evaluar las muestras ambientales.

⇒De la evaluación realizada acerca del uso y manejo de los plaguicidas, se deduce que hay poca información; además, es muy limitada la divulgación que se tiene sobre los efectos negativos de estos productos o de las medidas que hay que tomar para evitar la contaminación ambiental.

⇒Por lo anterior en este trabajo se exponen algunos métodos para prevenir la contaminación ambiental por plaguicidas. Algunos de estos métodos están aceptados por el gobierno de México.

⇒Entre las formas de contaminación ambiental y afectación a la salud, se encuentra la reutilización de envases de estas substancias; ó por la disposición incorrecta de los residuos. En México solo existe un lugar donde se reciben residuos de plaguicidas.

⇒El alto costo del análisis de muestras ambientales para identificar plaguicidas limita la realización de este tipo de estudios.

⇒El método de análisis en este trabajo fue el "Método 508-EPA", el cual permite la identificación de plaguicidas organoclorados y organofosforados; siendo más económico, y eficiente que el único que marca la Ley Mexicana. Reduce el costo de reactivos, el tiempo de análisis y aumenta el porcentaje de recuperación de plaguicidas.

⇒El equipo utilizado es muy sensible, lo cual permitió identificar cantidades muy pequeñas de plaguicidas.

⇒Puede existir un alto riesgo para la salud y el ambiente; por la presencia de plaguicidas prohibidos en agua de pozos, presas, ríos y sedimento (76% de plaguicidas prohibidos). Ya que estos productos son altamente tóxicos para el ser humano y la vida silvestre. Entre los principales efectos que ocasionan los plaguicidas prohibidos identificados son:

1.- Cancerígeno
2.- Teratogénico

3.- Bioacumulable
4.- Tóxico para aves, abejas y peces
5.- Mutagénico
6.- Afectaciones al sistema nervioso central
7.- Anticolinesterásico

⇒Por otra parte la identificación de plaguicidas prohibidos implica que se está infringiendo las disposiciones de la **CICOPLAFEST** al no suprimir el uso de los mismos; siendo que este es contrario a la ley.

⇒De las dos regiones estudiadas, la que presenta mayor contaminación por plaguicidas es la región del Istmo de Tehuantepec (42% de los puntos muestreados que presentaron plaguicidas pertenece al Istmo). Y además de los lugares donde se identificó plaguicidas prohibidos el mayor número corresponde a esta región.

⇒Entre los plaguicidas prohibidos encontrados, se tienen algunos que provocan anencefalia (teratogenicidad) . Este problema ya se ha presentado en el Estado de Oaxaca y aunque se predice una relación con este tipo de contaminación, no se ha comprobado .

⇒De los plaguicidas que exceden límites para agua potable, se encuentra el DDT (total de isómeros), que además de ser bioacumulable tiene propiedades cancerígenas.

⇒Existe la posibilidad de la presencia de otros plaguicidas diferentes a los identificados con los patrones utilizados (se pueden observar picos no conocidos en los cromatogramas de las muestras analizadas).

⇒Durante la recopilación de información en el Estado de Oaxaca, se pudo comprobar que existe un gran desconocimiento de la magnitud del problema que ocasiona el mal uso y manejo de los plaguicidas.

⇒Por último se necesitan más estudios para la evaluación de contaminación ambiental en el Estado de Oaxaca, ya que es muy escasa la información acerca de la calidad del agua que se utiliza, sobre todo referente a la contaminación por plaguicidas.

RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio epidemiológico con el Sector Salud para obtener estadísticas de la afectación a la salud por estos productos y poder proponer medidas de mitigación o prevención.

- Efectuar una vigilancia constante por parte de las Instituciones pertinentes para evitar que se sigan utilizando plaguicidas prohibidos.

- Actualizar y reforzar la legislación vigente, haciendo hincapié en el establecimiento de mecanismos eficaces que posibiliten su riguroso cumplimiento.

- Establecer un Manejo Integrado de Plagas, lo cual implicaría una reducción importante en el uso de plaguicidas y el establecimiento de diversas formas de agricultura alternativa.

- Proporcionar campañas de información a los usuarios de plaguicidas para que adquieran los conocimientos para un manejo y uso seguro de los plaguicidas.

- Evitar que se reutilicen los envases de los plaguicidas, proponiendo alternativas de disposición.

- Utilizar mayor número de patrones de plaguicidas para ampliar el rango de identificación.

- Utilizar más detectores, para identificar plaguicidas que no se pueden analizar con el de **FID** y **ECD**. Tal es el caso del detector de Nitrógeno-Fosfóro, que identifica plaguicidas carbamatos. Los cuales son altamente tóxicos, y están listados por la **PROFEPA**.

- Realizar un estudio con espectrógrafo de masas para corroborar la presencia de plaguicidas que esta en duda su presencia en las muestras.

- Realizar una caracterización amplia en los puntos muestreados donde se identificaron plaguicidas prohibidos y proponer si es necesario sistemas de tratamiento.

- En los lugares donde se sobrepaso el límite de los plaguicidas para agua potable, se puede proponer la aplicación de el tratamiento que marca la norma "adsorción en carbón activado granular"

- Proponer normas para algunos plaguicidas que se siguen utilizando en México y ya han sido prohibidos en otros países por ser cancerígenos, teratogénicos o que pueden causar algún daño al humano o a la vida silvestre.

- Realizar una base de datos de registro de accidentes ocasionados por plaguicidas a nivel estatal.

- Dar divulgación a los trabajos sobre plaguicidas.

- Efectuar mayor número de estudios para la determinación de la contaminación ambiental por plaguicidas.

ABREVIATURAS

a. C. = Antes de Cristo.

°C = Grados centígrados.

CIAPS = Centro de Investigaciones Agrícolas del Pacífico Sur.

CICOPLAFEST = Comisión Intersecretarial para el Control del proceso y uso de Plaguicidas , Fertilizantes y Sustancias Tóxicas.

cm^2 = Centímetros cuadrados.

cm = Centímetros.

CNA = Comisión Nacional del Agua.

DA = Abastecimiento para sistemas de agua potable a industria alimenticia con desinfección únicamente, recreación y libre para usos DI, DII, DIII.

DI = Abastecimiento de agua potable con tratamiento convencional.

DII = Uso recreativo, conservación del flora, fauna y usos industriales.

DIII = Agua para uso agrícola o industrial.

DL_{50} = Dosis letal media (efectos tóxicos en el 50 % de los animales en experimentación).

DOF = Diario Oficial de la Federación.

ECD = Detector de captura de electrones.

ELC = Centro de enlace al ambiente.

EPA = Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos.

EUA = Estados Unidos de Norteamérica.

FAO = Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

FDA = Administración de Alimentos y medicamentos de los Estados Unidos.

FFDCA = Federal Food, Drug and Consmetic Act.

FID = Detector de Ionización de Flama.

FIFRA = The Federal Insecticide, Fungicide y Rodenticide Act.

GIAFAP = Grupo Internacional de Asociaciones Nacionales de Fabricantes de Productos Agroquímicos.

g = Gramos.

g.mol. = gramos mol.

ha = Hectárea.

hrs. = Horas.

INIA = Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.

IOCU = Organización Internacional de Uniones de Consumidores.

KD = Kuderna Danish.

Kg. = Kilogramos

l = Litro

LC_{50} = Concentración Letal media.

LFMCML = Laboratorio de Fisicoquímica Marina de Ciencias del Mar y Limnología.

m = Metro.

m^3 = Metro cúbico.

mg = Miligramo.

mm = Milímetros.

min = Minutos.

msnm = Metros sobre el nivel del mar.

MTBE = Metíl Terbutil Éter.

NCHS = National Center for Health Statistics.

NOM = Norma Oficial Mexicana.

OMS = Organización Mundial de la Salud.

ONU = Organización de las Naciones Unidas.

PAN = Pesticide Action Network International.

PEA = Población Económicamente Activa.

PEAA = Población Económicamente Activa Agraria.

pH = Potencial de Hidrógeno.

PI C = Principio de Información y Consentimiento Previo.

PNUMA = Programa de las Naciones Unidas del Medio Ambiente.

Pob = Población.

PT = Potencial de Toxicidad.

ppb = Partes por billón.

ppm = Partes por millón.

RH = Región Hidrológica.

SARH = Secretaría de Agricultura y Recursos Hidraúlicos.

SECOFI = Secretaría de Comercio y Fomento Industrial

SEDUE = Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

seg. = Segundos.

SNC = Sistema Nervioso Central.

SS = Secretaría de Salud

SSA = Secretaría de Salubridad y Asistencia.

TLm96 = Limite medio de tolerancia de 96 hrs.

TLV = Valor limite umbral.

µg = microgramos.

µl = microlitros.

µm = micrómetros .

UNAM = Universidad Nacional Autónoma de México

Vol. = Volumen.

WHO = World Health Organization.

REFERENCIAS

- Albert L. A., y L. Alpuche, 1987, Determinación de plaguicidas organoclorados en quesos de la Comarca Lagunera, México.

- Albert L. A., Méndez F., Cebrián M. E., y A. Portales, 1980, Organochlorine Pesticide Residues. A Preliminary Study in Three Mexican Cities, Arch. Env. Health.

- Albert A. L., 1988, Curso básico de toxicología ambiental, Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud, Limusa, México.

- Albert L. A., 1990, Environmental Contaminants in Mexican Food, In: Nriangu J. O., y M. S. Simmons, Food Contamination From Environmental Sources. Advances in Environmental Science anda Technology, vol. 23, John Wiley and Sons, New York.

- Almeida W. F., 1986, Vigilancia sistemática del ambiente. Residuos de plaguicidas, In: Albert, L. A., (de) Plaguicidas , salud y ambiente; Memorias de los Talleres de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, 1982, y Xalapa , 1983, ECO/OPS/OMS, Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud.

- Almeida W. F., y E. García, 1991, Plaguicidas y sus Efectos en la Salud en Brasil, in preparation, Sao Paulo.

- Arthur L. C., 1983, Congenital Malformations, Plants, Pesticides and Other Toxic Chemicals: Current Topics, University Of California.

- Associacao Nacional de Defensivos Agrícolas, 1989, Vendas Faturadas de Defensivos Agrícolas, 1987-1988, Brazil.

- Associacao Nacional de Defensivos Agrícolas (ANDEF), 1990, Vendas de Defensivos Agrícolas pro Destinacao, Sao Paulo.

- ATSDR Science Corner, 1995, Congressional Testimony Agency from Toxic Substances and Disease Registry, USA.

- Bolaños M., 1990, Los plaguicidas en el Ecuador, Ministerio de Agricultura, (Mimeo).

- Bueso J. A., et al., 1987, Efectos de los plaguicidas en Honduras, Tegucigalpa.

- Bull D., y D. Hathaway, 1986, Pragas e Venenos: Agrotoxicos no Brasil e no Terceiro Mundo, Río de Janeiro, OXFAM.
- Carvalho J. P., 1984, Residuos de Praguicidas Organoclorados em Gordura Bovina, Inst. Biológico, Sao Paulo.
- Carvalho J. P., et al., 1980, Niveis de Residuos de Praguicidas Organoclorados em Productos Carneros sob Inspeçao Federal, Revista de Saúde Publica. Sao Paulo.
- Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, 1984, Órgano Informativo del Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, México.
- CICOPLAFEST, SARH, SSA, SEDESOL, y SECOFI, 1994, Catalogo Oficial de Plaguicidas , México.
- CIENTEC, 1982, Residuos de Defensivos Agrícolas, Relatorio Parcial, Soya 82 (Convenio Cientec/ Finep).
- Confederación Universitaria Centroamericana (CSUCA) y Gobierno de Noruega, 1989, Diagnóstico sobre el uso e impacto de los plaguicidas en Costa Rica, El Salvador, Guatemala y Honduras.
- Cremlyn J. R., 1991, Agrochemicals Preparation and Mode of Action, John Wiley & Sons, Great Britain.
- De campos M, 1987, Problemas asociados con el uso de plaguicidas en Guatemala, OPS/Lucam, Seminario sobre problemas asociados con el uso de plaguicidas en Centroamérica y Panamá, San José, Costa Rica.
- Department of Commerce, 1979, Setting Priorities for Control of Fugitive Particulate Emissions from Open Sources, National Technical Information Service, Washington.
- Dickoff D. J., et al., 1987, Delayed Neurotocity after Ingestion of Carbamate Pesticides, Neurology.
- Dirección General de Epidemiología y Secretaría de Salud, 1994, Estadísticas de intoxicaciones en México, México.
- Diario Oficial de la Federación, 3 de enero de 1991, Plaguicidas prohibidos en México, México.
- Diario Oficial de la Federación, 22 de octubre de 1993, Normatividad para residuos peligrosos, México.

- Diario Oficial de la Federación, 18 de enero de 1996, Norma para limites permisibles en agua potable, México.
- Edwards C. A., 1986, Agrochemicals as Environmental Pollutants, In: Van Hofsten B. Y G. Ekstrom (eds), Control of Pesticide Applications and Residues in Food, A Guide and Directory, Science Press, Uppsala.
- Environment Canadá, 1977,Surface Water Quality in Canadá, An Overview, Ottawa.
- EPA, 1990, National Survey of Pesticides in Drinking Water Wells -Phase I. EPA Rept. 570/9-90-015, US Environmental Protection Agency, Washington.
- EPA, 1992, Another Look: National Survey of Pesticides in Drinking Water Wlls-Phase II, EPA Report. 579/09-91-020, US Environmental Protection Agency, Washington.
- FAO, 1977, Informe de la consulta intergubernamental especial sobre la normalización internacional de los recursos para el registro de plaguicidas, Roma.
- FAO, 1981, Pesticide Residues in Foods, Rome, Food and Agricultural Organization.
- FAO, 1986, International Code of Conduct for the Distribution and Utilization of Pesticides, Resolution 10/85, Rome, Food and Agriculture Organization.
- FA, 1990, Código Internacional de Conducta para la Distribución y utilización de Plaguicidas, Roma.
- FAO/ UNEP, 1991, Expert Meeting on Prior Informed Consent (PIC).
- Ferreira M. S., 1989, A Importancia do Monitoramento e a Aolicaçao Adequada dos Defensivos Agrícolas. In: Instituto de Tecnología de Alimentos (ITAL). I Seminario de Residuos de Pesticidas, Campinas.
- Florez R. E. , et al., 1986, Impacto dos Agrotóxicos sobre o Ambiente a Saúde e a Sociedade. Sao Paulo.
- Greenpeace, 1990, Never Registered Pesticides: Rejected Toxics Join the Circle of Poison, Washington.
- GTZ, Cooperación Técnica Alemana 1982, 1988, 1990, Informe de la Oficina de Cooperación Técnica del Convenio Costarricense Alemán de Sanidad Vegetal, Costa Rica.

- Hayes W. J. Jr., 1975, Toxicology of Pesticides, The Wilkins and Wilgins Co., Baltimore.

- Henao S., et al, 1990, Actividad colinesterásica en menores trabajadores, Antioquía Colombia 1989-1990, De. Lealon, Medellín.

- Henao S., et al., 1991, Diagnóstico preliminar do uso de agrotóxicos no Brasil e seus impactos sobre a saúde humana e ambiental, Reuniao sobre agrotoxicos. saude humana e ambiental No Brasil, Brasilia.

- Henao S., Finkelman J., Albert L., Koning H., 1993, Plaguicidas y Salud en las Américas, USA.

- Herrera A., E. De la Peña, 1989, Genotoxicidad (carcinogenicidad de los plaguicidas . Revista de Toxicología , España.

- Hernández J. E., y A. Benderly, 1982, Nuevos conceptos de los plaguicidas, Ciencia y Desarrollo, México.

- Hidalgo C., 1986, Determinación de residuos de plaguicidas organoclorados en huevos de ocho especies de aves acuáticas que anidan en la Isla Pájaros, Guanacaste, Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

- Instituto Centroamericano de Investigaciones y Tecnología (ICAITI), 1978, Seminario regional sobre uso y manejo de los plaguicidas en Centro América, Guatemala City, Guatemala.

- Instituto Colombiano Agropecuario, 1990, Estadísticas de comercialización de plaguicidas 1989, División de Insumos Agrícolas, Bogotá.

- International Programme on Chemical Safety, 1973, Organophosphorus Insecticides: A General Introduction, Tech. Rept. Ser. No. 513, Geneva, WHO.

- Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution, 1983, The Evaluation of the Hazards of Harmful Substances Carried by Ships, Reports and Studies GESAMP, No. 17, London, IMCO.

- Keiding J., 1976, The Hoysefkt: Biology and Control. WHO/VBC/76.650, Geneva, WHO.

- Keith L. Morre, M. Sc. Ph. D., FIAC, 1988, Embriología clínica, Editorial Interamericana, México.

- Lara W. H., et al., 1980, Niveis de BHC e DDT em Peixes, Camaroes e Ostras do Litoral de Santos, Estado de Sao Paulo, Revista Inst., Adolfo Lutz.

- Maddy K. T., Edmiston S. Y D. Richword, 1990, Illness, Injuries, and Deaths from Pesticides Exposures in California, 1949-1984, Revs. Env. Cont. Toxicol.

- Matthew J., Ellenhorn and Donald G. B., 1988, Medial Toxicology Diagnosis and Treatment of Human Poisoning, USA.

- Mora L., et al., 1984, Análisis de residuos de plomo en repollo, Agron. Costarr.

- Morgan D. E., et al., Recognition and Management of Pesticide Poisonings, Fourth De. EPA, Washington.

- Mutchinick O., Orozco E., Babinsky V. y Nuñez, 1990, Gaceta Médica de México, Vol. 126, Num. 3, México.

- Natale D. E., et al., Waterborne Pesticides in the Negro River Basin, Argentina.

- PAN International, 1990, "Dirty Dozen" Pesticide Scorecard Released by International Pesticide Network for Strict Controls from "Cradle to Grave", San Francisco.

- PROEXAG, 1989, Detenciones de productos agrícolas de Centro América en los puertos de entrada de EUA., en el año fiscal de 1989. Programa de la Agencia Internacional para el Desarrollo de los EUA. (USAID), para la promoción de exportaciones agrícolas. Prepared by: Program Evaluation Branch (HFC-UZ).

- PROFEPA-Oaxaca, 1994, Relación de plaguicidas más utilizados en el Estado de Oaxaca, Oaxaca.

- PROFEPA, Subprocuraduría de Auditoria Ambiental, Unidad de Planeación de Auditoria ambiental, Dirección de Clasificación de Zonas de Riesgo Ambiental, 1994, Número y ubicación de sitios con residuos peligrosos y datos sobre disposición, México.

- Rahea Y., et al., 1989, Estudio de las importaciones de pesticidas agropecuarios en Panamá y su influencia en el fortalecimiento de la producción a bajo costo, Universidad de Panamá.

- Restrepo I., 1992, Los plaguicidas en México, Comisión Nacional de Derechos Humanos, México.

- Rojas E. E., 1984, Estudios de residuos, degradación y comportamiento del paraquat en tres suelos cafetaleros en Costa Rica, Facultad de Agronomía, San José Costa Rica.

- Santiago L. D. Y F. Infante, 1981, Contaminación por residuos de plaguicidas organoclorados en especies de animales de interés cinegético y en peces de agua dulce. Veterinaria y Medio Ambiente, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Madrid, España.

- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1988, Comité Nacional Calificador de Insumos. México.

- SEDESOL, 1994, Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Ediciones Porrúa, México.

- Smith A., y O. Lossev, 1981, Pesticides and Equipment Requierements for National Vector Control Programmes in Developing Countries 1978-1984, Unpublished Document VBC/81.4, Geneva, WHO.

- Smith A., y N. G. Graz, 1984, Urban Vector and Rodent Control Services, Unpublished document WHO/VBC/84.4, Geneva, WHO.

- Smith, David W., 1992, Recognizable Patterns of Human Malformations, USA.

- Secretaría de Salud, 1994, Legislación Sanitaria, México.

- SSA, 1994, Informe de casos de anencefalia en la zona del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

- SSA y CICOPLAFEST-Oaxaca, 1993, Curso de diagnóstico de tratamiento y registro de intoxicaciones por plaguicidas, Puebla.

- Tycooly International, 1982, The World Environment 1972-1982, Dublin, Tycooly International Natural Resources and the Environment Series, Vol...8.

- Vainio H., 1987, Occupational Cancer Prevention, Cancer Res. Clin. Oncol.

- Viveros A. D., y L. A. Albert, 1990, Estudios sobre plaguicidas en leche materna en México, Ciencia y Desarrollo XVI.

- Vargas M. A., y R. M. Del C. Vallejo, 1990, Residuos de insecticidas organoclorados en leche humana y de vaca en Colombia, Vol.. Of. Sanit. Panam.

- Wesseling C., y M. Trivelato, 1990, Plaguicidas ambiente y salud, Costa Rica, Proyecto MASICA/OPS, San José.

- WHO, 1990, World Malaria Situation 1988. In: World Health Statistic Quarterly, Vol.. 43, Geneva.

- WHO, 1982, European Cooperation on Environmental Health Aspects of the Control of Chemicals, Interim Document 9, Copenhagen.
- WHO, 1984, Paraquat and Diquat, Environmental Health Criteria No. 39, Geneva.
- WHO, 1988, Urban Vector and Pest Control: Eleventh Report of the WHO Expert Committee on Vector Biology and Control. Tech. Rept. Ser. No. 767, Geneva.
- William C. M., 1967, Third Generation Pesticides, USA.
- Wood Mackenzie and Co. The World Pesticide Market: Current Trends And Development of New Products. GIFAP Bulletin.
- World Bank, 1982, World Development Report. New York.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Agriculture and the Environment, 1993, Agriculture Ecosystems & Environment, Vol. 46, Elsevier science publishers, Amsterdam.

- Albert A. L., 1988, Curso básico de toxicología ambiental, Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud, Limusa, México.

- Albert A. L., y Alpuche L., 1988, Plaguicidas organoclorados en huevo de gallina, Revista de la Sociedad Química Mexicana, México.

- APHA, AWWA, WPCF, 1989, Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, España.

- Arthur L., Craigmill, 1983, Plants, Pesticides and Other Toxic Chemicals: Current Topics, Congenital Malformations, University of California.

- ATSDR Science Corner, 1995, Congressioonal Testimony Agency for Toxic Substances and Disease Registry, USA.

- Brithis Medical Association by Edward Arnold, 1992, Pesticides chemicals and Health, Hodder & Stoughton, United Kingdom.

- Brown, Anthony W. A., 1978, Ecology of pesticides, John Wiley & Sons, USA.

- CAMEO, Base de datos.

- Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 1994, MSDS (base de datos),Ontario, Canada.

- CICOPLAFEST, SARH, SEDESOL, SSA, SECOFI, 1994, Catálogo oficial de plaguicidas, México.

- CPEHS, OPS and OMS, 1986, Clasificación de plaguicidas conforme a su peligrosidad recomendada por la OMS, Metepec, México.

- Cremlyn J. R., 1991, Agrochemicals Preparation and mode of action, John Wiley & Sons, Great Britain.

- Delp CH. J., 1988 Fungicide Resistence Researcn & Mangement Goals & their Implementation in North America, American phytopatholegical society, Belgica.

- Eduard A. L., 1993, Aquatic Pollution an Introductory text. USA.

- Edward A., 1992, Pesticides Chemicals and Health, Great Britain.

- Edwards A. C., 1973, Environmental Pollution by Pesticides, Plenum press, Vol. 3, Great Britain.

- EPA, 1994, RREL, Treatability database, Version 5, USA.

- FAO, 1977, Informe de la Consulta Intergubernamental Especial sobre la Normalización Internacional de los Recursos para el Registro de Plaguicidas, Roma.

- FAO, 1990, Código Internacional de Conducta para la Distribución y utilización de plaguicidas, Roma.

- GIFAP, (Vol. 8 No. 10), 1982, Belgica.

  (Vol. 9 No. 9), 1983, Belgica.

  (Vol. 1), 1984, Prevention and Reduction of Pesticide Residues in Groundwater Through Good Agricultural Management Practices, Belgica.

  (Vol. 1), december 1987, Belgica.

- Grover I. S., Dhingra A. K., Neetaa and Ladhar S. S., 1990, Mutation and the environment genotoxicity of pesticides and plant systems, Wiley-Liss, Inc., India.

- Henao S., Finkelman J., Albert L., Koning A., 1993, Plaguicidas y salud en las Américas, Serie ambiental No. 12, OPS and OMS, USA.

- Hewlett Packard, Vol. 2, 1992, Fundamentals of G. C. student manual, USA.

- Hewlett Packard, 1989, The analysis of clorinated pesticides and PCBs using the HP-608 capillary column, USA.

- Howard H. P., Boethlin S. R., Jarvis F. W., Meylan M. W., 1991, Handbook of Environmental Degradation Rate, Lewis publishers, 2a. edition, USA.

- Hutson D:H. and T.R. Roberts, 1981, Progress in Pesticide Biochemistry, Vol.1 y 2 John Wiley & Sonss, Great Britain.

- IAP, AMIPFAC, GIFAP y CONACYT, 1984, Generalidades sobre plaguicidas agrícolas, uso y manejo, México.

- Jenkins D., 1984, Agriculture and the Environment Institute of Terrestrial Ecology Natural Environment Research Council, Proceedings of ite Symposium No. 13, Great Britain.

- Kaloyannova P. F. and Batawi A. M., 1991, Human Toxicology of Pesticides, CRC press, USA.

- Koren H., 1991, Handbook of Environmental Health and Ssafety Principles and Practicas, Vol I, 2a edition, Lewis publishers, USA.

- Kurtz A. D., 1990, Long Range Transport of Pesticide, Lewis Publishers, USA.

- Lewis A E., 1993, Aquatic Pollution an Introductory Text, Second edition, John Wiley. USA.

- López A. D., Gozalez L. D. y Moreno S. A., 1987, La salud ambiental en México, Vol. 4, México.

- Mackenthum M. K., 1992, Environmental Regulation Handbook, Lewis publishers, USA.

- Manahan E. S., 1991, Environmental Chemistry. fifth edition, Lewis Publishers, USA.

- Manahan E. S., 1992, Toxicological Chemistry. second edition, Lewis Publishers, USA.

- Matthew J., Ellenhorn and Donald G. B., 1988, Medical Toxicology Diagnosis and Treatment of Human Poisoning, USA.

- McEwen L. F. and Stephenson R. G., 1979, The Use and Significance of Pesticides in the Environment, John Wiley & Sons, USA.

- Miliadis E. G., 1994, Determination of Pesticide Residues in Natural Waters of Greece by Solid Phase Extraction and Gas Chromatography, Environmental Contamination and Toxicology, Springer Verlag Inc., USA.

- Monasterio O. F. et al, 1987, Manejo de los desechos industriales peligrosos en México, Vol. 2, Universo veintiuno, México.

- Mutchinick O., Orozco E., Babinsky V., y Nuñez, 1990, Factores de riesgo asociados a los defectos del cierre del tubo nerual : exposición durante el primer trimestre de la gestación, Gaceta Médica de México, Vol. 126, Num. 3, México.

- OMS and PNUMA, 1992, Consecuencias sanitarias del empleo de plaguicidas en la agricultura, España.

- OSHA, 1990, Regulated Hazardous Substances. Health, Toxicity, Economic and Technological Data. Noyes Data Corporation, USA.

- Ragsdale N. N. and Kuhr J. R., 1989, Pesticides Minimizing the Risks, American Chemical Society, USA.

- Restrepo., 1992, Los plaguicidas en México, Comision Nacional de Derechos Humanos, México.

- SARH, 1988, Manual de agroquímicos, químicos- Farmaceuticos, alimentos y biológicos veterinarios. Vol. I plaguicidas, Dir. General de Sanidad y Protección agropecuaria y forestal, México.

- SARH, INIFA, CIAPS, 1986, Tecnología generada por la CIAPAS para la agricultura oaxaqueña 1985, México.

- SARH, INIFA,CIAPS, 1984, Guía para la asistencia técnica agrícola,

  Mixteca Oaxaqueña, Oaxaca

  Sierra Oaxaqueña, Oaxaca.

  Costa Oaxaqueña, Oaxaca.

  Valles Centrales, Oaxaca.

  Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

- SARH, CICOPLAFEST, 1993, Curso de diagnóstico de tratamiento y registro de intoxicaciones por plaguicidas, Puebla México.

- Schnoor L. J., 1992, Fate of Pesticides and Chemicals in the Environment, Wiley Interscience Publication, John Wiley & Sons, INC., USA

- Secretaría de Patrimonio y Fomento industrial, Dirección general de normas, NOM-AA-71-1981, Norma Oficial Mexicana , Análisis de agua- Determinación de plaguicidas organoclorados- Método de cromatografía de gases.

- SEDESOL, 1993, Regulación y gestión de productos químicos en México enmarcados en el contexto internacional, Series monografias No. 1, México.

- SEDESOL, 1994, Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Ediciónes Porrúa, S.A., México.

- SEDESOL, INE, 1994, Prevención y preparación de la respuesta en caso de accidentes químicos en México y en el Mundo, Serie monográfica No.5, México.

- Secretaria de Salud, 1994, Legislación Sanitaria, México.

- Shineldecher L. Ch., 1992, Handbook of Environmental Contaminants a Guide for Site Assement, Lewis publishers, USA.

- Smith E. J., Helmick J., 1993, Guía para el tratamiento y la disposición de pequeñas cantidades de desechos de plaguicidas. OPS, México.

- Ster R. E., 1993, Diccionario de especialidades agroquimicas, 4a edición México.

- Van Heemstry L., 1979, Field Worker Exposure During Pesticide Aplication -Tordoir-, Proceedings of The Fifth International Workshop of the Scientific Committee on Pesticides of the International Association on Ocupational Health The Hague the Nertherlands.

- Willett J., 1991, Gas Chromatography, John Wiley & Sons, Great Britain.

- Zabik M. J.James N. S., 1993, Environmental Quality Atmpspheric Transport of Organophosphate Pesticides from California Central valley to the Sierra Nevada mountains. USA.

ANEXO 1

CROMATOGRAFÍA DE GASES

CROMATOGRAFÍA DE GASES:

La técnica a utilizar en este trabajo es la cromatografía de gases, por lo que se menciona a continuación lo más relevante de este método.

La Cromatografía de gases es una separación física de dos o más compuestos, basada en su distribución diferencial entre dos fases, una de las cuales es estacionaria y otra es móvil.

La historia de la cromatografía de gases inicia con la introducción de una simple técnica en los años 40'. Esta técnica permite la separación de mezclas volátiles.

En cromatografía de gases la fase móvil es el gas.

Entre las ventajas de esta técnica se tienen:

1. Velocidad
2. Selectividad
3. Simplicidad
4. Sensitividad.

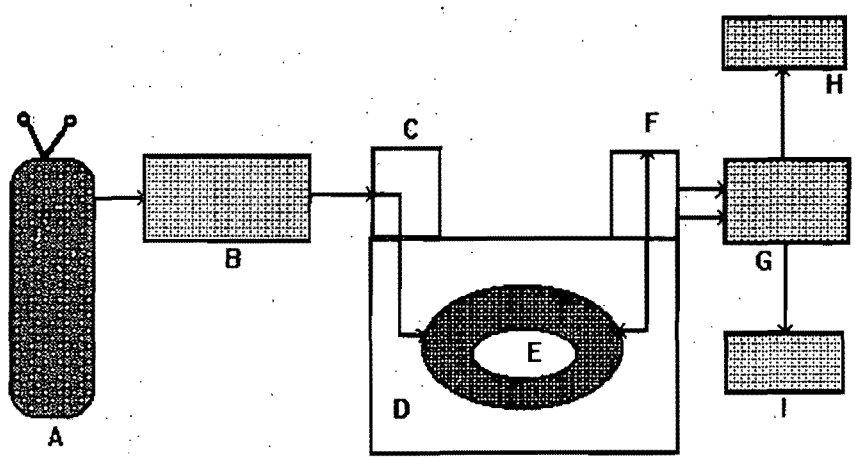
y las desventajas son:

1. La muestra debe ser volátil
2. Las muestras requieren estar limpias de impurezas
3. Se requiere de otros instrumentos para confirmar la identidad de un pico (por ejemplo Espectógrafo de Masas)
4. Se requiere entrenamiento o experiencia para el manejo del equipo
5. Algunos compuestos no pueden ser analizados si presentan:

- Alto peso molecular (600) -polímeros, plásticos, etc
- Alta polaridad y compuestos no volátiles -azúcares, ácidos de amonio, nucleótidos.
- Compuestos iónicos -sales.

Todos los cromatográfos de gases utilizan un suministrador de gas para actuar como la fase móvil y algunos medios de control y medición de flujo. Tienen una columna, la cual está normalmente dentro de un horno termostato para transportar el gas hacia el detector. Tiene un sistema de inyección para introducir la muestra y un detector para identificar el analito. El detector puede tener un equipo auxiliar para registrar y analizar y manipular los datos.

El diagrama de flujo general de un cromatográfo de gases se presenta a continuación (Figura 18):



A = Gas de suministro
B = Controlador de flujo
C = Puerto de inyección
D = Horno
E = Columna ultra capilar
F = Detector
G = Amplificador
H = Integrador
I = Registrador

Figura 18. Diagrama de flujo de cromatografía de gases

TIPOS DE DETECTORES:

- Ionización de flama
- Captura de electrones
- Nitrógeno fósforo
- Conductividad térmica
- Helio
- Electrométrico
- Ionización de argón
- Ionización de flama alcalina
- Infrarojo
- Espectrómetro de masas

PROPIEDADES DE UN DETECTOR:Un detector de un cromatógrafo de gases debe contar con las siguientes propiedades.

1. Sensitividad
2. Estabilidad
3. Linearidad
4. Universalidad
5. Selectividad
6. Facilidad de uso
7. Costo

En el caso de este trabajo los detectores a usar son los de flama y de captura de electrones:

Detector de Ionización de flama (FID): Es altamente sensitivo y selectivo para compuestos que contienen carbón y su amplio rango de linearidad hace que se use en análisis de orgánicos. Su funcionamiento es básicamente dos electrodos que se mantienen cerca de la flama y la corriente que se produce entre ambos es monitoreada . La corriente es proporcional a la cantidad de carbón en la forma de compuestos volátiles orgánicos, los cules entran a la flama y son registrados en forma gráfica, o en cromatogramas, los cuales son una serie de picos sobre una linea base.

Detector de captura de electrones (ECD): Este detector es uno de los más usados , el cual monitorea la conductividad eléctrica del efluente del gas, resultado de la exposición a la radiación ionización de un radionuclido.

Tiene una rápida respuesta lineal, es altamente sensitivo y tiene buena selectividad para compuestos halogenados. Estas propiedades lo hacen especial para análisis ambientales.

Consiste en un pequeño intercambiador dentro de un bloque de metal, a través del cual el efluente de la columna pasa. Dentro del intercambiador hay dos electrodos y una celda qued emite partículas beta, que es la fuente de radioactividad.

La pequeña diferencia potencial es mantenida a través de los dos eléctrodos y el flujo es amplificado y registrado.

TIPOS DE COLUMNAS:

Hay dos clasificaciones generales de columnas de cromatografía de gases que son:

a) En paquete

b) Capilar o columna tubular

Columna empacada: Es un tubo con un diámetro usualmente de 1/8 de pulgada .

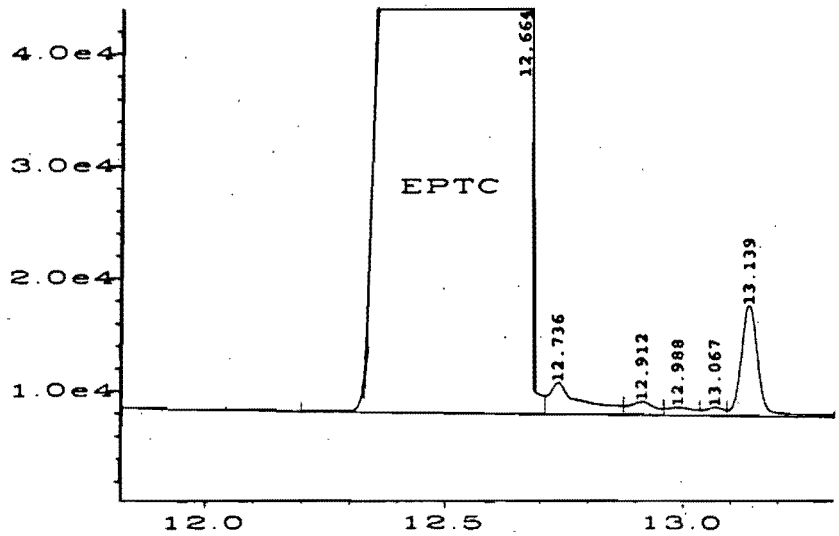
Columna capilar: Es un tubo con un diámetro de 1 mm o menos, en la superficie interna del tubo esta cubierta de una película líquida.
La columna contiene una fase estacionaria. La fase estacionaria para cromatografía de líquidos es un sólido inerte, para cromatografía gaseosa tiene una superficie sólida activa para seleccionar la adsorción de los componentes de la muestra.
Los adsorbentes son : alumina, sílica gel, etc.

La columna utilizada en este estudio es del tipo capilar (ultra capilar 1 crosslinked 5% fenil metil silicon).

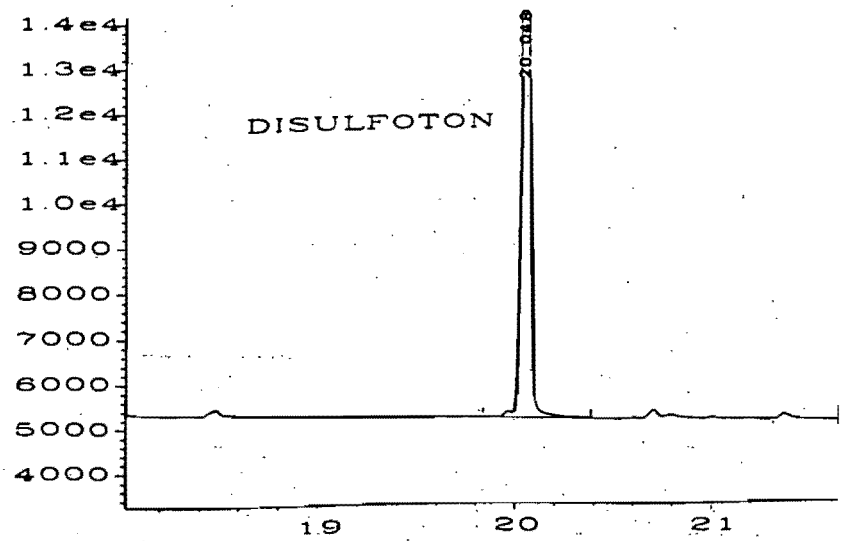
ANEXO 2

CROMATOGRAMAS DE PATRONES DE PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADOS

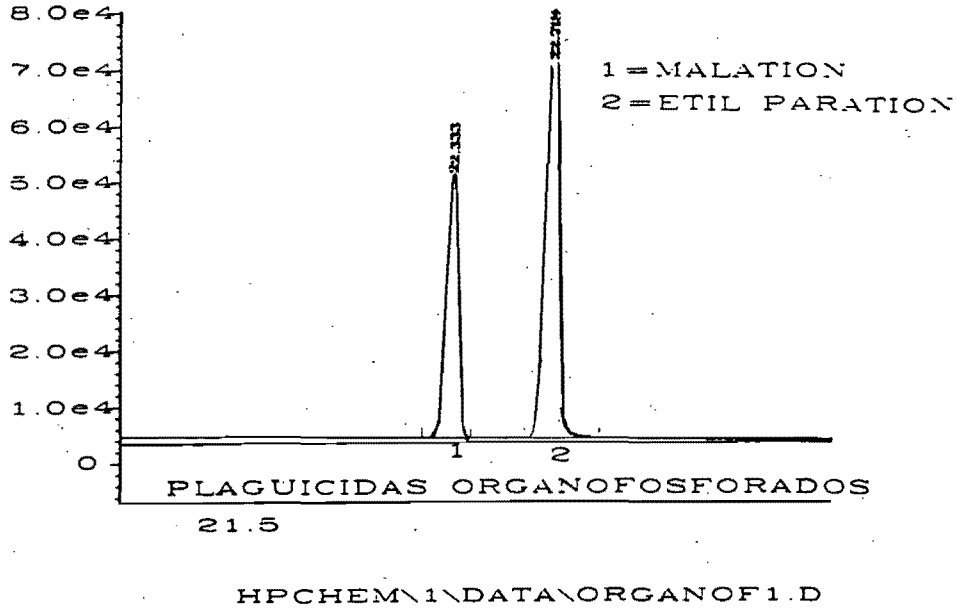
CLAVE:	PATRON:
EPTC.D	EPTC
DISULF.D	Disulfoton
ORGANOF1.D	Malatión y etil Paratión
MERFOS.D	Merfos
AZINETIL.D	Azinfos etílico
PARAQUAT.D	Paraquat

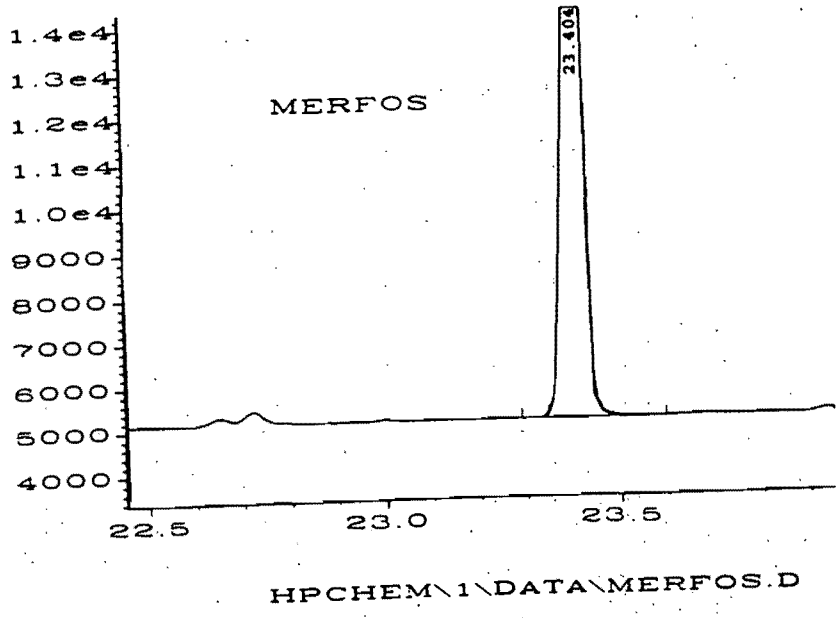


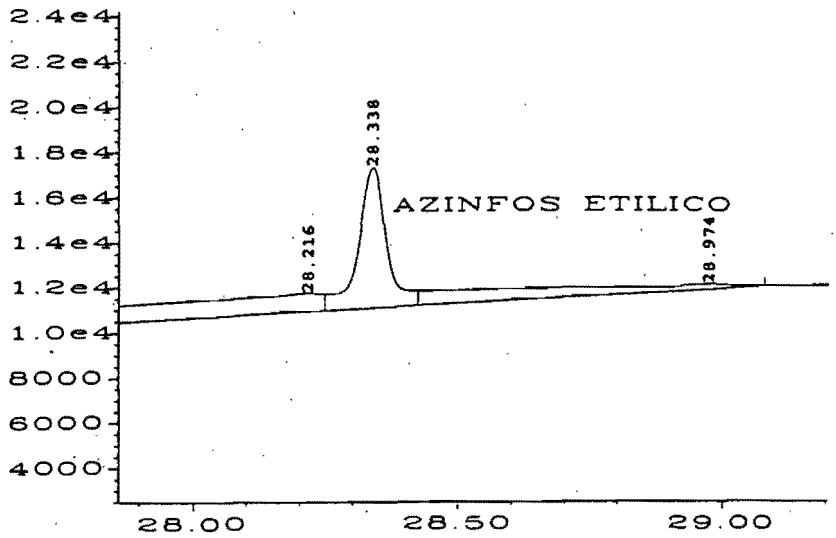
HPCHEM\1\DATA\EPTC.D



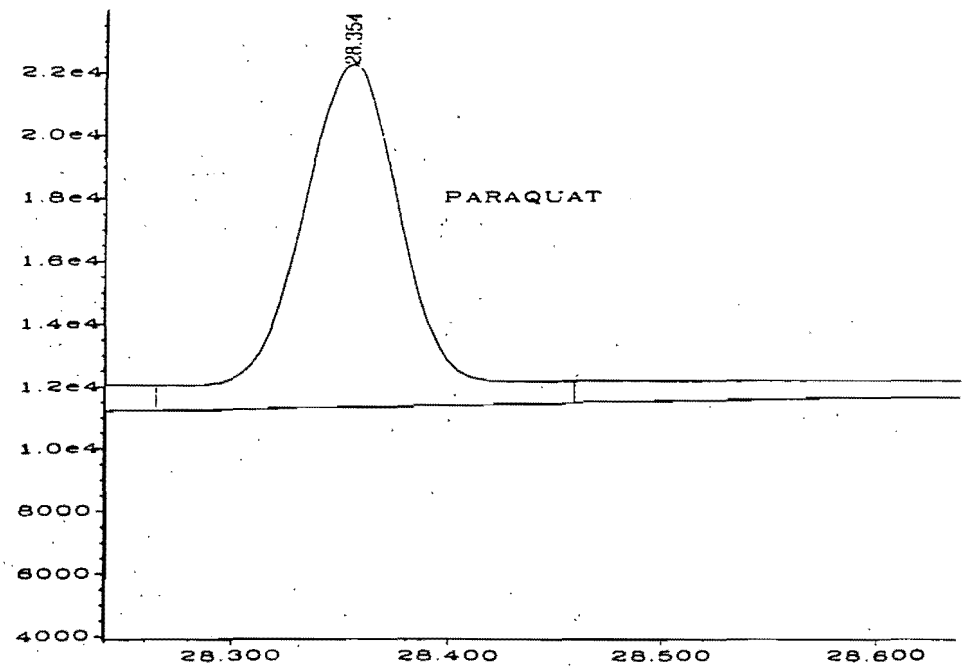
HPCHEM\1\DATA\DISULF.D


8.0e4
7.0e4
6.0e4
5.0e4
4.0e4
3.0e4
2.0e4
1.0e4
0
22.333
22.714
1 = MALATION
2 = ETIL PARATION
1
2
PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADOS
21.5
HPCHEM\1\DATA\ORGANOF1.D


1.4e4
1.3e4
1.2e4
1.1e4
1.0e4
9000
8000
7000
6000
5000
4000
23.404
MERFOS
22.5
23.0
23.5
HPCHEM\1\DATA\MERFOS.D



HPCHEM\1\DATA\AZINETIL.D

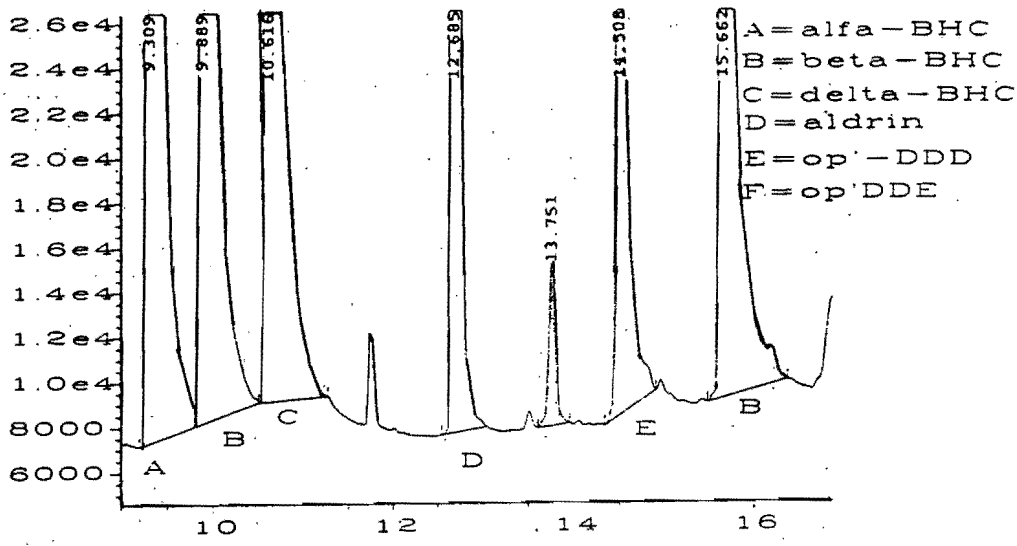


HPCHEM\1\DATA\PARAQUAT.D

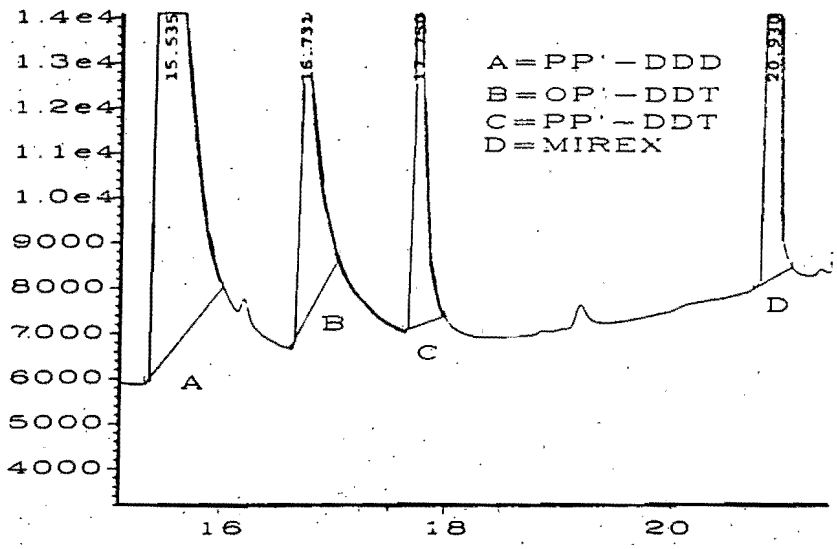
ANEXO 3

CROMATOGRAMAS DE PATRONES DE PLAGUICIDAS ORGANOCLORADOS

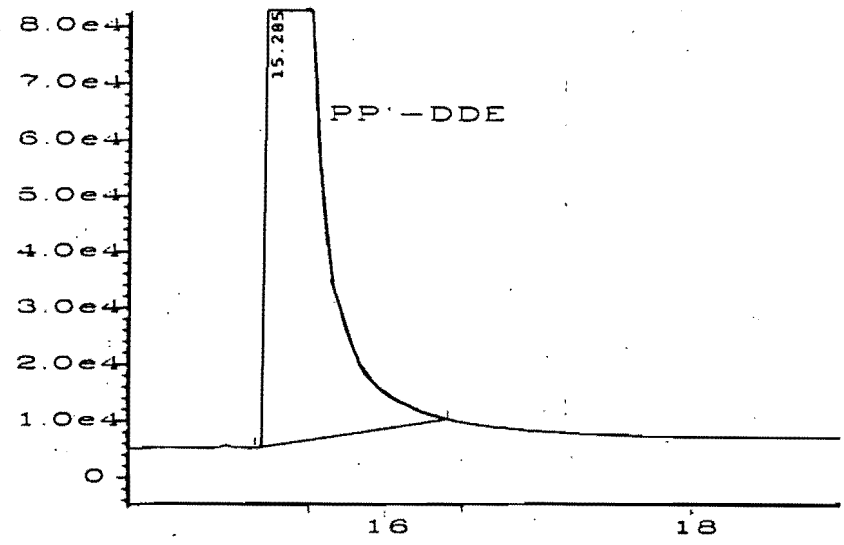
CLAVE:	PATRONES:
MEZP1.D	Alfa-BHC, Beta-BHC, Delta-BHC, aldrín, OP'-DDD, OP'-DDE.
MEP2.D	OP'-DDD, OP'-DDT, PP'-DDT, mirex
PP'-DDE.D	PP'-DDE
ENDOSULF.D	endosulfan
DIELDRI.D	dieldrín
HERBI.D	2,4-D y 2,4,5-TP
MEZP3.D	lindano, heptacloro, heptacloro epóxico clordano, endrín, metoxicloro, toxafeno.



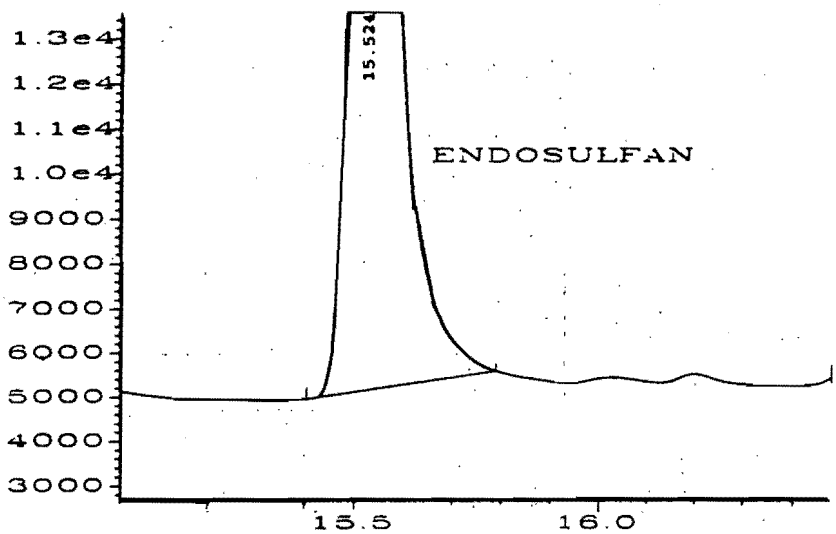
HPCHEM\1\DATA\MEZP1.D



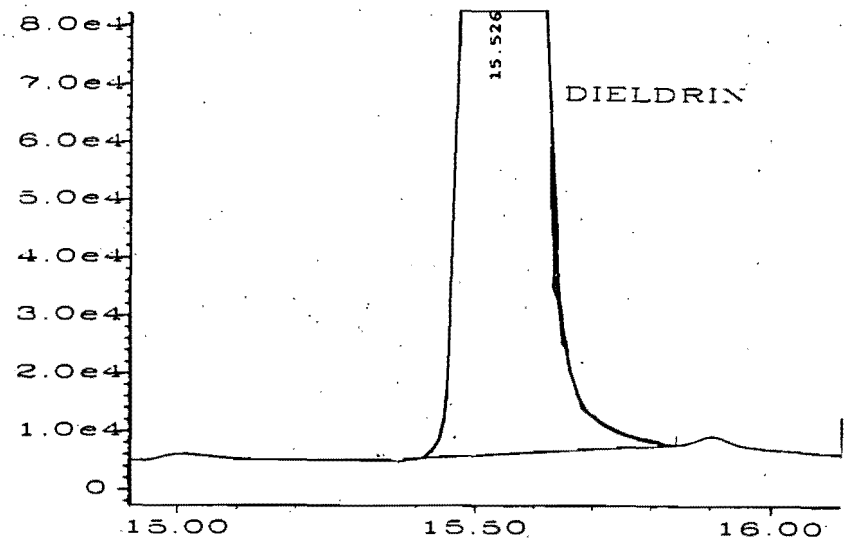
HPCHEM\1\DATA\MEZP2.D



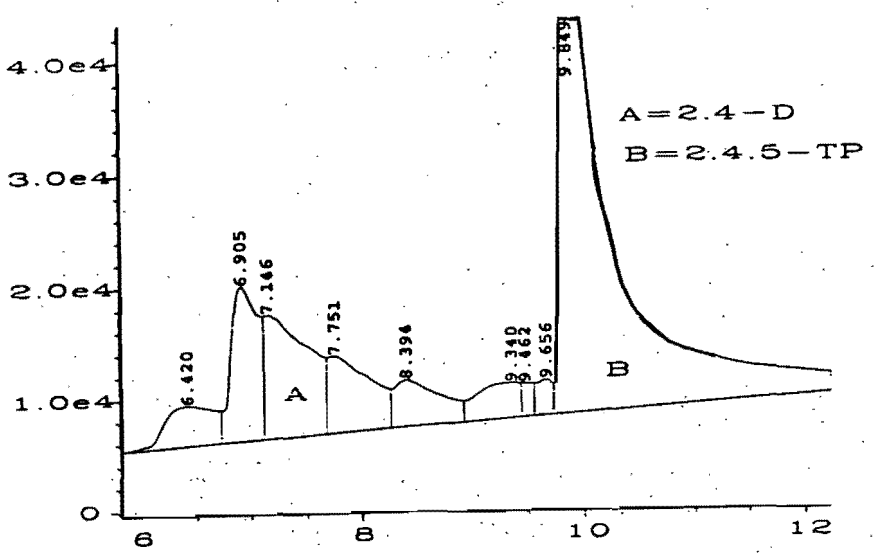
HPCHEM\1\DATA\PP'-DDE.D



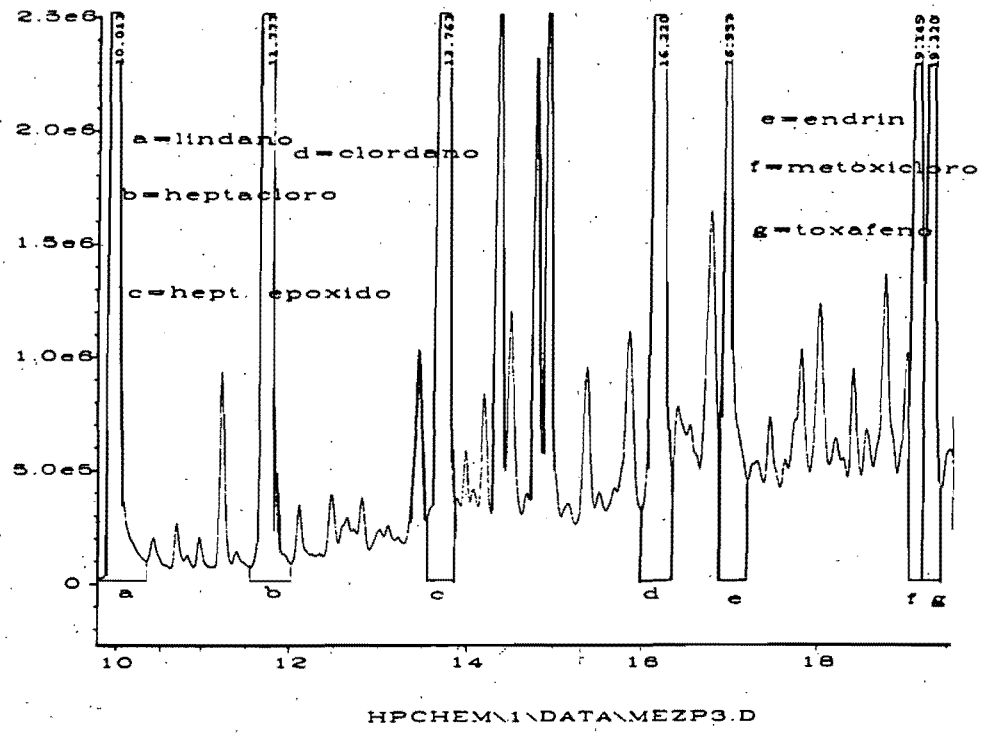
HPCHEM\1\DATA\ENDOSUL.D



HPCHEM\1\DATA\DIELDRI.D



HPCHEM\1\DATA\HERB1.D


2.5e6
2.0e6
1.5e6
1.0e6
5.0e5
0
a=lindano
b=heptacloro
c=hept. epoxido
d=clordano
e=endrin
f=metoxicloro
g=toxafeno
a
b
c
d
e
f
g
10
12
14
16
18
HPCHEM\1\DATA\MEZP3.D

ANEXO 4

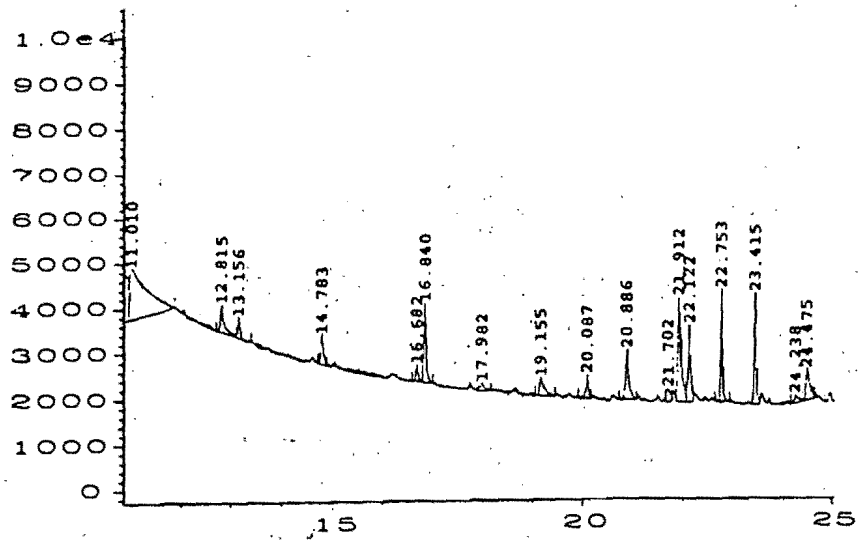
CROMATOGRAMAS DEL ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUA Y SEDIMENTO

CLAVE:	MUESTRA:
M1CATY.D	Pozo 1Cuilapan (Plaguicidas organofosforados)
OCM11.D	Pozo 1Cuilapan (Plaguicidas organoclorados)
M2CATY3.D	Pozo 4 Juchitán (Plaguicidas organofosforados)
OCM23.D	Pozo 4 Juchitán (Plaguicidas organoclorados)
M3CATY2.D	Pozo 2 Juchitán(Plaguicidas organofosforados)
OCM33.D	Pozo 2 Juchitán (Plaguicidas organoclorados)
M4CATY.D	Pozo 5 Juchitán (Plaguicidas organofosforados)
OCM42.D	Pozo 5 Juchitán (Plaguicidas organoclorados)
M5CATY3.D	Pozo 1 Espinal (Plaguicidas organofosforados)
OCM51.D	Pozo 1 Espinal (Plaguicidas organoclorados)
M6CATY2.D	Pozo 1 Espinal-clorada (Plaguicidas organofosforados)
OCM622.D	Pozo 1 Espinal-clorada (Plaguicidas organoclorados)
M7CATY1.D	Presa Las Pilas (Plaguicidas organofosforados)
OCM72.D	Presa Las Pilas (Plaguicidas organoclorados)
M8CATY2.D	Pozo Jalapa del Marques (Plaguicidas organofosforados)
OCM81.D	Pozo Jalapa del Marques (Plaguicidas organoclorados)
M9CATY2.D	Río de los perros (Plaguicidas organofosforados)
OCM91.D	Río de los perros (Plaguicidas organoclorados)

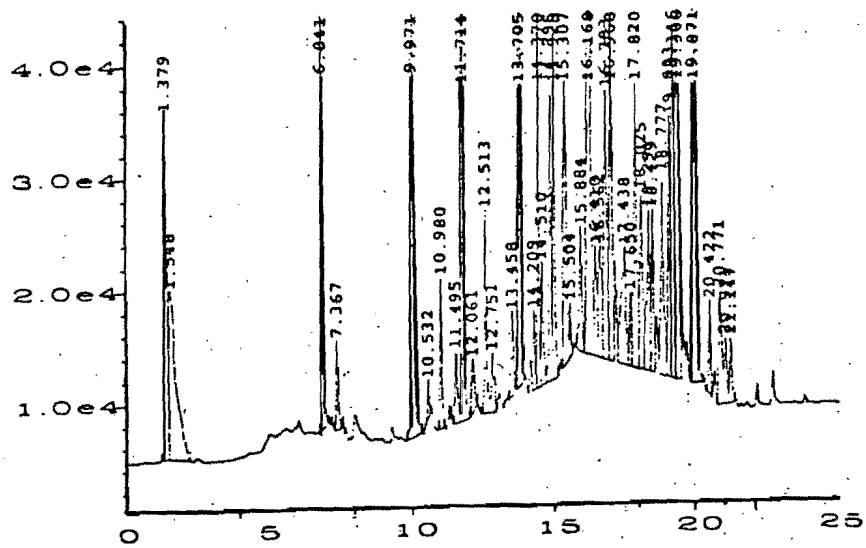
M10CATY1.D	Pozo 1 La Raya (Plaguicidas organofosforados)
OCM101.D	Pozo 1 La Raya (Plaguicidas organoclorados)
M11CATY2.D	Pozo 1 San Antonio de la Cal (Plaguicidas organofosforados)
OCM112.D	Pozo 1 San Antonio de la Cal (Plaguicidas organoclorados)
M12CATY1.D	Manantial Laollaga (Plaguicidas organofosforados)
OCM121.D	Manantial Laollaga (Plaguicidas organoclorados)
M13CATY2.D	Río Tehuantepec (Plaguicidas organofosforados)
OCM131.D	Río Tehuantepec (Plaguicidas organoclorados)
M14CATY1.D	Presa Benito Juárez (Plaguicidas organofosforados)
OCM141.D	Presa Benito Juárez (Plaguicidas organoclorados)
M15CATY1.D	Pozo 2 Espinal (Plaguicidas organofosforados)
OCM151.D	Pozo 2 Espinal (Plaguicidas organoclorados)
M16CATY1.D	Pozo 1 Ixtaltepec (Plaguicidas organofosforados)
OCM161.D	Pozo 1 Ixtaltepec (Plaguicidas organoclorados)
M17CATY.D	Pozo Puerto Libres (Plaguicidas organofosforados)
OCM171.D	Pozo Puerto Libres (Plaguicidas organoclorados)
M18CATY1.D	Pozo 1 Juchitán (Plaguicidas organofosforados)
OCM181.D	Pozo 1 Juchitán (Plaguicidas organoclorados)
M19CATY1.D	Pozo Gravera Guajardo (Plaguicidas organofosforados)
OCM19.D	Pozo Gravera Guajardo (Plaguicidas organoclorados)
M20CATY2.D	Pozo 2 Tlacolula (Plaguicidas organofosforados)
OCM202.D	Pozo 2 Tlacolula (Plaguicidas organoclorados)
M21CATY2.D	Pozo Zaachila (Plaguicidas organofosforados)
OCM211.D	Pozo Zaachila (Plaguicidas organoclorados)
M22CATY1.D	Pozo 1 Xoxocotlán (Plaguicidas organofosforados)
OCM221.D	Pozo 1 Xoxocotlán (Plaguicidas organoclorados)
M23CATY1.D	Pozo 2 Sta. Cruz Tagolava (Plaguicidas organofosforados)
OCM231.D	Pozo 2 Sta. Cruz Tagolava (Plaguicidas organoclorados)

M24CATY2.D	Pozo San Sebastián Etla (Plaguicidas organofosforados)
OCM241.D	Pozo San Sebastián Etla (Plaguicidas organoclorados)
M25CATY1.D	Río Atoyac (Plaguicida organofosforado)
OCM251.D	Río Atoyac (Plaguicidas organoclorados)
M26CATY1.D	Río La Raya (Plaguicidas organofosforados)
OCM261.D	Río La Raya (Plaguicidas organoclorados)
M27CATY1.D	Pozo El Cairo (Plaguicidas organofosforados)
OCM271.D	Pozo El Cairo (Plaguicidas organoclorados)
M28CATY2.D	Pozo El Cairo (Plaguicidas organofosforados)
OCM281.D	Pozo El Cairo (Plaguicidas organoclorados)
M29CATY2.D	Pozo Noria Tlacolula (Plaguicidas organofosforados)
OCM291.D	Pozo Noria Tlacolula (Plaguicidas organoclorados)
M30CATY2.D	Presa Huayapam (Plaguicidas organofosforados)
OCM302.D	Presa Huayapam (Plaguicidas organoclorados)
M31CATY1.D	Pozo 1 Sahop (Plaguicidas organofosforados)
OCM311.D	Pozo 1 Sahop (Plaguicidas organoclorados)
M32CATY2.D	Pozo 1 Mitla (Plaguicidas organofosforados)
OCM321.D	Pozo 1 Mitla (Plaguicidas organoclorados)
M33CAYT1.D	Pozo 3 Juchitán (Plaguicidas organofosforados)
OCM332.D	Pozo 3 Juchitán (Plaguicidas organoclorados)
M34CATY1.D	Pozo 25 Mitla (Plaguicidas organofosforados)
OCM341.D	Pozo 25 Mitla (Plaguicidas organoclorados)
M35CATY1.D	Pozo 1 El Tule (Plaguicidas organofosforados)
OCM351.D	Pozo 1 El Tule (Plaguicidas organoclorados)
S13CATY.D	Sedimento Río Los Perros (Plaguicidas organofosforados)
OCS11.D	Sedimento Río Los Perros (Plaguicidas organoclorados)
S21CATY.D	Sedimento Presa Huayapam (Plaguicidas organofosforados)
OCS21.D	Sedimento Presa Huayapam (Plaguicidas organoclorados)

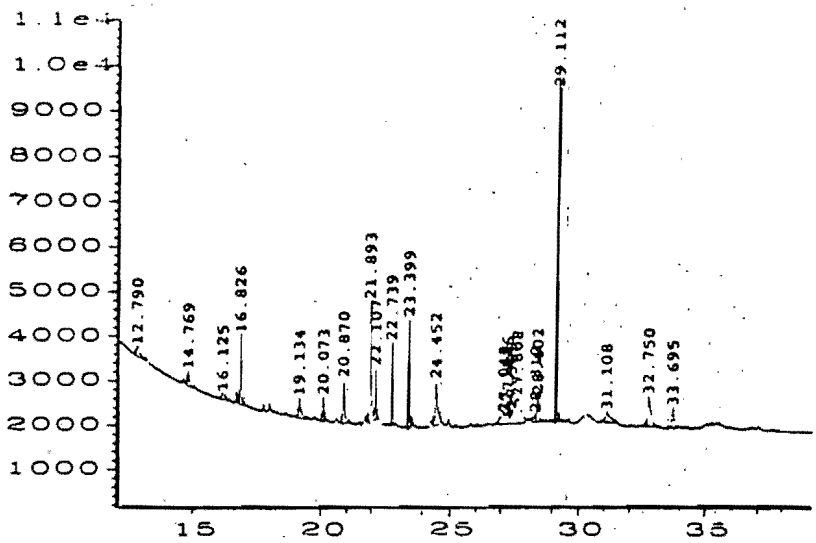
S32CATY.D	Sedimento Presa Benito Juárez (Plaguicidas organofosforados)
OCS31.D	Sedimento Presa Benito Juárez (Plaguicidas organoclorados)



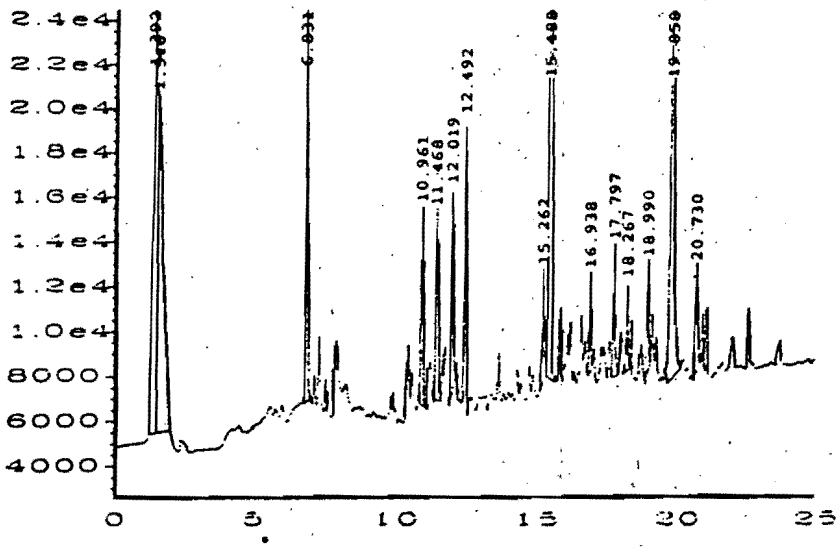
HPCHEM\1\DATA\M1CATY1.D



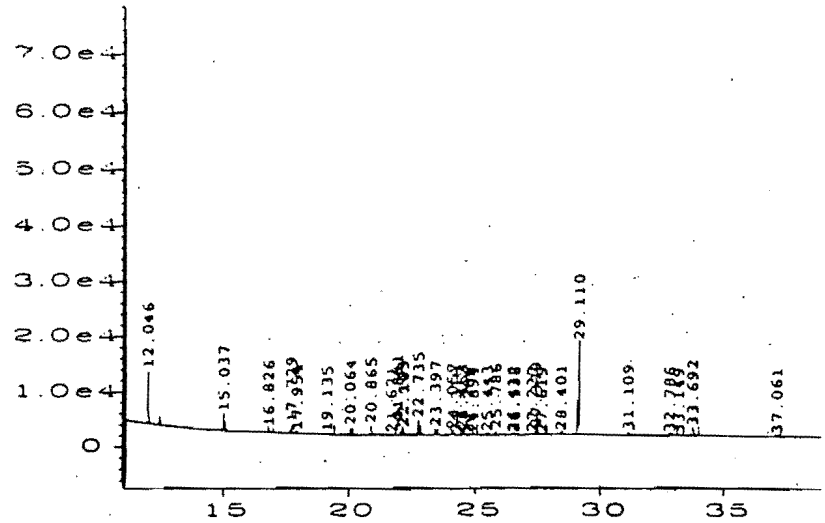
HPCHEM\1\DATA\OCM11.D



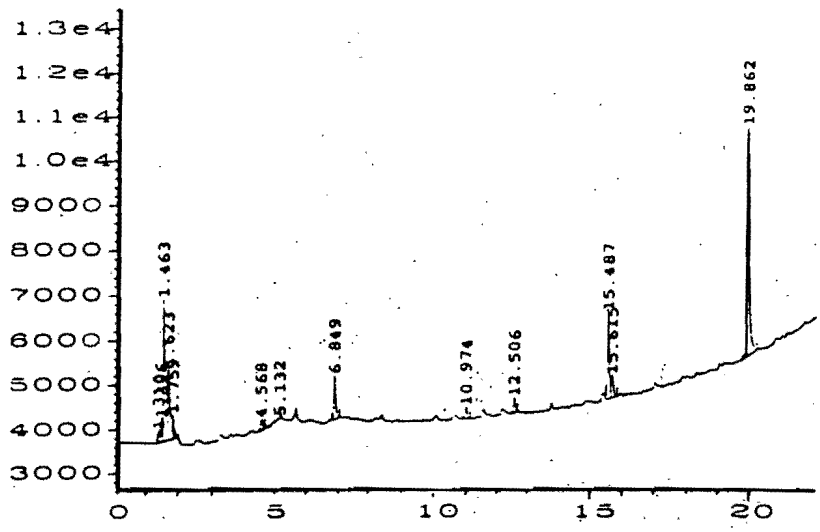
HPCHEM\1\DATA\M2CATY3.D



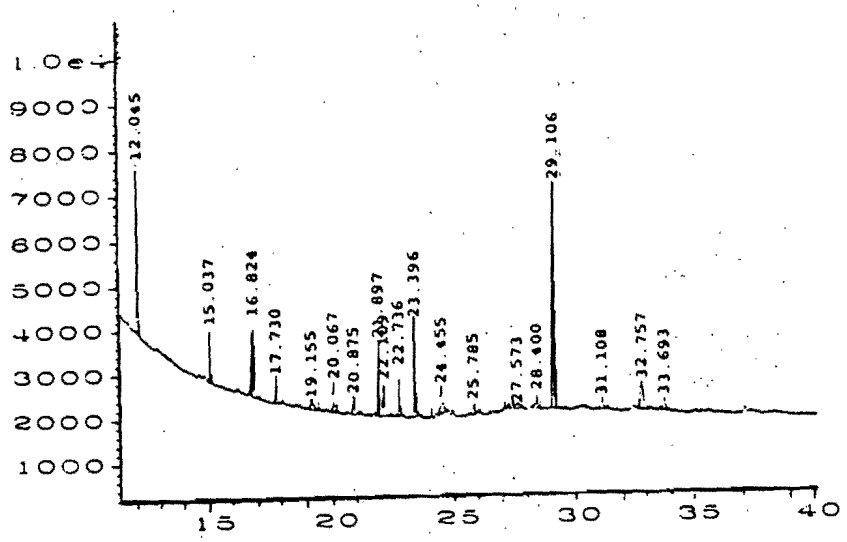
HPCHEM\1\DATA\OCM23.D



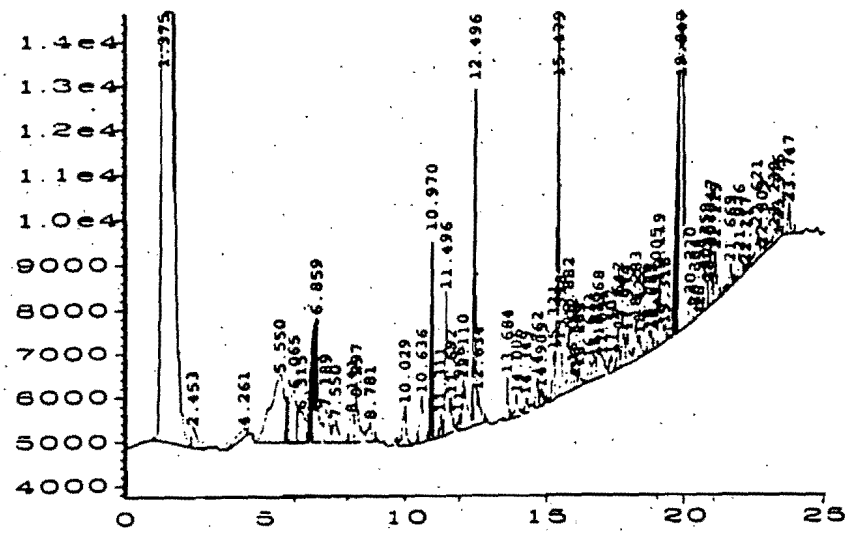
HPCHEM\1\DATA\M3CATY2.D



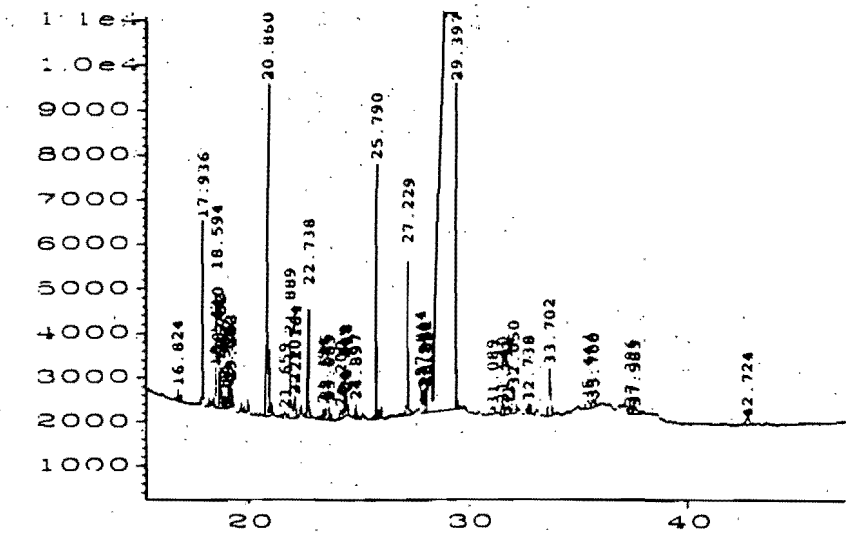
HPCHEM\1\DATA\OCM33.D



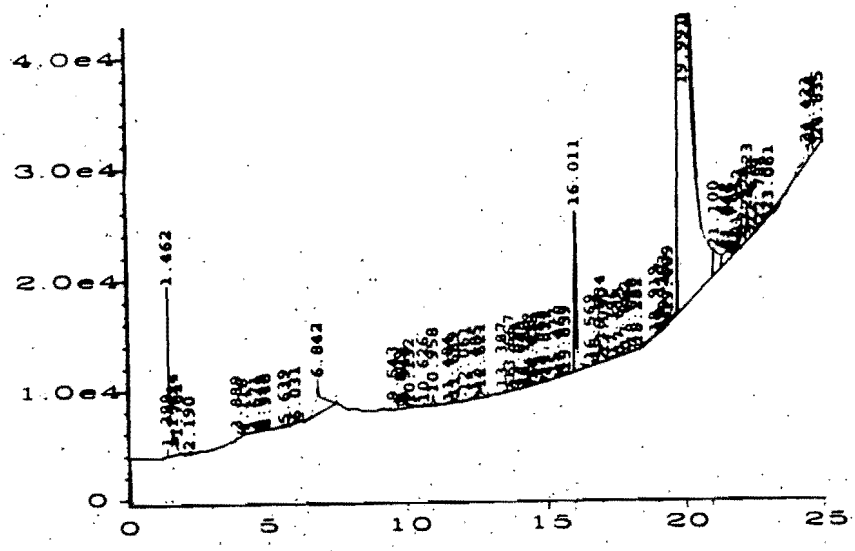
HPCHEM\1\DATA\M4CATY2.D



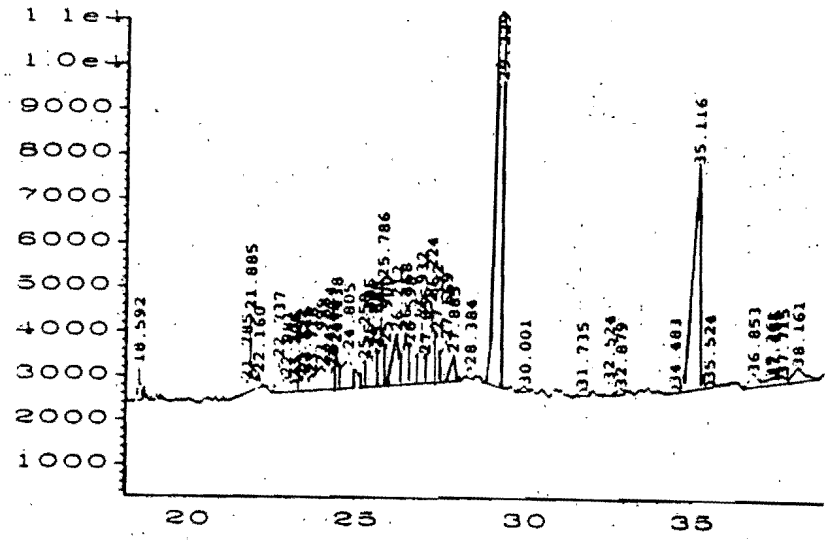
HPCHEM\1\DATA\OCM42.D

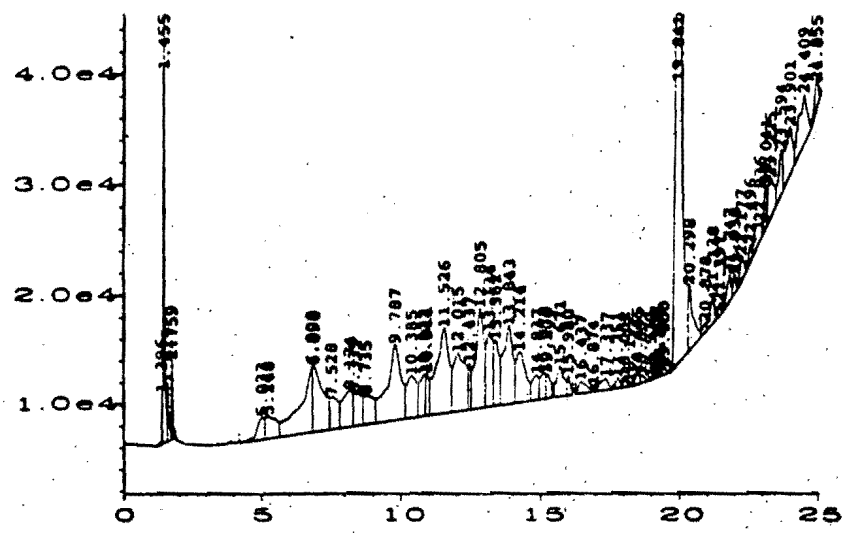


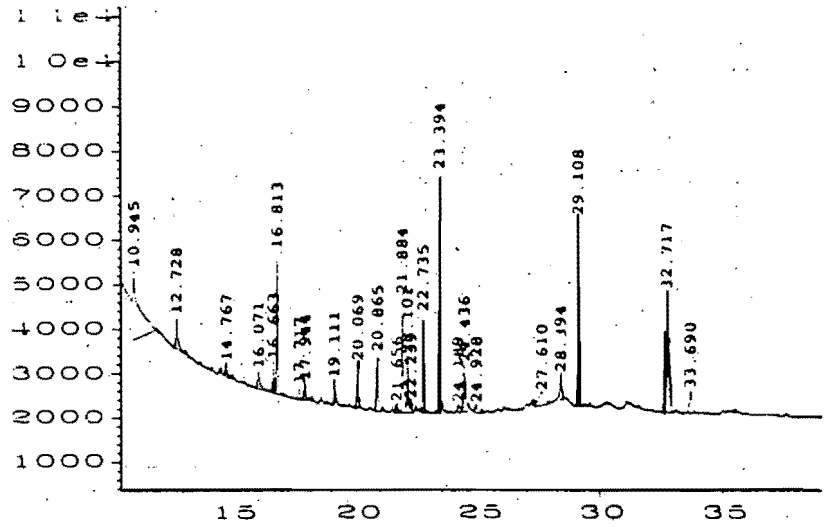
HPCHEM\1\DATA\M5CATY3.D



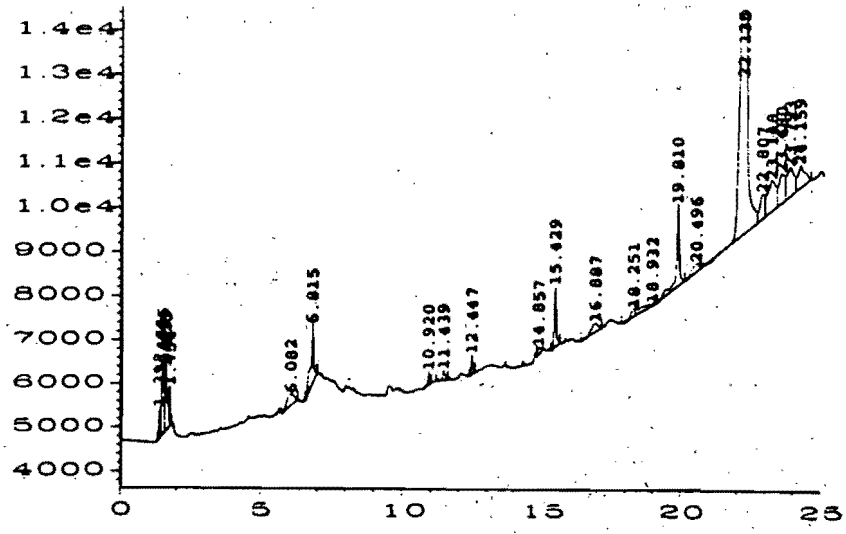
HPCHEM\1\DATA\OCM51.D


1.1e+
1.0e+
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
20
25
30
35
35.116
30.001
31.735
HPCHEM\1\DATA\M6CATY2.D

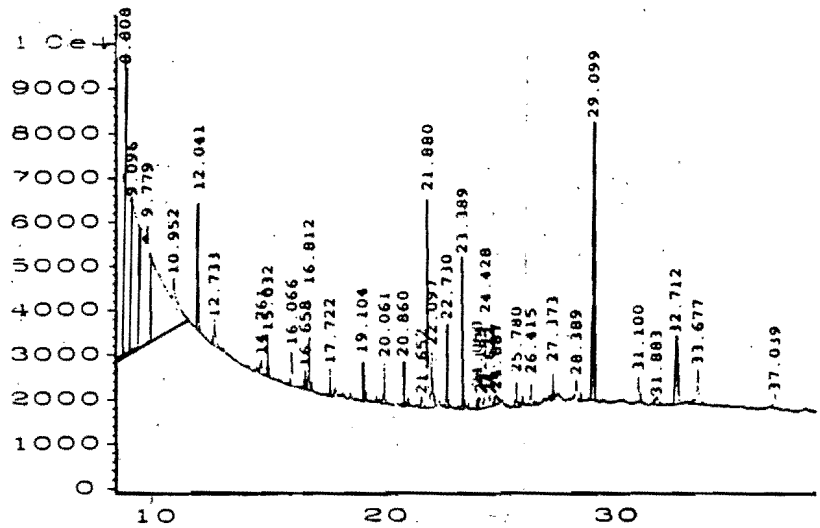

4.0e4
3.0e4
2.0e4
1.0e4
0
5
10
15
20
25
HPCHEM\1\DATA\OCM622.D



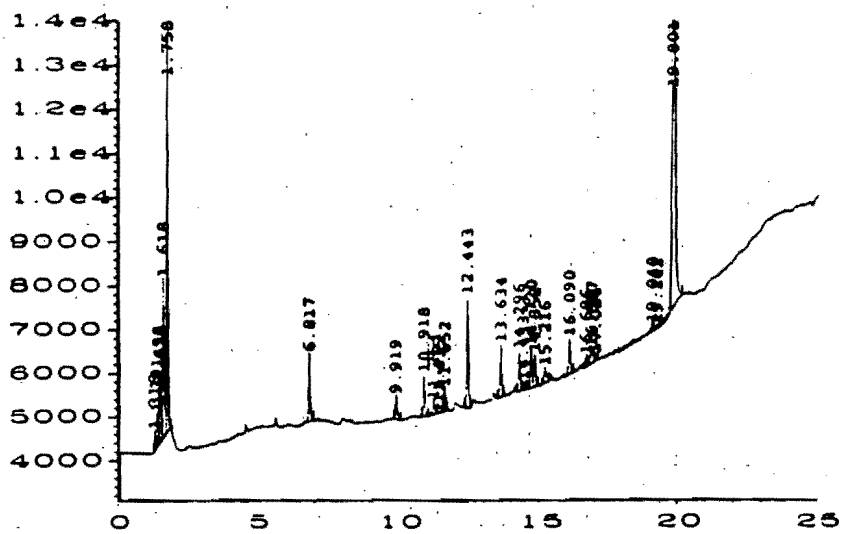
HPCHEM\1\DATA\M7CATY1.D



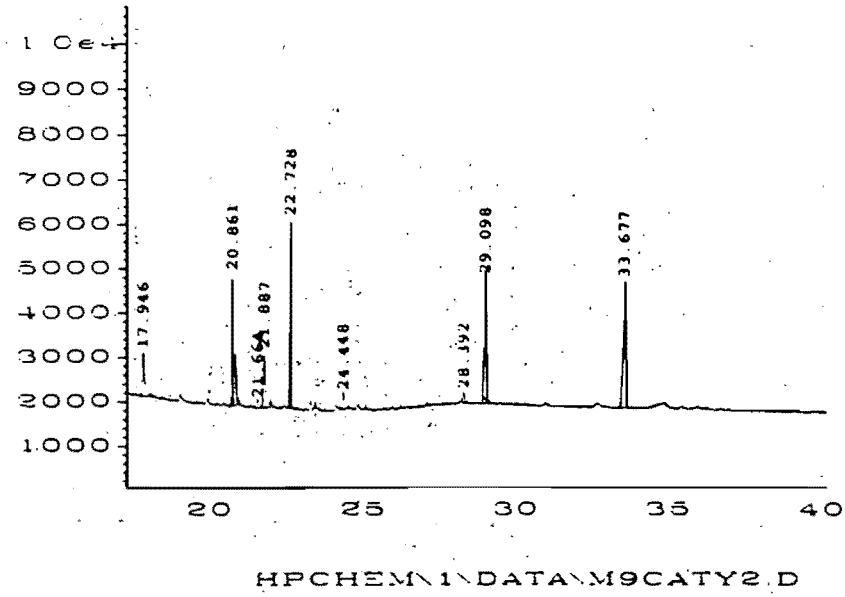
HPCHEM\1\DATA\OCM72.D

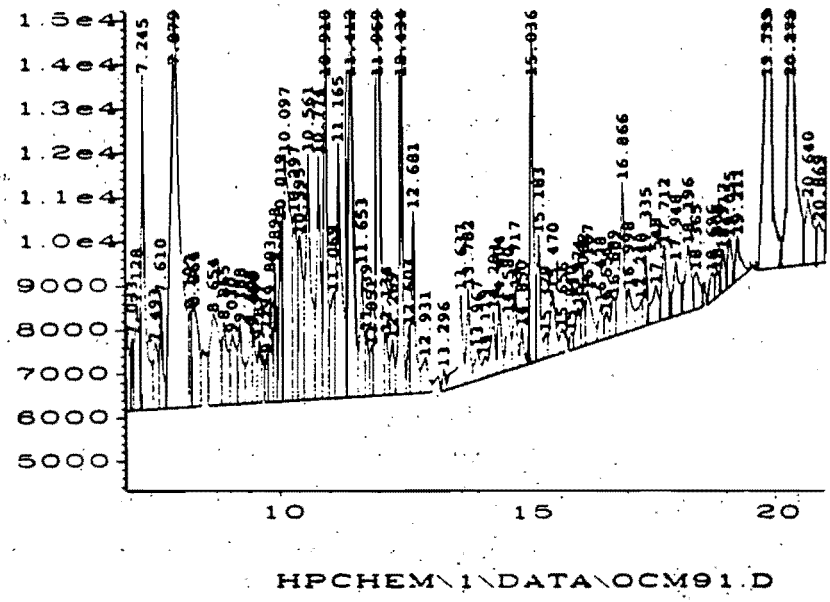


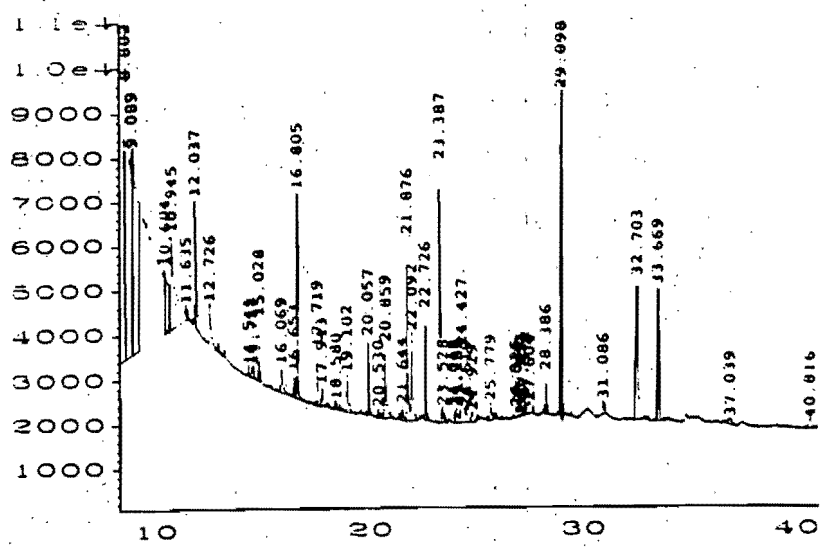
HPCHEM\1\DATA\M8CATY2.D

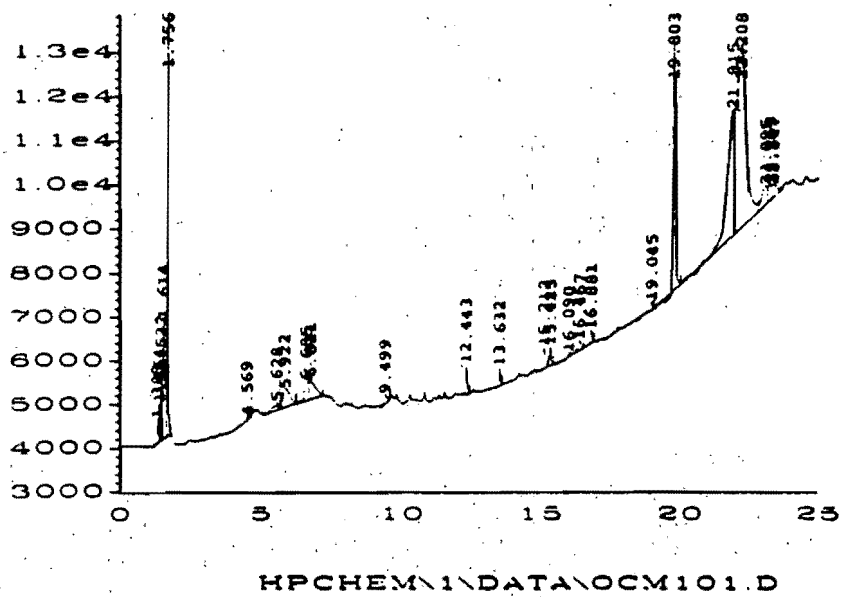


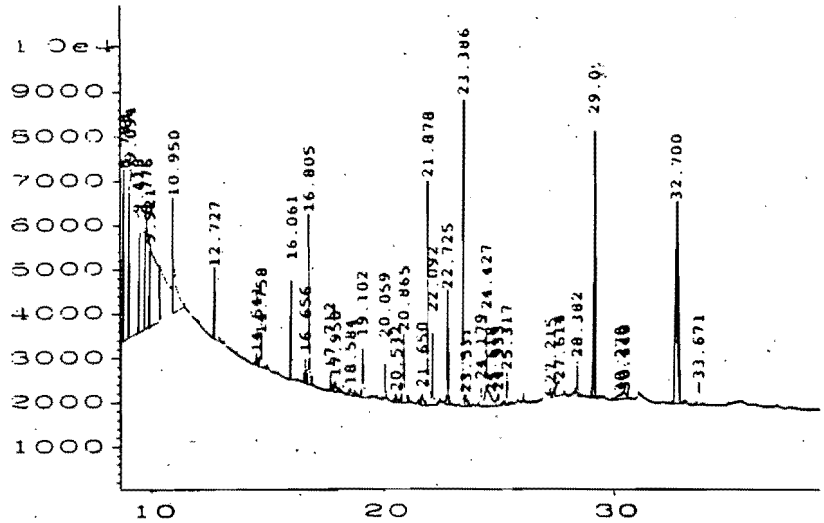
HPCHEM\1\DATA\OCM81.D


1 Ce+
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
17.946
20.861
21.887
22.728
24.448
28.392
29.098
33.677
20
25
30
35
40
HPCHEM\1\DATA\M9CATY2.D

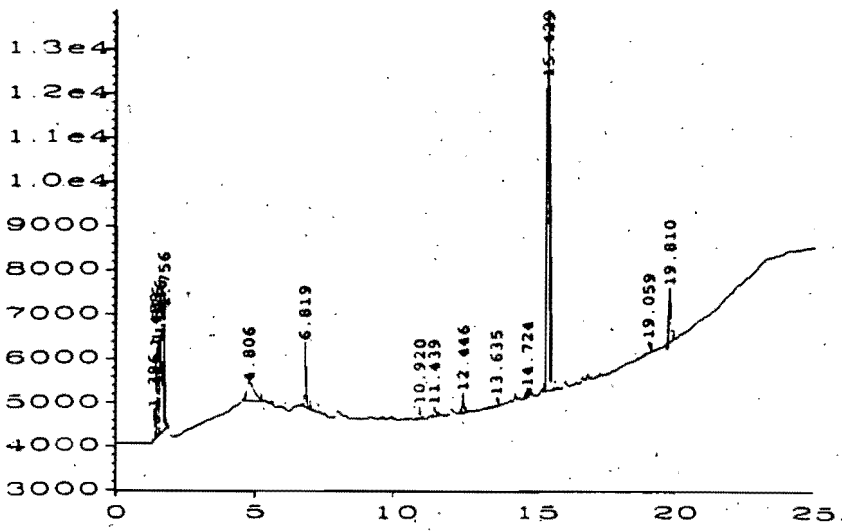

1.5e4
1.4e4
1.3e4
1.2e4
1.1e4
1.0e4
9000
8000
7000
6000
5000
7.245
7.610
10.097
11.165
11.653
12.681
12.931
13.296
15.036
15.187
16.866
10
15
20
HPCHEM\1\DATA\OCM91.D


1.1e+
1.0e+
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
10
20
30
40
5.089
12.037
12.726
16.805
21.387
21.876
22.726
29.098
28.186
31.086
32.703
33.669
37.039
40.816
HPCHEM\1\DATA\M10CATY1.D

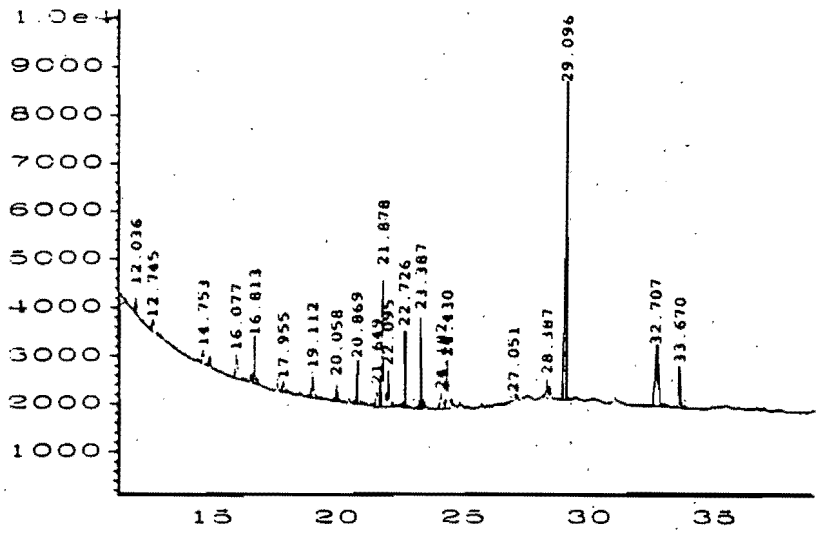

1.3e4
1.2e4
1.1e4
1.0e4
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
0
5
10
15
20
25
1.756
4.569
9.499
12.443
13.632
19.045
19.803
HPCHEM\1\DATA\OCM101.D



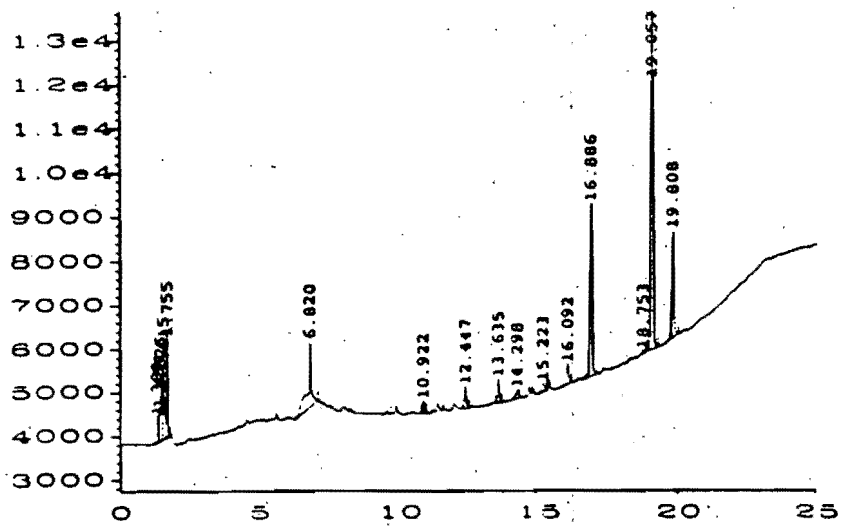
HPCHEM\1\DATA\M11CATY2.D



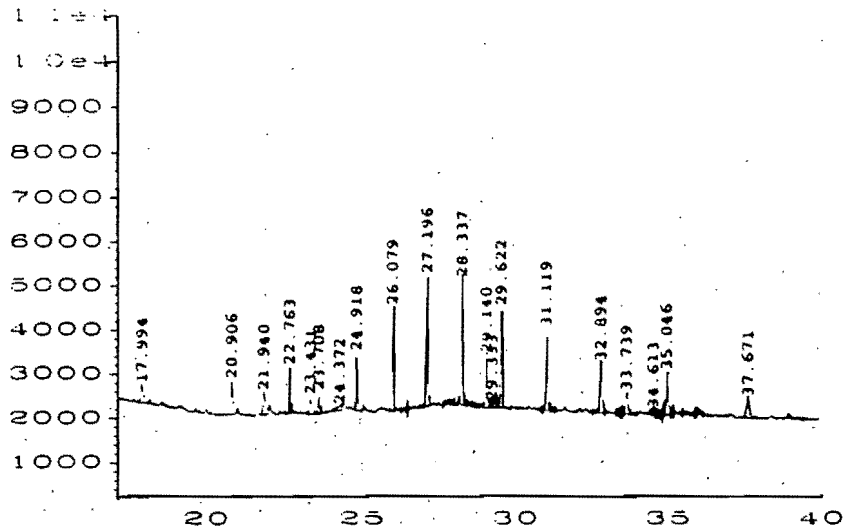
HPCHEM\1\DATA\OCM112.D



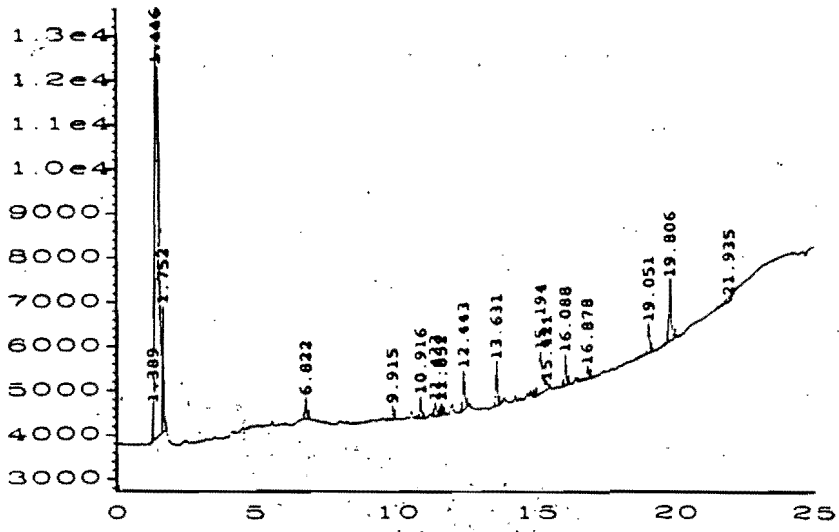
HPCHEM\1\DATA\M12CATY1.D



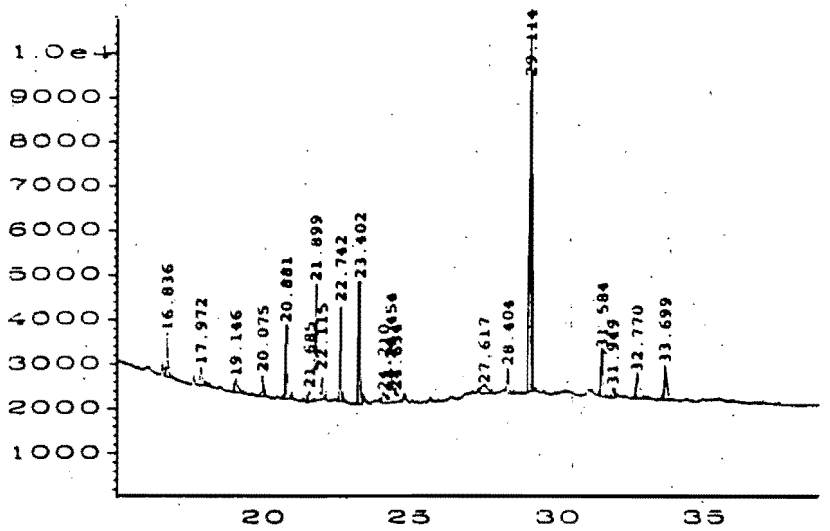
HPCHEM\1\DATA\OCM121.D



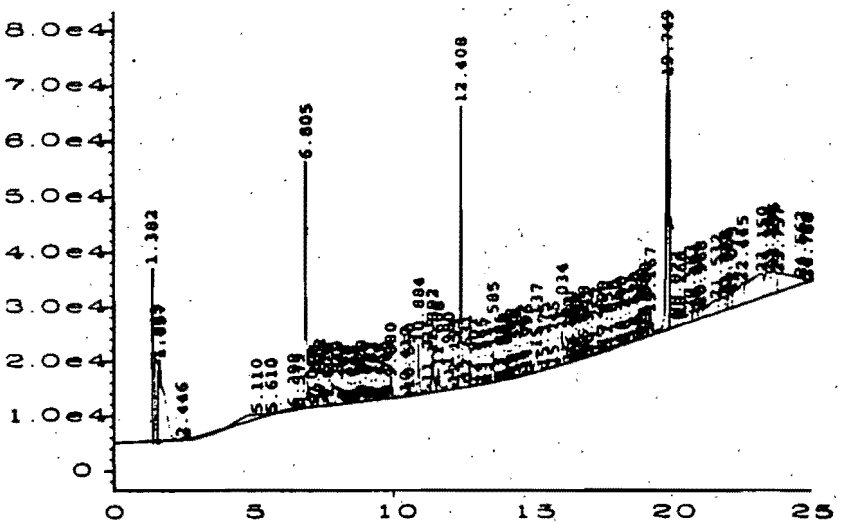
HPCHEM\1\DATA\M13CATY2.D



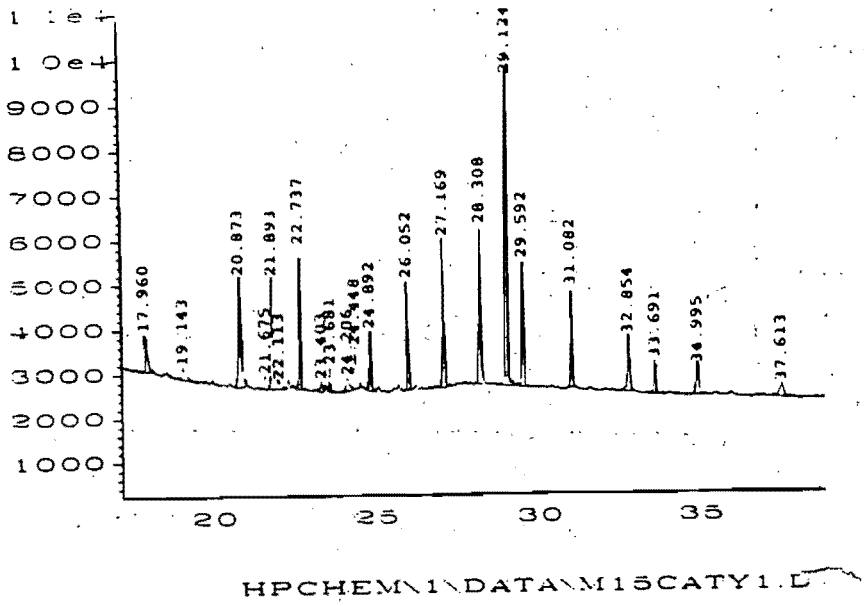
HPCHEM\1\DATA\OCM131.D

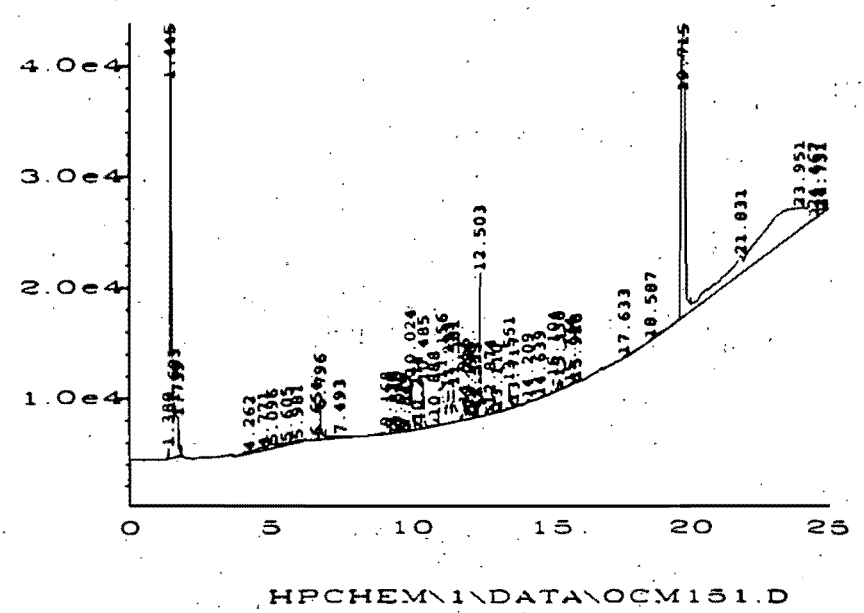


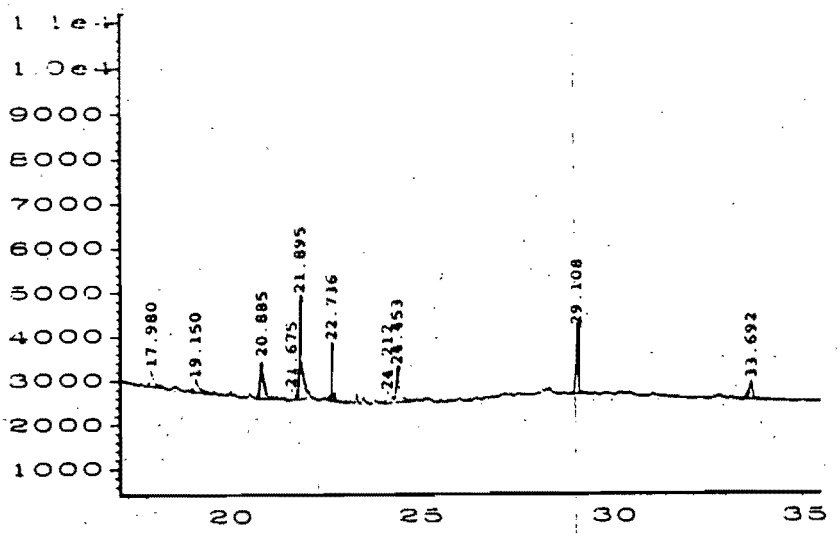
HPCHEM\1\DATA\M14CATY1.D



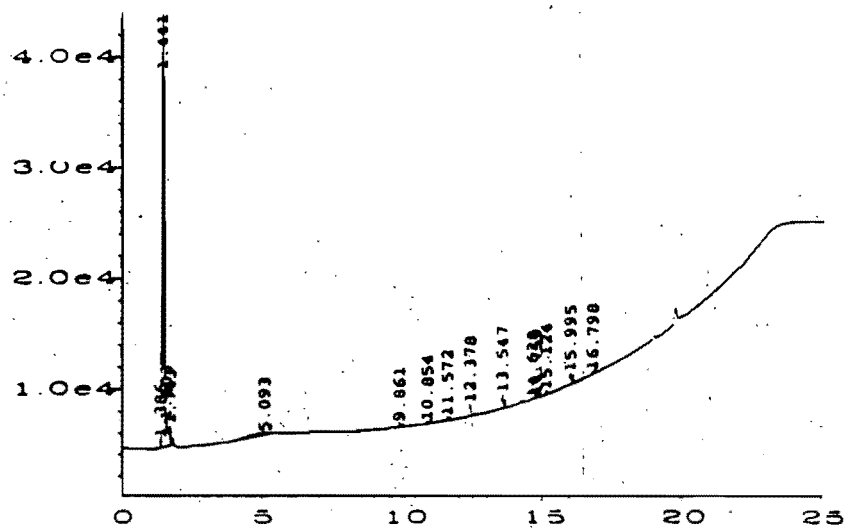
HPCHEM\1\DATA\OCM141.D


1 0e+
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
17.960
19.143
20.873
21.893
22.737
26.052
27.169
28.308
29.124
29.592
31.082
32.854
33.691
34.995
37.613
20
25
30
35
HPCHEM\1\DATA\M15CATY1.D

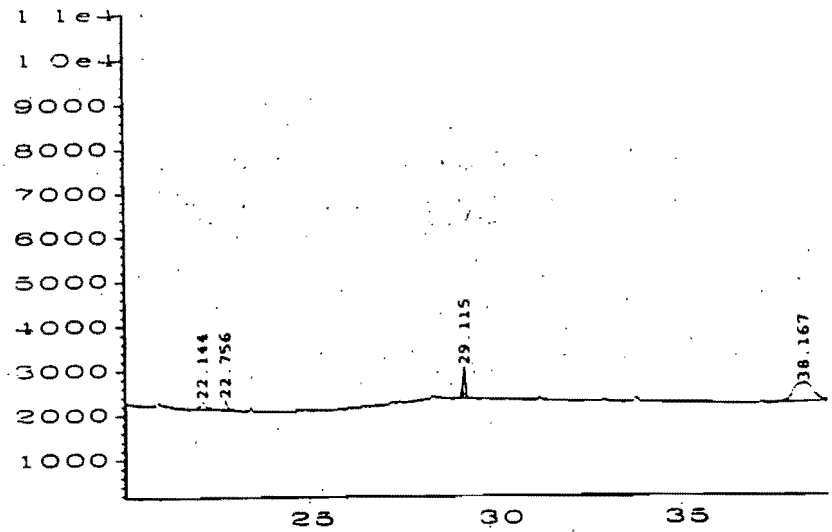

4.0e4
3.0e4
2.0e4
1.0e4
1.445
4.262
7.493
12.503
17.633
18.587
21.831
23.951
0
5
10
15
20
25
HPCHEM\1\DATA\OCM151.D



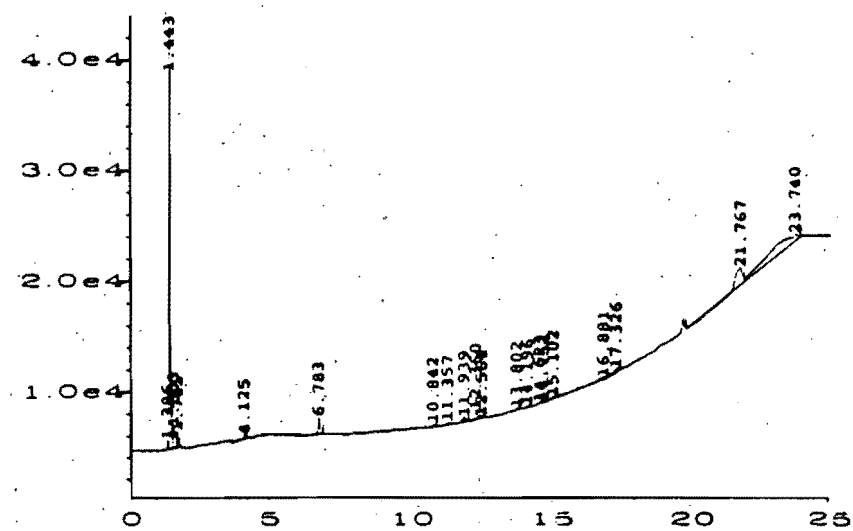
HPCHEM\1\DATA\M18CATY1.D



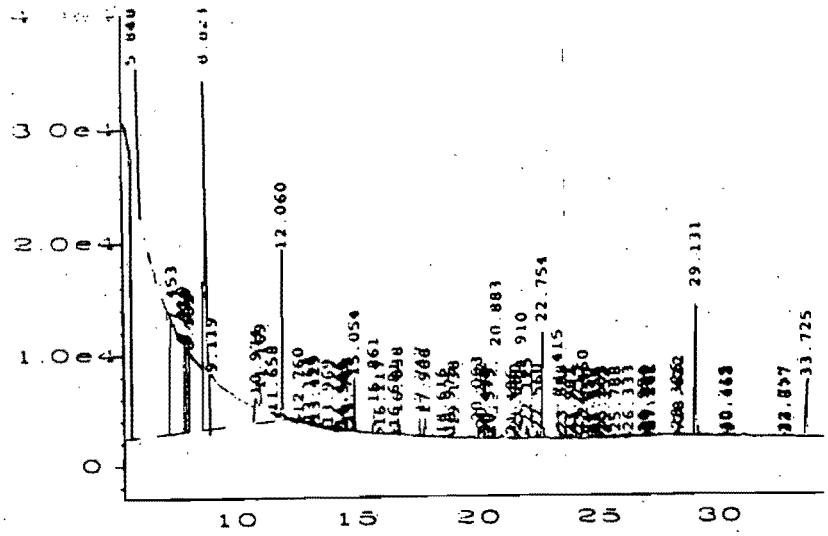
HPCHEM\1\DATA\OCM161.D

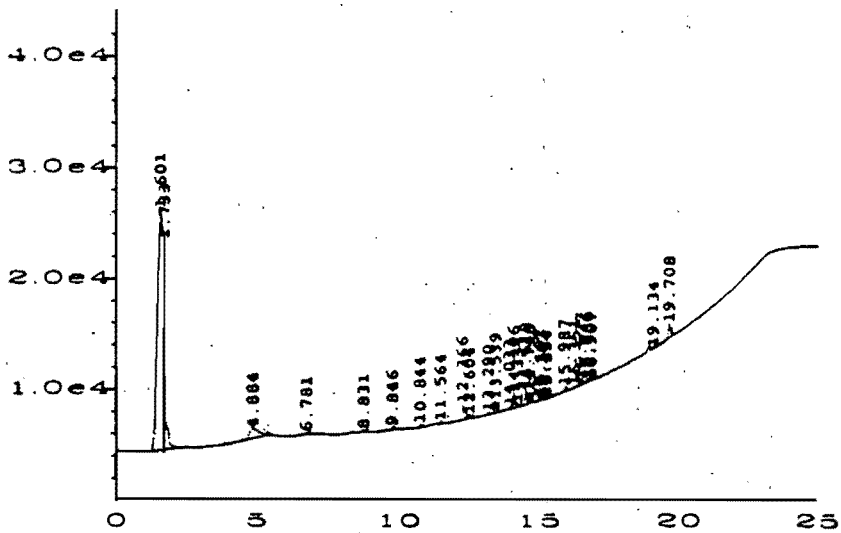


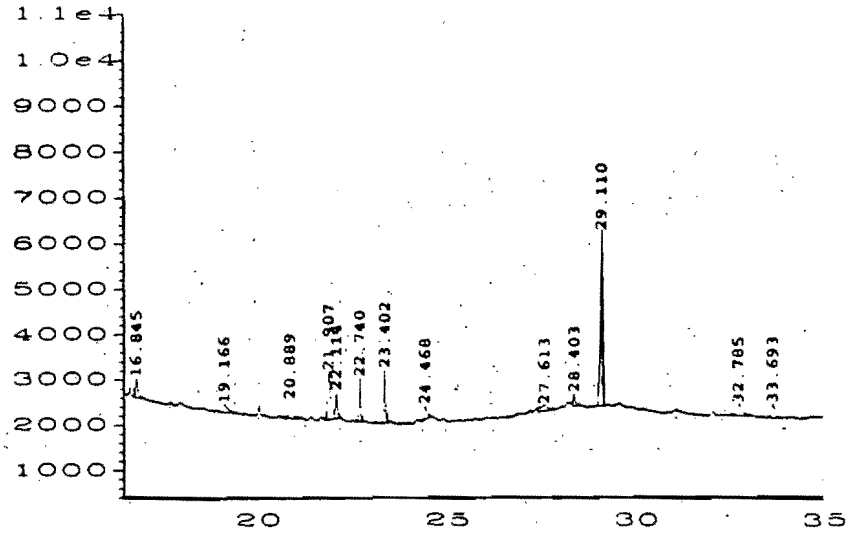
HPCHEM\1\DATA\M17CATY2.D



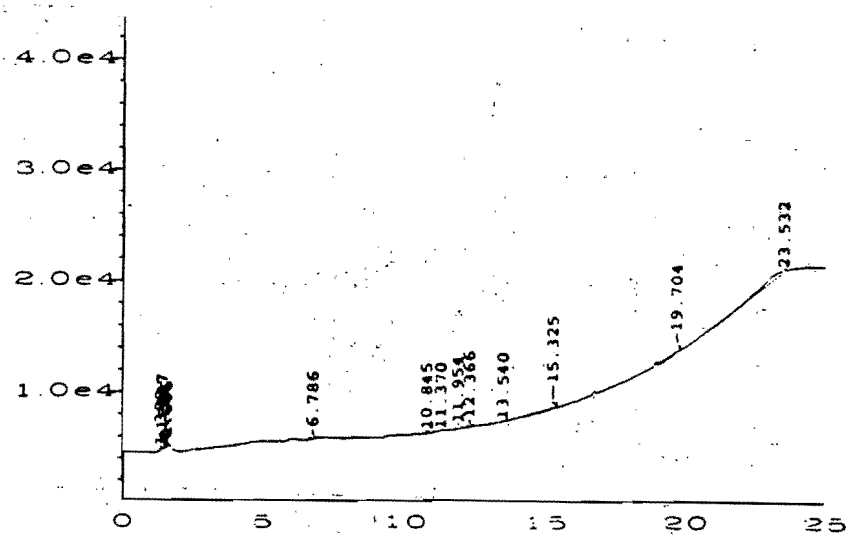
HPCHEM\1\DATA\OCM171.D


3.0e4
2.0e4
1.0e4
0
10
15
20
25
30
12.060
29.131
22.754
20.883
33.725
HPCHEM\1\DATA\M18CATY1.D

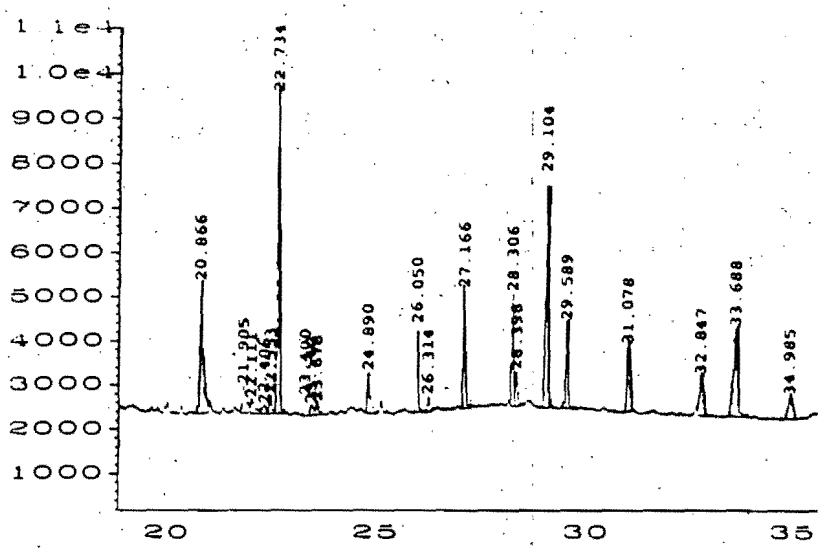

4.0e4
3.0e4
2.0e4
1.0e4
0
5
10
15
20
25
19.708
HPCHEM\1\DATA\OCM181.D



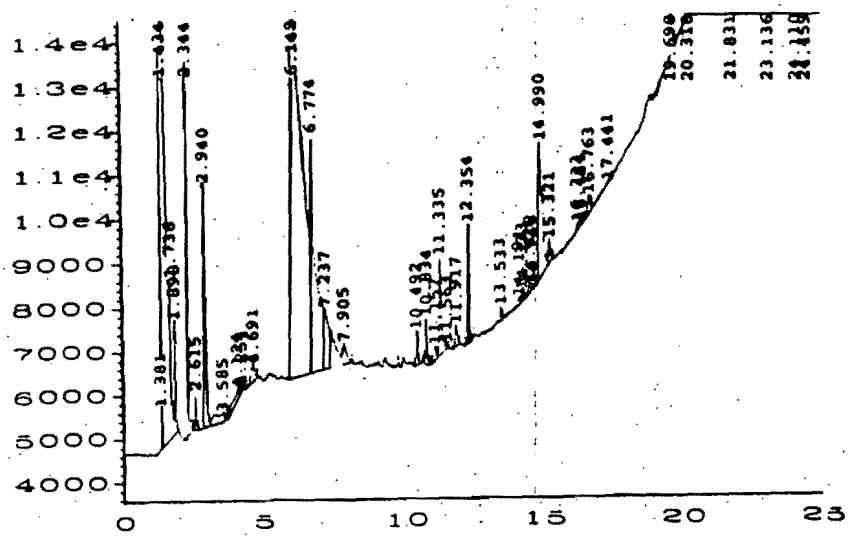
HPCHEM\1\DATA\M19CATY1.D



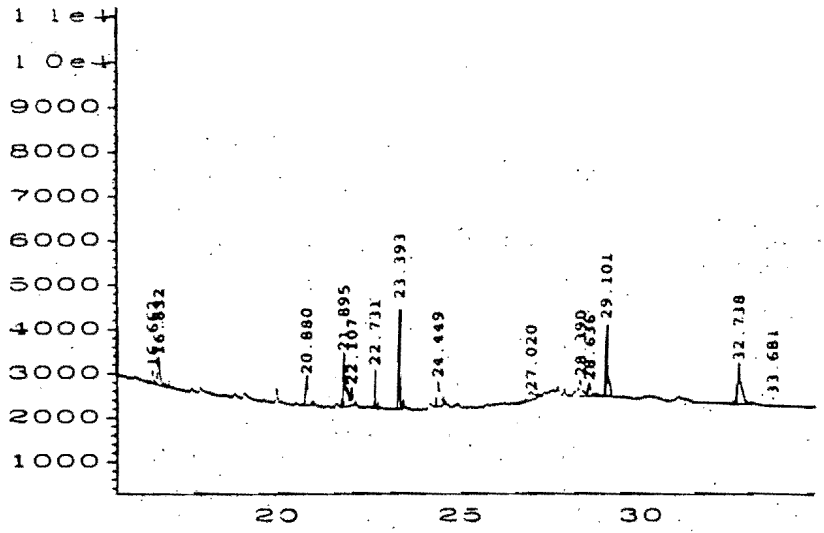
HPCHEM\1\DATA\OCM191.D



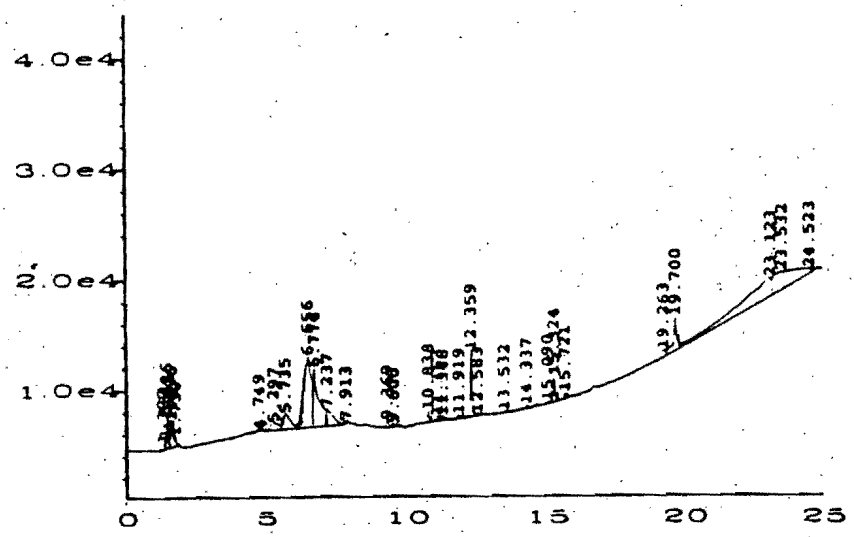
HPCHEM\1\DATA\M20CATY2.D



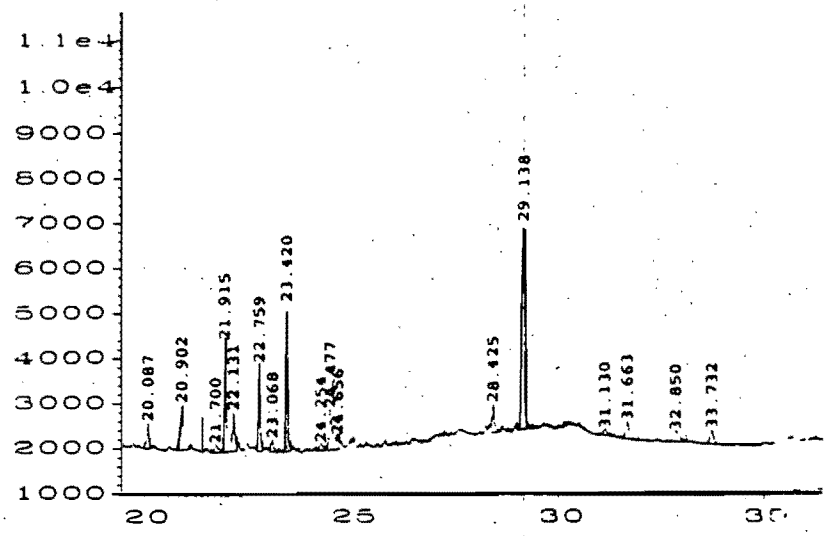
HPCHEM\1\DATA\OCM202.D

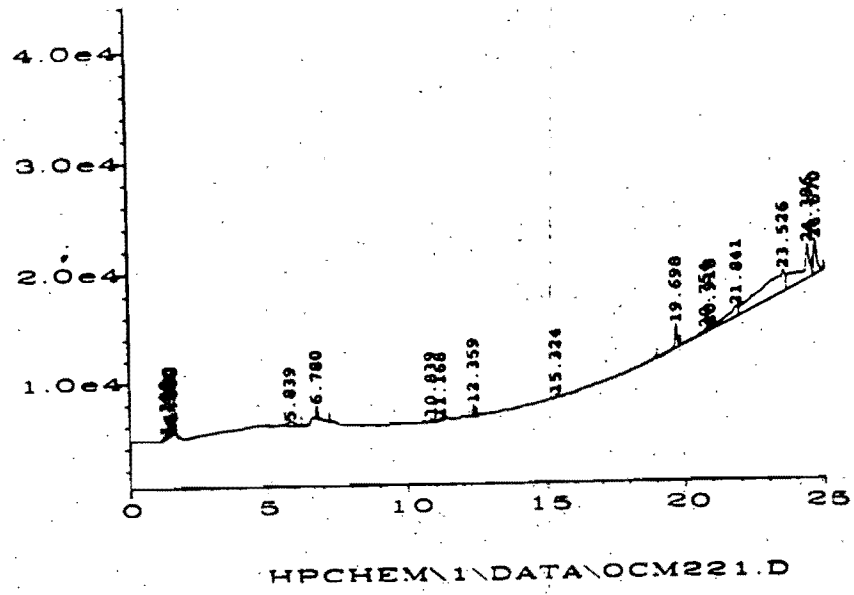


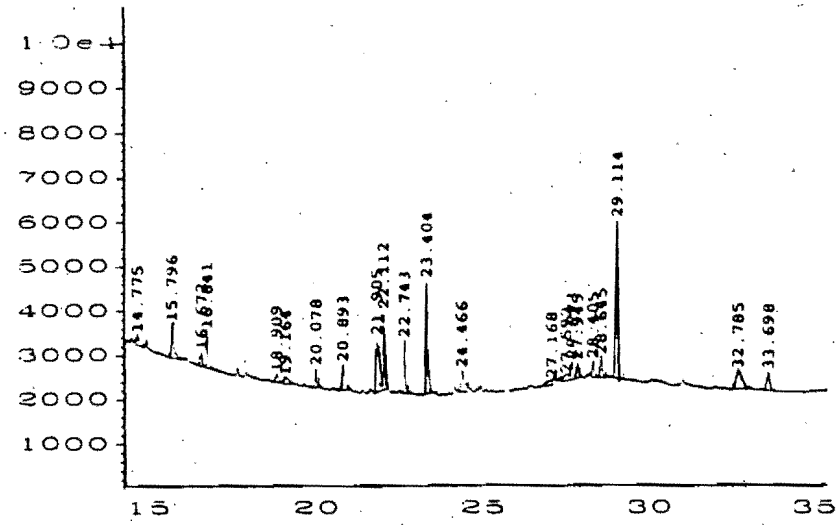
HPCHEM\1\DATA\M21CATY2.D



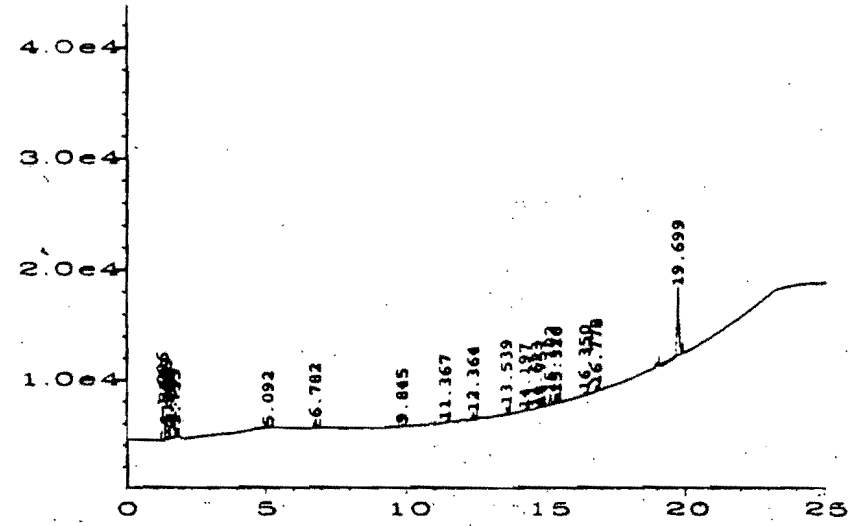
HPCHEM\1\DATA\OCM211.D


1.1e4
1.0e4
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
20
25
30
35
20.087
20.902
21.700
21.915
22.759
23.068
23.420
28.425
29.138
31.130
31.663
32.850
33.732
HPCHEM\1\DATA\M22CATY1.D

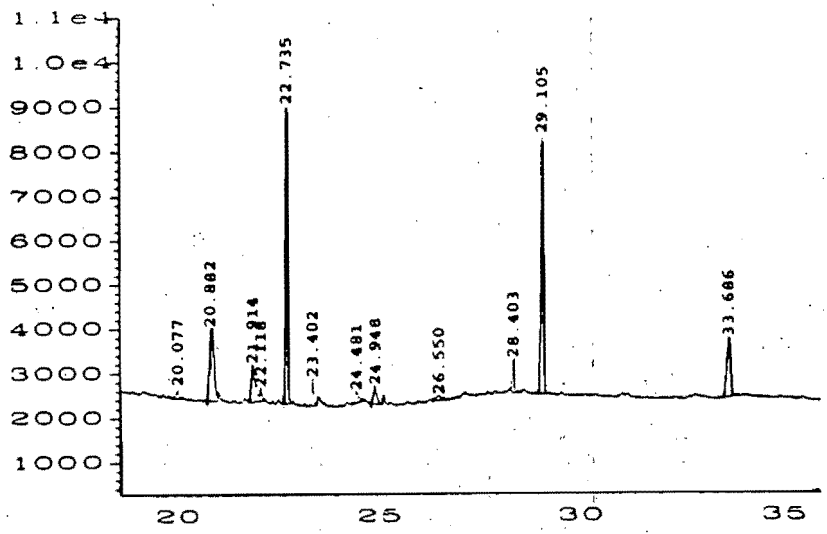

4.0e4
3.0e4
2.0e4
1.0e4
0
5
10
15
20
25
5.839
6.780
12.359
15.324
19.698
21.841
23.526
HPCHEM\1\DATA\OCM221.D



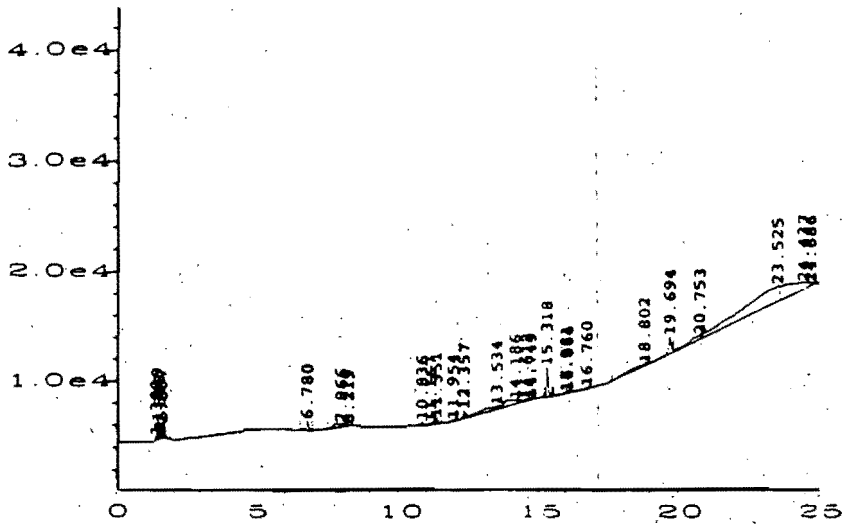
HPCHEM\1\DATA\M23CATY1.D



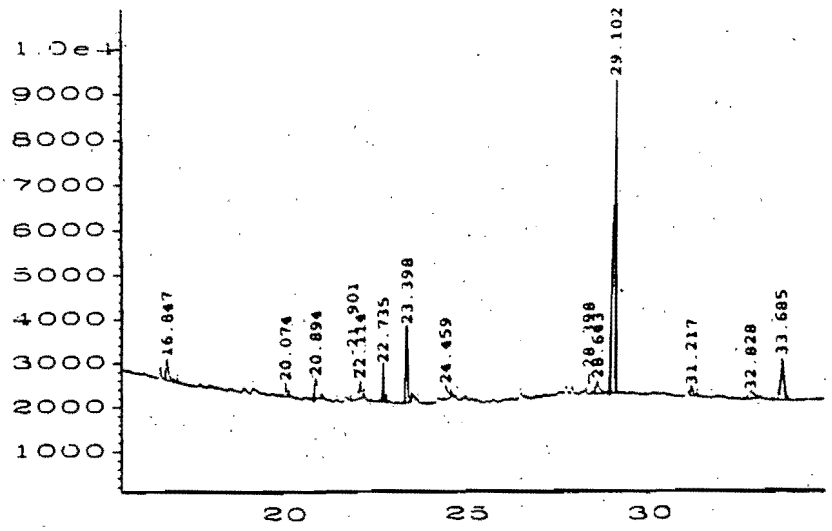
HPCHEM\1\DATA\OCM231.D



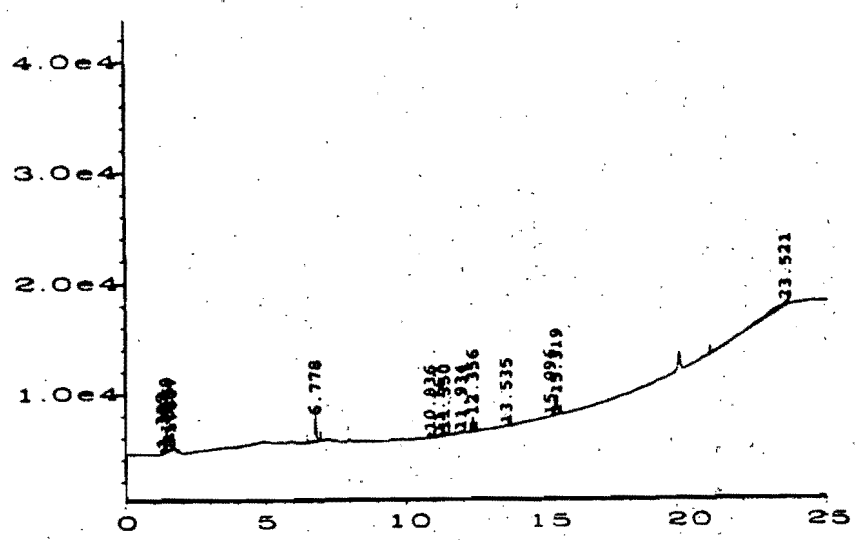
HPCHEM\1\DATA\M24CATY2.D



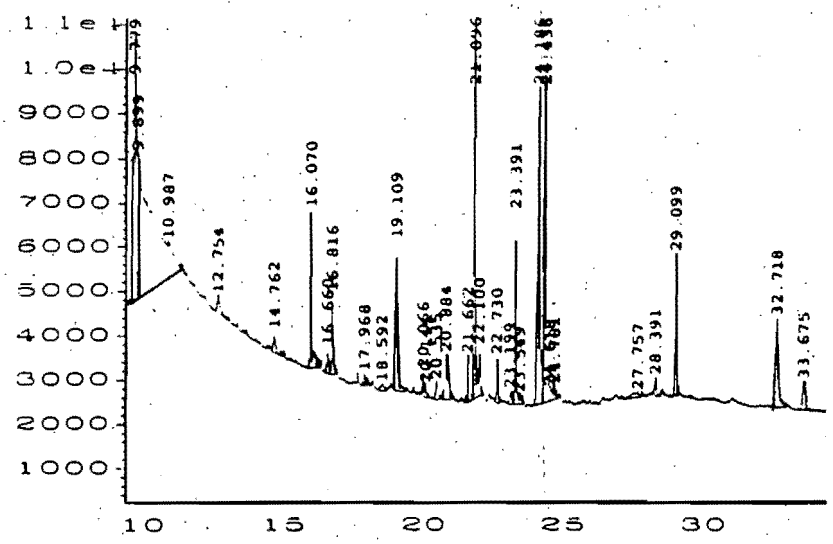
HPCHEM\1\DATA\OCM241.D



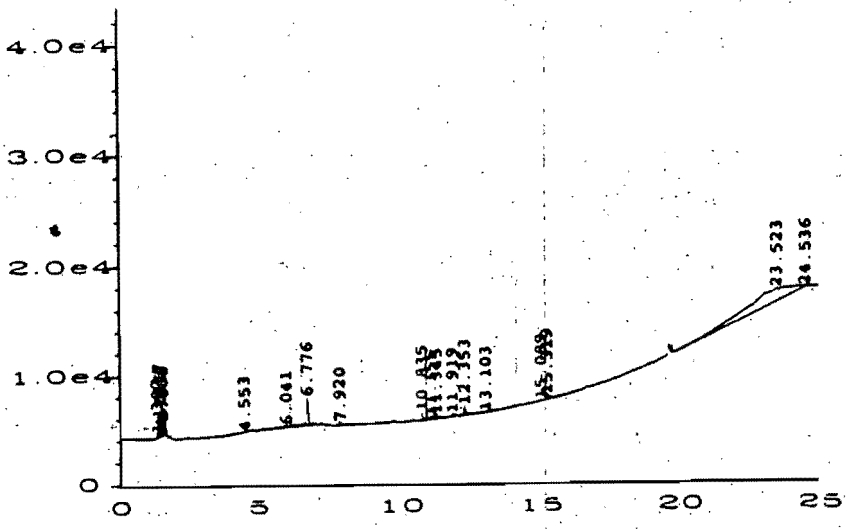
HPCHEM\1\DATA\M25CATY1.D



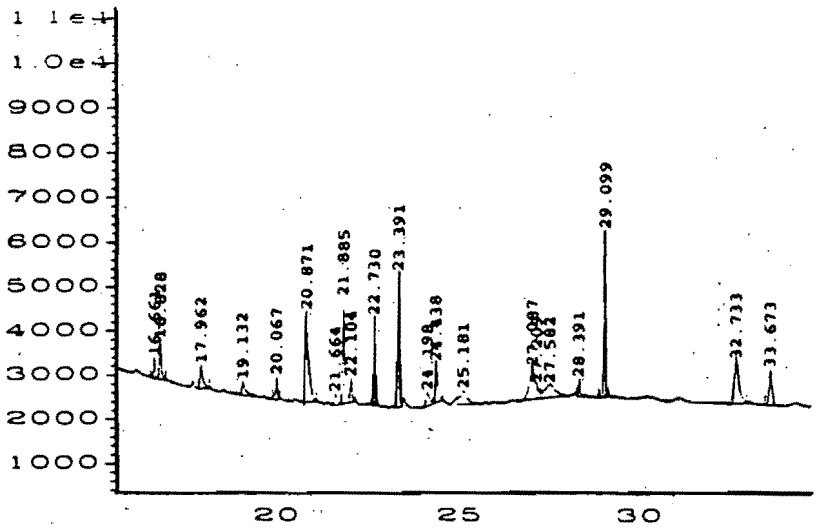
HPCHEM\1\DATA\OCM251.D



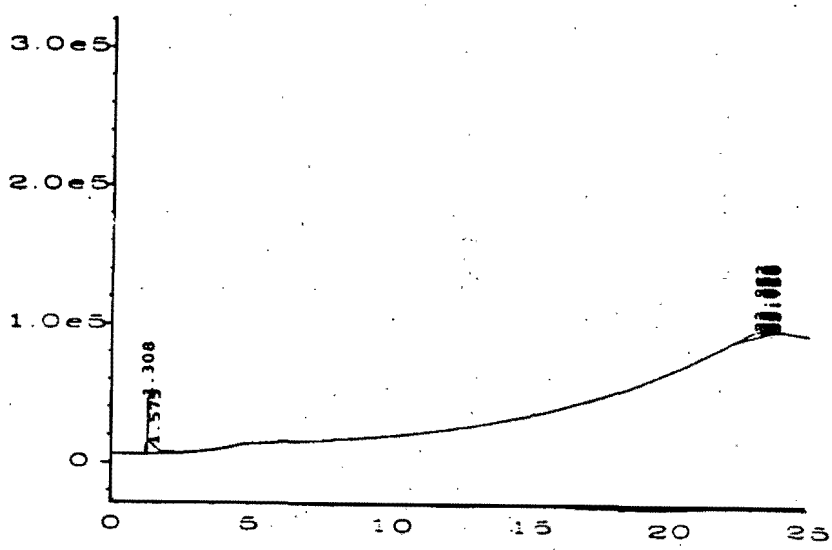
HPCHEM\1\DATA\M26CATY1.D



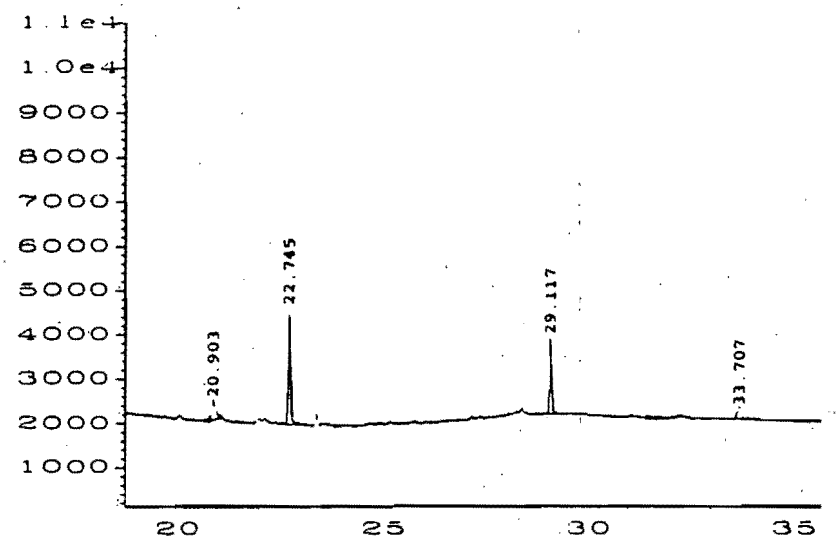
HPCHEM\1\DATA\OCM261.D



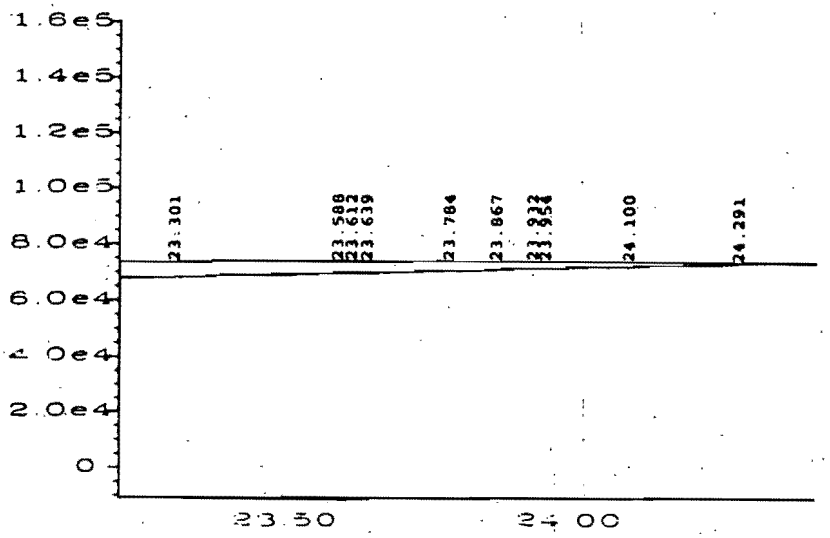
HPCHEM\1\DATA\M27CATY1.D



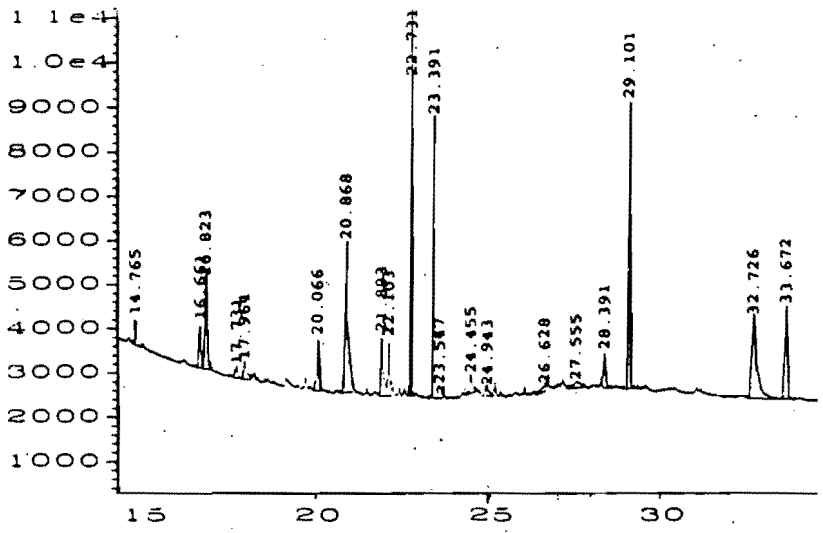
HPCHEM 1\DATA\OCM271.D



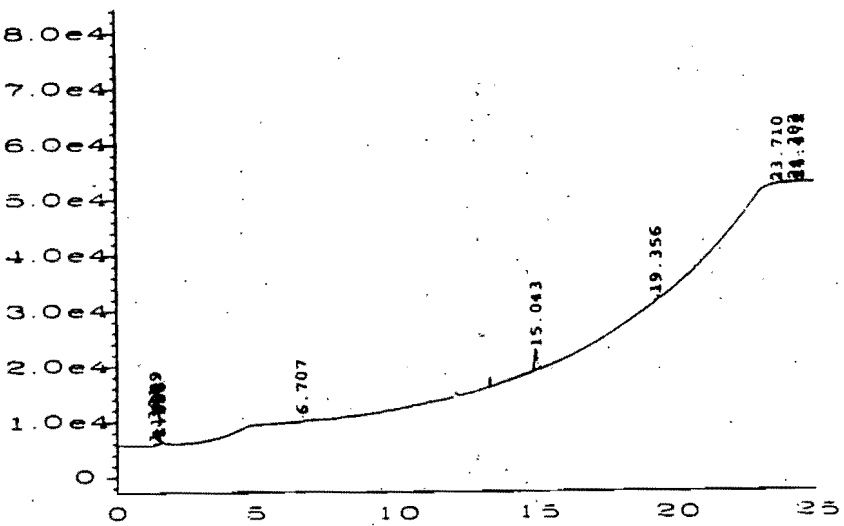
HPCHEM\1\DATA\M28CATY2.D



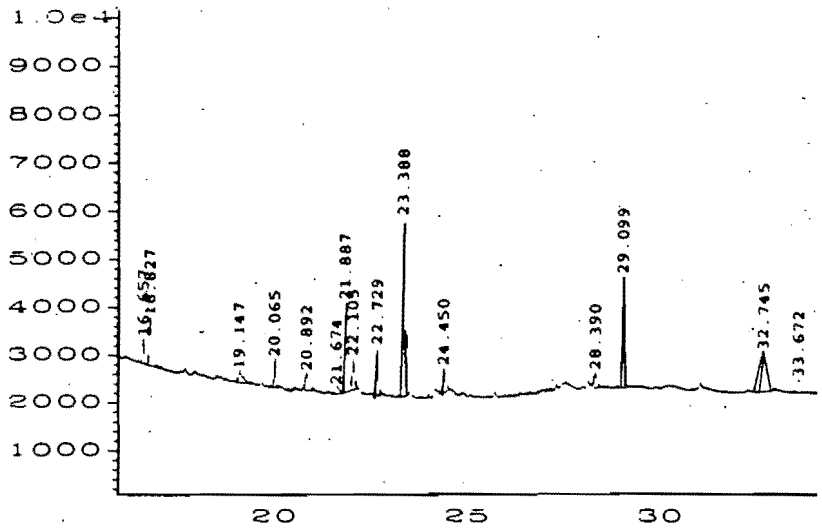
HPCHEM\1\DATA\OCM281.D



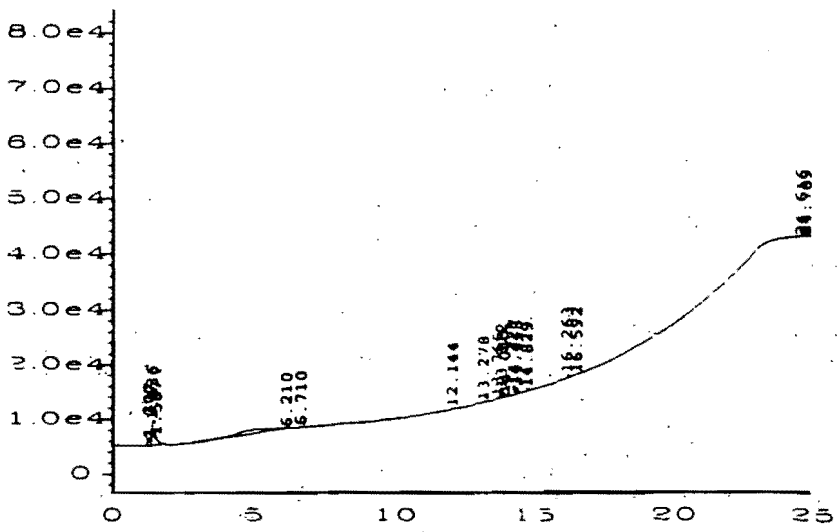
HPCHEM\1\DATA\M29CATY2.D



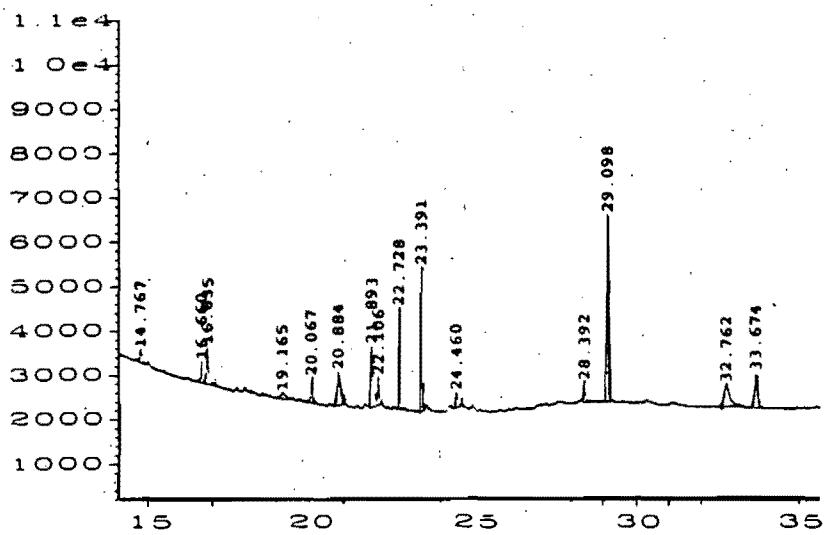
HPCHEM : DATA\OCM291.D



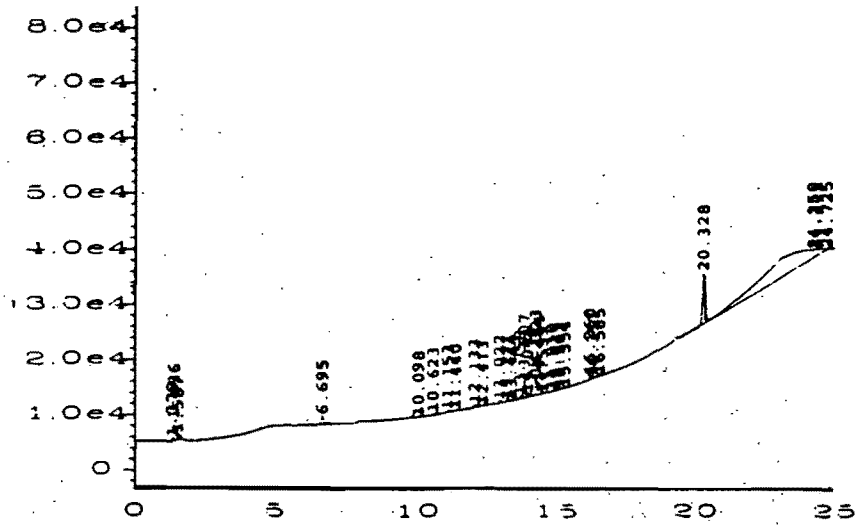
HPCHEM\1\DATA\M30CATY2.D



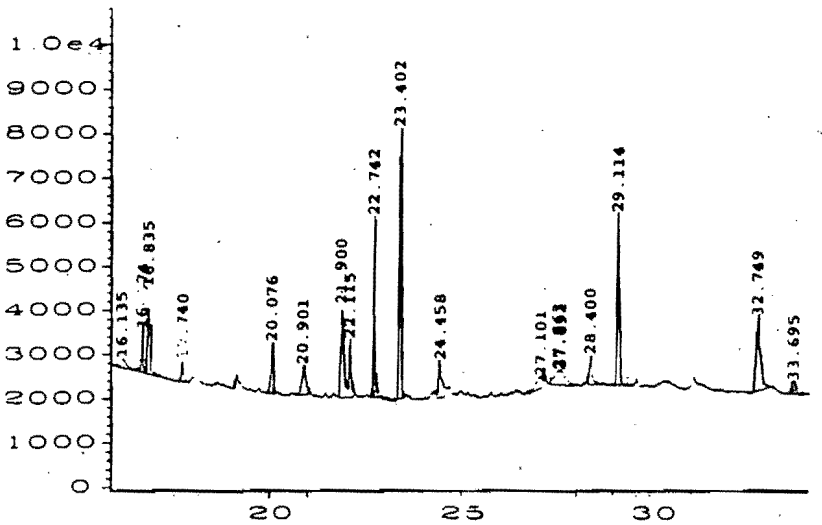
HPCHEM 1 DATA OCM302.D



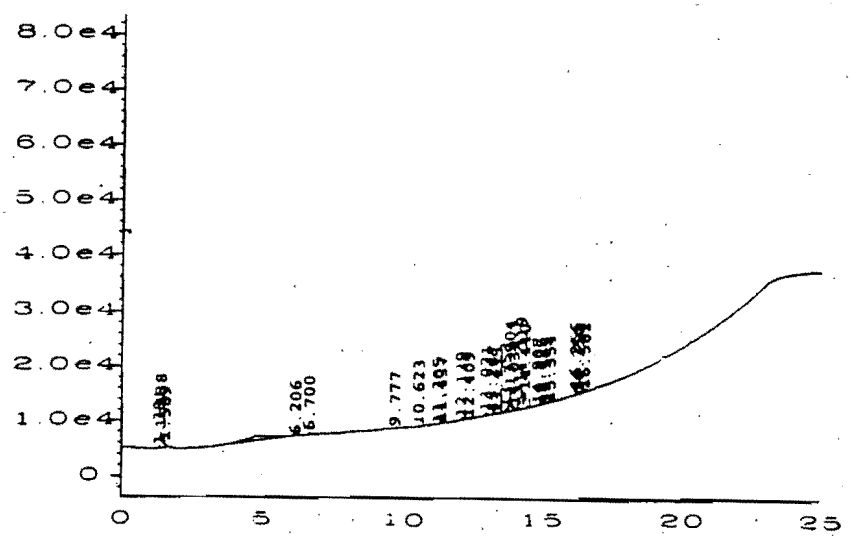
HPCHEM\1\DATA\M31CATY1.D



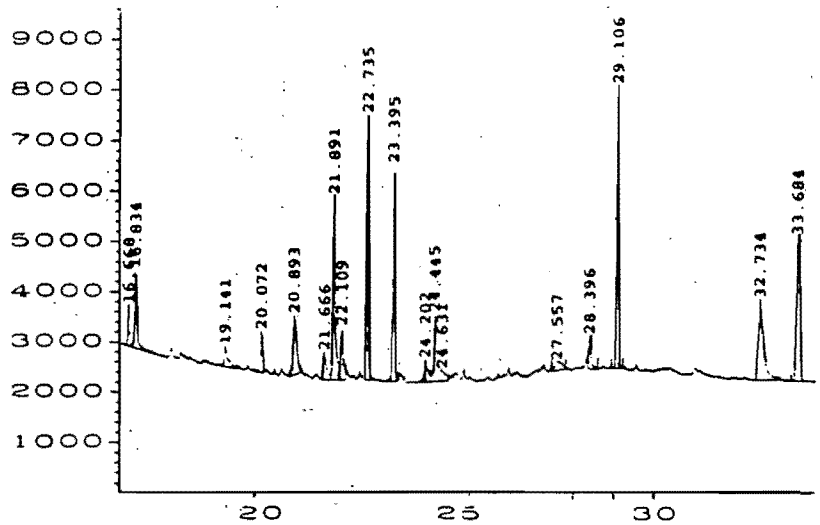
HPCHEM 1 DATA OCM311.D



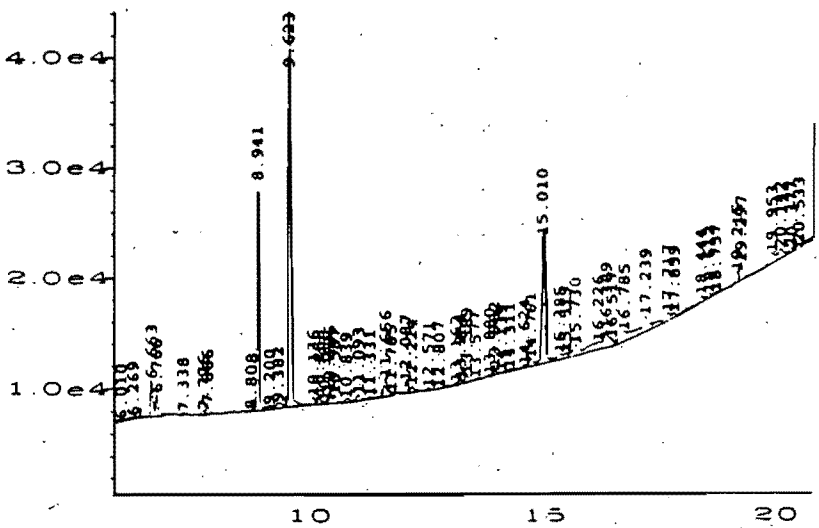
HPCHEM\1\DATA\M32CATY2.D



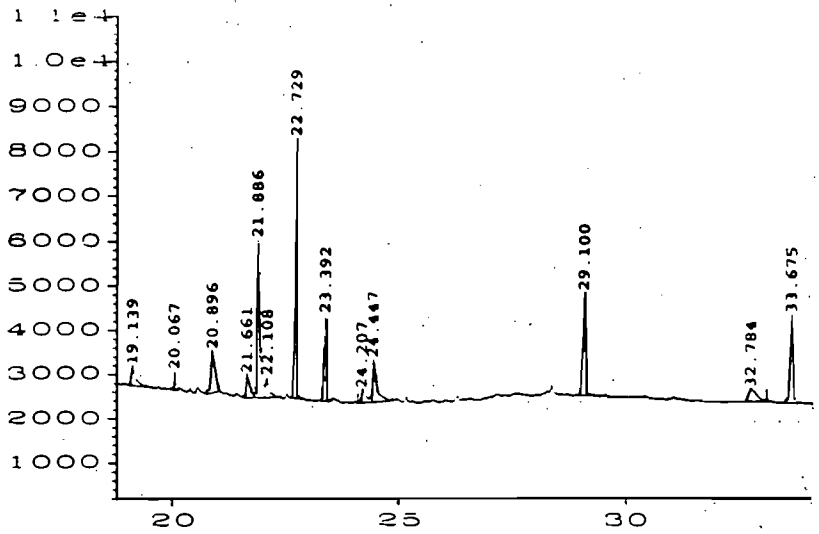
HPCHEM.1.DATA\OCM321.D



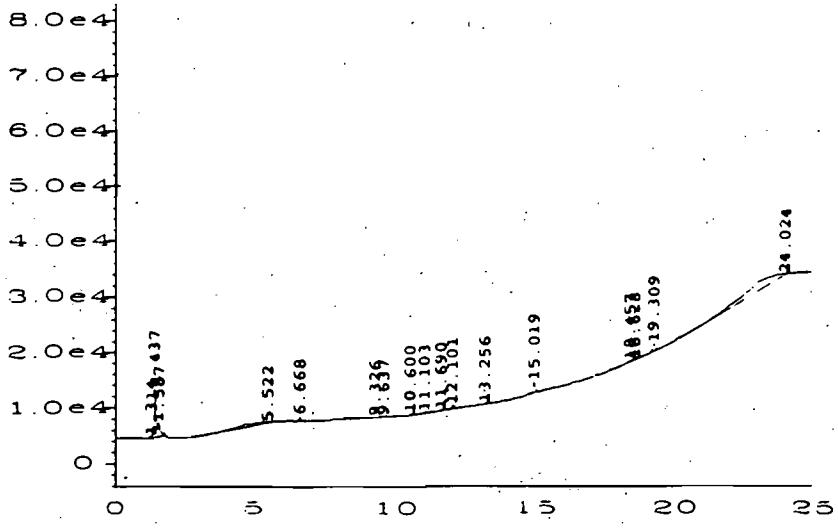
HPCHEM\1\DATA\M33CATY1.D



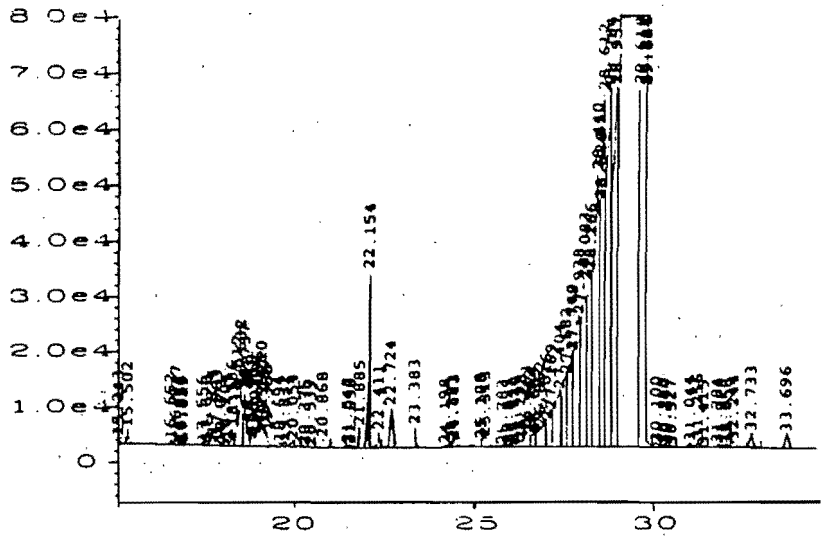
HPCHEM\1\DATA\OCM332.D



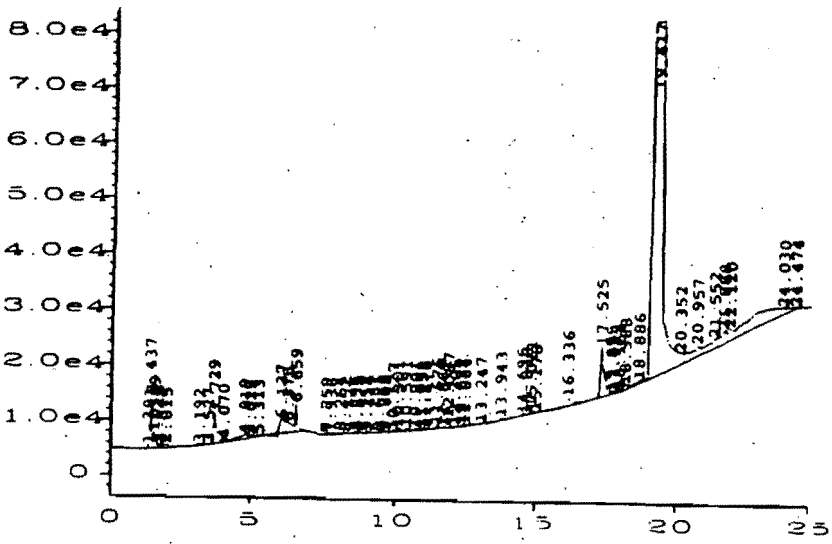
HPCHEM\1\DATA\M34CATY1.D



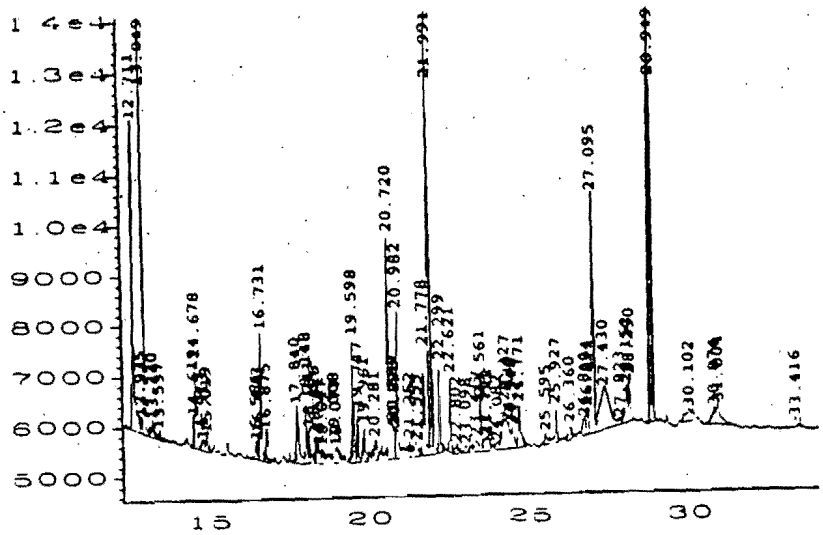
HPCHEM\1\DATA\OCM341.D



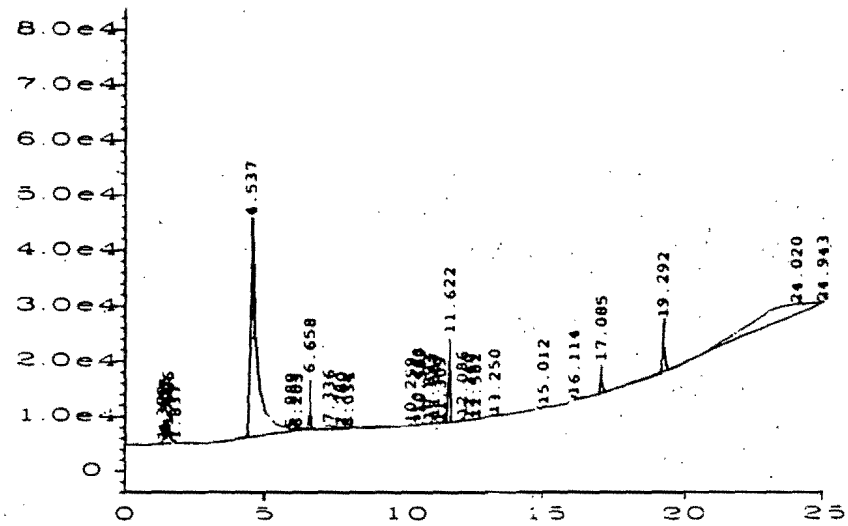
HPCHEM\1\DATA\M35CATY1.D



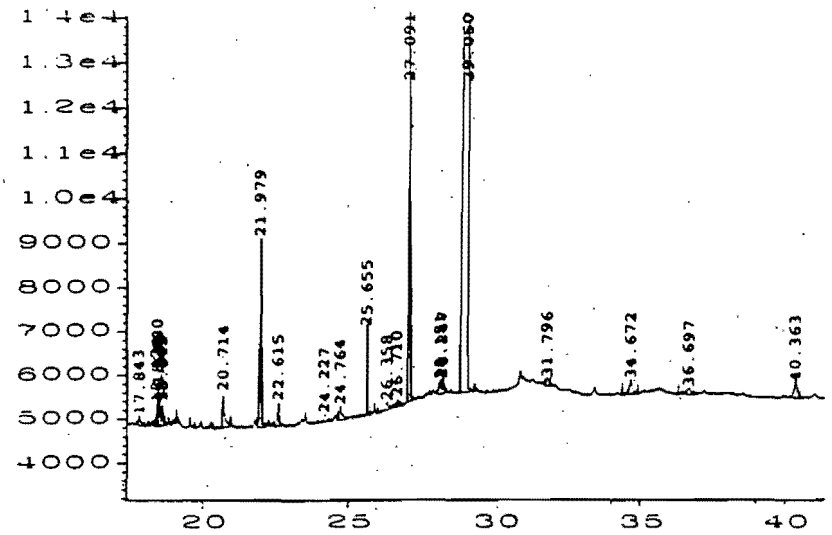
HPCHEM\1\DATA\CM351.D



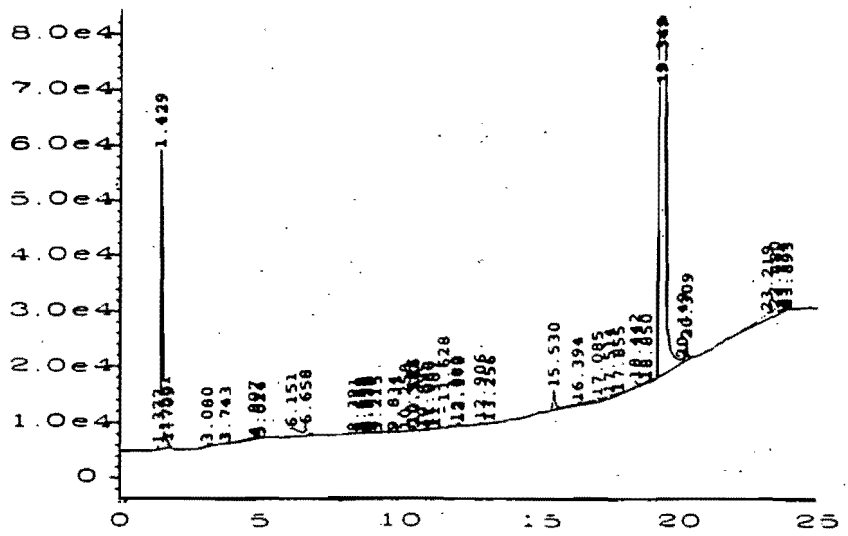
HPCHEM\1\DATA\S13CATY.D



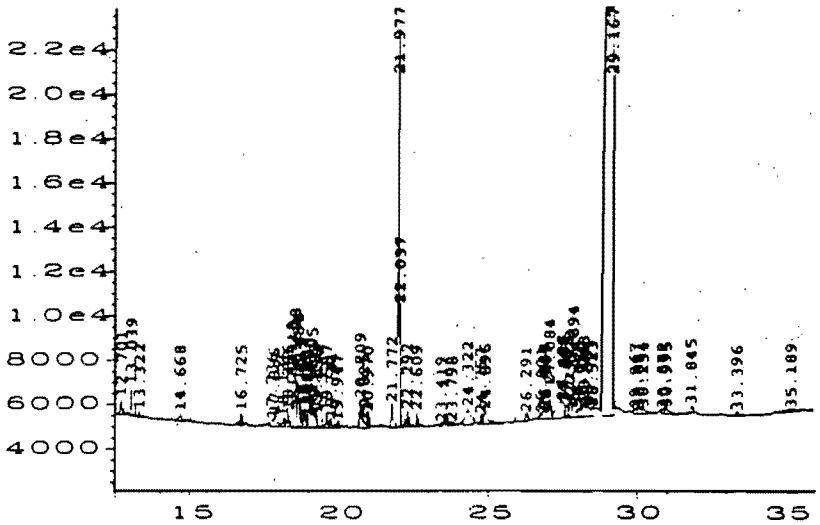
HPCHEM 1 DATA OCS11.D

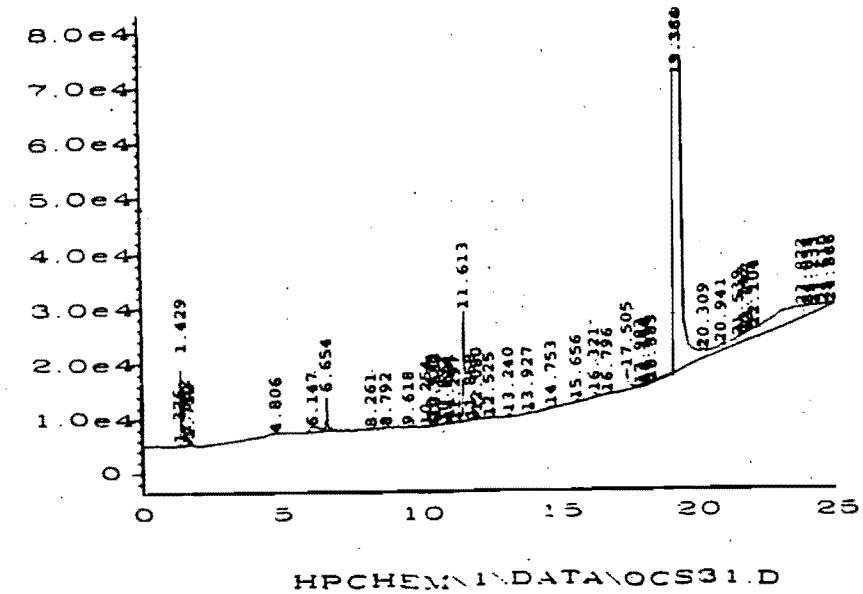


HPCHEM\1\DATA\S21CATY.D



HPCHEM\1\DATA\OCS21.D


2.2e4
2.0e4
1.8e4
1.6e4
1.4e4
1.2e4
1.0e4
8000
6000
4000
14.668
16.725
21.772
22.977
23.198
24.322
26.291
29.167
31.845
33.396
35.189
15
20
25
30
35
HPCHEM\1\DATA\S32CATY.D


8.0e4
7.0e4
6.0e4
5.0e4
4.0e4
3.0e4
2.0e4
1.0e4
0
1.429
4.806
6.147
6.654
8.261
8.792
9.618
11.613
13.240
13.927
14.753
15.656
16.321
17.505
19.366
20.309
20.941
0
5
10
15
20
25
HPCHEM\1\DATA\OCS31.D