

2 ej.  
82



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

## LOS PESTICIDAS Y SU DETERMINACION EN LAS AGUAS DE SUPERFICIE

**TRABAJO MONOGRAFICO  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO QUIMICO**

PRESENTA

**LUIS SORIA PUENTE**

México, D.F.

1986



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## INDICE

	PAG.
INTRODUCCION	
CAPITULO I. DEFINICION DE PESTICIDAS	1
CAPITULO II. ANTECEDENTES HISTORICOS	9
CAPITULO III. TOXICIDAD	61
CAPITULO IV. LOS PESTICIDAS Y EL MEDIO AMBIENTE.	82
CAPITULO V. METODOS DE DETERMINACION DE PESTICIDAS EN EL AGUA	140
CAPITULO VI. MONOGRAFIA DE PESTICIDAS ORGANOCORADOS Y ORGANOFOSFORADOS	174
CONCLUSIONES	209
ANEXOS	211
BIBLIOGRAFIA	263

## INTRODUCCION

*La naturaleza nos ha dado  
las semillas del conocimiento,  
pero no el conocimiento mismo.*

*Séneca.*

Tomando en cuenta que los bienes agrícolas sirven para alimentar a la población mundial, lo que conlleva a un creciente abastecimiento de vegetales, ya que de ellos depende satisfacer las necesidades alimenticias, tanto de los seres humanos como las de los demás vertebrados e invertebrados, que también sirven de fuente proteica al género humano y considerando que estos productos se ven afectados por la presencia de plagas, ocasionando un desequilibrio en la producción de estos bienes, vitales para la alimentación.

Es necesario por lo tanto, el empleo de elementos que sirvan para la erradicación o control de las plagas, para lograr esto, se presenten varias alternativas, pero el método que hasta el momento rinde resultados prácticamente inmediatos es el empleo de pesticidas.

Como la finalidad de estos productos es destruir la fauna y flora nociva; y debido a que es imposible limitar su selectividad, aunando a esto su toxicidad actúan destruyendo así mismo los ecosistemas, por lo que es necesario optimizar su empleo, siendo necesaria la determinación de los niveles de los pesticidas tanto en el aire, suelo y agua.

La determinación de los pesticidas en el agua superficial reviste gran importancia debido a que precisamente este sistema es el de mayor interés vital, puesto que de él depende el abastecimiento de este líquido esencial para la subsistencia humana, siendo imponderable su control y abastecimiento efectivo.

Por lo que, a través de este estudio podemos adentrarnos en el estudio de los pesticidas, conociendo a que productos se les confiere esta denominación; la evolución en la producción y utilización de estos compuestos; su toxicidad tanto en los seres humanos, como en otros seres vivos; la manera en que interactúan estos productos con el medio ambiente y lo más importante, sus métodos de determinación analítica en el agua, y - así de esta manera subsanar los problemas causados por estas sustancias.

## CAPITULO I

*La tierra tiene una piel,  
y esa piel tiene enfermedades.  
Una de esas enfermedades  
se llama HOMBRE.*

Nietzche.

## DEFINICION DE PESTICIDAS

Se aplica el término pesticida debido a la necesidad de contar con un término genérico para cubrir la diversidad de aplicaciones funcionales de los compuestos para la erradicación de las plagas, ya que el término "insecticida" comúnmente empleado para denominar a este tipo de sustancias, es muy restrictivo ya que sólo hace referencia a la destrucción de insectos, y como es sabido estos productos son utilizados para la eliminación de todo tipo de agentes nocivos teniendo como tales por ejemplo: dentro del reino vegetal, a las "malas hierbas", que son ciertas plantas cuyo organismo es capaz de fotosintetizar los carbohidratos a partir del agua y del aire con ayuda de la clorofila, hay plantas superiores que crecen donde el hombre no las desea. También, hay ciertos vegetales inferiores que se conocen como algas, pero por lo general, no se consideran como plagas, aunque en algunas circunstancias, como en lagos y otras aguas de poco movimiento, el excesivo crecimiento de algas puede ocasionar un daño considerable y, en este caso, se recomienda un tratamiento con productos químicos (alguicidas). En México, se presentó una plaga de lirio acuático en el Lago de Xochimilco, el cual se combatió por medios artificiales (químicos) y por medios naturales (carpa de israel). (36. 193).

Los hongos son plantas no fotosintetizadoras, que de-



bido a que no pueden obtener sus nutrientes del aire y del agua ya que no poseen clorofila, se alimentan de materia animal o vegetal en descomposición (hongos saprofitos) o bien de plantas y animales vivos (hongos parásitos). Considerándose un buen número de hongos como plagas graves ya que atacan tanto a la siembra como a la cosecha almacenada. (29, 289).

Varias bacterias son agentes causales de enfermedades en las plantas, aunque de ninguna manera son tal importantes como los hongos fitopatógenos. Los virus así como las bacterias y los hongos atacan a las plantas y a los animales; algunas especies son causantes de graves enfermedades en las plantas. (29, 36).

Algunos animales superiores (vertebrados) son plagas importantes, como cuando se trata de ratones, ratas, tuzas y conejos, etc.; otro grupo de plagas está representado por los invertebrados, entre estos últimos se encuentran los artrópodos insectos, arácnidos, etc.) y en los órdenes inferiores de animales, ciertos nemátodos que son gusanos parásitos y constituyen plagas importantes para los cultivos. (108, 193).

La Federal Insecticide Act. de 1910, provee una extensión en su significado, incluyendo los insecticidas y fungicidas. La Federal Insecticide, Fungicide and Rodenticide Act. de 1947, utiliza el término "veneno, económico", para todo este grupo abarcando también a los herbicidas. (235)

Otro término genérico utilizado es el de "agentes de protección de las plantas". En la industria una práctica empleada comúnmente es añadir el sufijo "cida" (del latín caedere: matar) al grupo o unidad biológica que se está considerando; por lo que los productores y consumidores de pesticidas los agrupan de acuerdo a su función como:

- a) Insecticidas
- b) Fungicidas (substancias destructoras de los hongos parásitos).
- c) Rodenticidas (substancias propias para destruir a los roedores), siendo una subclase los raticidas.
- d) Los nematicidas (productos de lucha contra los nemátodos como tenias, oxiuros, ascaris, etc.).
- e) Los molusquicidas.
- f) Los acaricidas (productos contra las ácaros como son las arañas, garrapatas, etc.).
- g) Los herbicidas o matahierbas (dentro de este grupo se encuentran las substancias que se emplean para efectuar la defoliación de ciertas plantas cultivadas, y reciben el nombre de "defoliantes"). (8)
- h) Bactericidas, etc. (8, 29, 235, 277, 278, 289)

De los términos anteriores deducimos, que el objetivo en la mayoría de los casos, aún en la actualidad es el de destruir o intentar erradicar determinado tipo de plaga. (289)

El término "pesticida" se utiliza actualmente de manera oficial para incluir a todos los compuestos químicos tóxicos, ya sea que se utilicen:

- a) En la lucha contra los vectores de las enfermedades humanas y animales, con excepción de los medicamentos.
- b) Para la lucha contra los enemigos de las plantas y de las cosechas.
- c) Para la protección de materiales y productos almacenados.

(235)

Siendo estas alteraciones causadas por insectos, hongos, las malas hierbas, roedores, etc. (29, 108, 228, 289). Por su parte, los químicos y particularmente los analistas, prefieren clasificar los pesticidas de acuerdo a sus propiedades químicas y a su origen, encontrándose así:

1. Los pesticidas de origen natural.
    - a) Origen vegetal: rotenona, nicotina, piretro, etc.
    - b) Origen mineral: arsénico, azufre, cobre, etc.

Estos productos en la actualidad son poco utilizados.
- (289)
2. Los pesticidas orgánicos sintéticos.- Representan actualmente la casi totalidad del mercado, distinguiéndose:
    - a) Los organoclorados: que constituyen la mayor producción y son esencialmente insecticidas.
    - b) Los organofosforados: que siguen en importancia a los anteriores, se utilizan también principalmente como insecticidas.

c) Los herbicidas fenoxialcanoicos, y diversos grupos como las triazinas, los derivados de la urea, los carbamatos, los tiazoles, los órgano-azoicos, cuyos usos abarcan todas las áreas de los pesticidas. (289)

De acuerdo a la manera de actuar en la plaga, podemos clasificar a los pesticidas como: estomacales, de contacto, sistémicos y asfixiantes o fumigantes. (289)

Estomacales.- Dentro de este grupo se encuentran los compuestos que son ingeridos por la plaga junto con las partes de la planta que le sirven de alimento, pasando a su estómago y ocasionándole la muerte. Estos pesticidas se pueden aplicar en forma de aspersiones, espolvoreos, cebos adicionados a un agente atrayente, en tal forma que el patógeno ingiera incidentalmente el veneno al adherirse éste a sus patas, antenas, cuerpo, etc., y al limpiarse estas partes con su aparato bucal, lo ingiere pasándolo al estómago, como en el caso del control de cucarachas, moscas, chapulines, hormigas, etc. (29, 289)

De contacto.- Son aquellos materiales que se aplican directamente sobre la plaga, en cualquier estadio del ciclo de su vida, preservando su acción destructiva por penetración a través de los espiráculos, los poros sensoriales, por las paredes del cuerpo del animal o por la cubierta de los hueve-

cillos. Estos productos se pueden aplicar también en forma de aspersiones o de espolvoreos. (29, 289)

De acción sistémica.- Pertenecen a este tipo las substancias que aplicadas sobre el follaje de las plantas o sus raíces, así como a la semilla, se caracterizan por penetrar al interior de la planta, circulando en su savia haciéndola venenosa para los insectos chupadores, también se utilizan en las plantas durante el primer período de su vida, previniéndolas del ataque de los insectos, por lo que se aplican en forma de aspersiones para el follaje y raíces, gránulos para el suelo y polvos para tratar las semillas, (29,289)

Fumigantes.- Son los materiales que pasan al estado gaseoso y que destruyen a los parásitos al ponerse en contacto con ellos, en alguno de los estadios de su vida. Se aplican generalmente en espacios cerrados como casas, bodegas, molinos, invernaderos; se emplean también en la fumigación del suelo para el combate de nemátodos y enfermedades fungosas. (29, 289)

Repelentes.- Como su nombre lo indica, son substancias que tienen la propiedad de repeler a los insectos, evitando que se posen sobre los alimentos, que ovipositen sobre los objetos que han sido tratados con el repelente,

esta acción repelente puede deberse al olor del material o por sus caracteres físicos, ya que se les encuentra como polvo fino o polvos pegajosos. (29, 289)

Atrayentes.- Son materiales especialmente atractivos para los insectos, se emplean en la preparación de cebos o junto con materiales de aspersión, haciendo el material tratado más atractivo que cualquier otro alimento de que dispongan. (29, 289)

Polivalentes.- Son aquellos que actúan de distintos modos (por contacto y asfixia al mismo tiempo, o por ingestión, contacto y asfixia).

## CAPITULO II

*Conserva el vacio absoluto  
y la perfecta paz permanecerá  
Todas las cosas tienen un mismo origen  
y desde allí las contemplamos retornar.*

Lao Tse.

## ANTECEDENTES HISTORICOS

Desde la aparición del hombre en la faz de la tierra, éste ha luchado para elevar sus condiciones de vida, - lo que ha repercutido en la necesidad de incrementar las reservas de productos alimenticios y de bienes de consumo, - asegurando su protección contra los agentes nocivos (destrucción por insectos, roedores, contaminación, etc.).

Es así como algunas evidencias fósiles conservadas en rocas, indican que los agentes causales de las enfermedades en las plantas son anteriores a la aparición del hombre en la tierra. Los relatos de calamidades tales como: la destrucción de cultivos por tizones; cenicillas y plagas predominan en los primeros testimonios escritos, como ejemplos tenemos que el azufre se conocía como medio para prevenir varias enfermedades y se empleaba para combatir los insectos antes del año 1000 A. C., su uso como fumigante lo mencionó Homero (900 A. C.) como "Azufre, Preventivo de Peste", tenemos también el marchitamiento de los sembradíos mencionado por el profeta Amós (760 A. C.), el cual se debió al mismo añublo del cereal que todavía produce pérdidas enormes en la agricultura, Theophrasto (300 A. C.) conocido como "El Padre de la Botánica", describió muchas enfermedades de las plantas conocidas actualmente como las quemaduras, pudriciones, roñas, royas. También hay varias referen



INTENSIDAD DE LA ALTERACION DEL MEDIO AMBIENTE CON ARREGLO  
A LA ACTIVIDAD SOCIAL DEL HOMBRE (123)

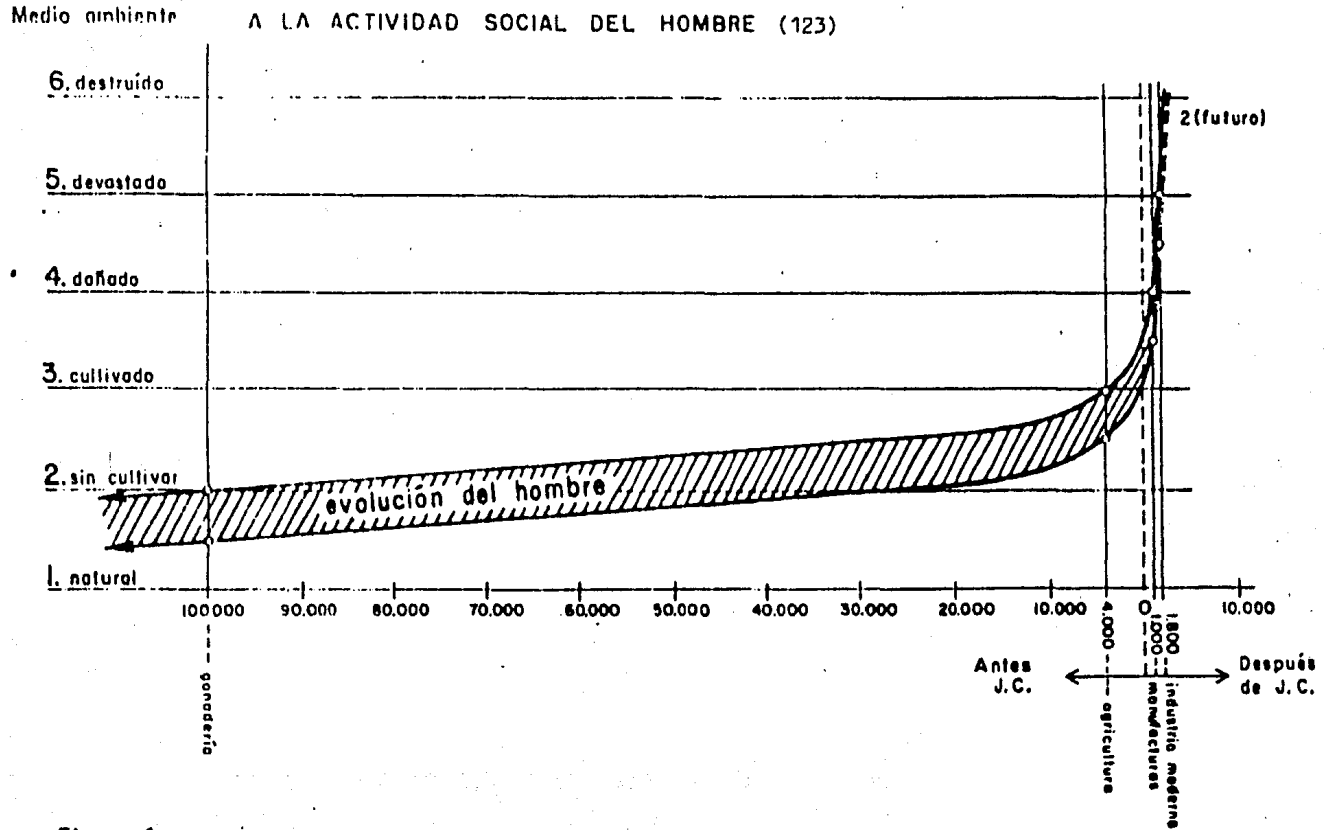


Figura 1.

cias en el Antiguo Testamento a las plagas de Egipto, de las que la langosta fué la causante principal, aún en la época contemporánea las nubes espesas de langosta destruyen comarcas enteras, en el cercano Oriente y en Africa, ocasionando grandes pérdidas de alimentos. (36)

Plinio (79 D. C.) recomendaba utilizar el arsénico como insecticida y en el siglo XVI los chinos ya aplicaban cantidades moderadas de compuestos de arsénico con este fin. En el siglo XVII apareció el primer insecticida natural: la nicotina, obtenida de los extractos de hoja de tabaco, que se usaba para controlar el picudo del ciruelo y la chinche de encaje. Hamberg (1705) propuso el cloruro de mercurio como preservativo de la madera y cien años después, Prévost describió la inhibición de las esporas de añublo por sulfato de cobre. (36, 289) (Fig. 1).

Por lo que el control de plagas, que inhiben el crecimiento de las cosechas, las de insectos y hongos, así como las malas hierbas por mencionar las más importantes no ha sido una práctica nueva, sino que al contrario se utiliza casi desde la aparición de la agricultura, es decir, desde la prehistoria, por lo que sabemos que el azufre y el piretro (procedente de las cabezuelas de las flores de una especie de crisantemo) según ciertos autores se utilizaban ya con anterioridad. (36, 116, 144)

Posiblemente todas estas substancias se descubrieron gracias al método de ensayo y error, o bien por superstición, ya que los desastres se tuvieron durante varios años bajo el concepto de "castigo divino", razón por la que hubo pocos avances en la determinación de nuevos pesticidas.

La gran hambruna irlandesa de 1845-49 causada por las pérdidas de cosechas de papa, es un ejemplo de lo que puede ocurrir cuando los sembradíos de un alimento básico son azotados por una enfermedad contra la cual no hay defensa conocida. Toda la papa fué virtualmente destruída por severos ataques de la enfermedad fungosa conocida como tizón tardío de la papa, ocasionando la muerte por inanición de más de un millón de personas y la emigración de un millón y medio principalmente a los Estados Unidos. (36)

En 1850 se descubrieron o redescubrieron dos importantes insecticidas: la rotenona, obtenida de las raíces de la planta derris y el piretro, estos insecticidas son aún ampliamente utilizados, en esta misma época se usaba el jabón para matar áfidos y el azufre como fungicida en los durazneros. (36, 193) (Tabla 1).

No fué, sino hasta finales del siglo XIX cuando hubo una mayor aplicación de productos químicos a la agricultura, prueba de ello es que debido a una investigación sobre el uso de nuevos compuestos de arsénico, condujo a la

introducción en 1867 de un arsenito de cobre impuro (verde - Paris) para el control de la catarinita de la papa en el estado de Missisipi, y en 1892 se usó el arseniato de plomo para el control de la mariposilla gitana.

Va en el siglo XX en la década de los 30's. es cuando se marca el comienzo de la era moderna, con la introducción de los pesticidas orgánicos sintéticos, como ejemplo tenemos los insecticidas derivados del tiocianato de alquilo - (1930); el primer fungicida orgánico la salicilanilida - - (1931) y los fungicidas ditiocarbamicos (1934). (235)

En 1939 el Dr. Paul Muller, demostró en Suiza las propiedades insecticidas del D.D.T. (diclorodifeniltricloroetano) lo que le valió recibir el premio Nobel de 1948, considerando este insecticida como una panacea debido a los maravillosos resultados obtenidos durante la guerra -la contención de epidemias en el frente- y a sus primeros ataques contra los insectos, aunque este producto ya había sido sintetizado por Zeidler desde 1876. (235, 294)

A partir del éxito del D.D.T., se descubrieron varios insecticidas análogos muy útiles como es el caso del Me toxicloro, encontrándose que un buen número de compuestos organoclorados de diferentes tipos eran excelentes insecticidas de contacto. (36)

El Químico inglés Michael Faraday preparó por primera vez en 1925 el Hexaclorociclohexano, aunque sus propiedades insecticidas fueron reconocidas hasta 1942.

La Segunda Guerra Mundial es el punto de partida para el desarrollo de nuevos productos químicos, la mayoría de ellos organofosforados, que se utilizarían posteriormente en la agricultura, ya que fueron elaborados con otra finalidad, por ejemplo las investigaciones del Dr. German Schrader (alemán) sobre gases neurotóxicos para emplearse en la guerra química, dieron lugar a la obtención de compuestos tales como el Schradán (octametilpirofosforamida) que actúa como insecticida sistémico contra áfidos y la araña roja; el Paratión, insecticida de contacto efectivo contra los áfidos, araña roja y algunos nemátodos. Debido a que estos compuestos también son altamente tóxicos para los mamíferos, se investigaron nuevos productos más selectivos y menos peligrosos, como ejemplo tenemos el Malatión (1950) que es el primer insecticida de amplio espectro y baja toxicidad para los mamíferos; el Mezanón (1961) que se utiliza como aficida selectivo y que también posee baja toxicidad. (36)

Templeman y Sexton en 1947 de la Cía. I.C.I. en Inglaterra descubrieron de manera independiente, la actividad herbicida de los ácidos fenoxiacéticos, el MCPA y el 2,4-D - utilizados ampliamente en la Gran Bretaña para el control selectivo de las malezas de hojas anchas en los campos de ce--

HECHOS HISTORICOS IMPORTANTES EN EL DESARROLLO DE PLAGUICIDAS

- 1829 Descubrimiento y empleo de la nicotina para destruir piojos de las plantas sin causar daño al follaje.
- 1848 Primer uso de insecticida registrado de la rotenona. El uso de raíces portadoras de la rotenona se desarrolló en EE.UU. Como resultado de los residuos de As y Pb en productos comestibles.
- 1850 Empleo mundial de polvo de piretro como veneno para piojos y pulgas.
- 1892 El arseniato de plomo se utiliza por primera vez como insecticida para combatir la palomilla gitana.
- 1915-1920 Desarrollo y empleo de varios insecticidas arsenical como resultado de la primera Guerra Mundial.
- 1929 Empleo de compuestos de flúor como insecticidas de acción estomacal que sustituyeran los arsenicales y no dejaran residuos venenosos en las cosechas.
- 1932 Primer uso a gran escala de insecticidas orgánicos sintéticos con el advenimiento del etertiocianodietílico. Empieza la era moderna de los insecticidas sintéticos.
- 1932-1940 Kenya se convierte en el principal proveedor de piretro para los EE.UU. y su empleo se diversifica.
- 1939 Aunque se le sintetizó en 1874, no fué sino hasta este año que se descubrieron las propiedades insecticidas del D.D.T. Este fué el inicio de una era en la que los insecticidas sintéticos demostraron ser superiores a una variedad de productos inorgánicos naturales. - Nació una próspera industria química.
- 1940-1948 Desarrollo y empleo de una gran variedad de insecticidas orgánicos clorados. Expresión de la industria del D.D.T., BHC, Toxafeno, dieldrin, eldrin, aldrin, heptacloro, lindano y clordano. Por primera vez en la historia se encontraban disponibles insecticidas baratos y efectivos.
- 1944 Comercialización por la Bayer del paratión etílico, se abre la industria de los insecticidas organofosforados.
- 1947 Identificación de los compuestos activos del piretro, a las cuales se les llamó piretrinas, aunque ya se había utilizado el extracto como insecticida.
- 1949 Síntesis por la Forge y Sdechter del primer piretro sintético Cinexin I.

- 1952-1965 Desarrollo, expansión y empleo de otros insecticidas organofosfatados tales como: gusation, Baytex, Flimat, Asuntol, Malatión, Naled, Ddup, Dipterex, Fosdrin y Aoadrin. Debido a que los organoclorados no mostraban la misma eficacia y eran residuales.
- 1956 Se reconoce por primera vez que las hormonas juveniles y análogos - sintéticos tienen potencial para controlar poblaciones de insectos debido a los experimentos de Williams, y se lanza al mercado el primer Carbamato exitoso, Carbaryl.
- 1959 Identificación de la primera feromona por A. Butenandt. Del gusano de seda se aísla el bombicol.
- 1964-1970 Síntesis de algunos piretroides sintéticos.
- 1965-1971 Se aíslan hormonas juveniles de un número considerable de insectos y se desarrollan y evalúan sintéticos análogos.
- 1972 Síntesis del permethrin, por primera vez se abre la posibilidad de utilizar piretroides sintéticos para el control de pestes (más estables al oxígeno y a la luz que otros piretroides y ejercía acción - residual prolongada).
- 1973 Se sintetiza el Altosid (juvenoide sintético) y es el primer agente morfogenético que recibe autorización como plaguicida de este tipo por la EPA de EE.UU.
- 1974-1982 Desarrollo de piretroides sintéticos más activos.
- 1976-1982 Comienzan a salir al mercado nuevos agentes químicos de control feromonas, juvenoides, etc. (235).

reales.

La Cía. Geigy en Suiza, descubrió varios insecticidas en 1947 pertenecientes todos al grupo de los ésteres carbámicos, siendo el miembro más activo el Carbaryl o Sevin - que fué comercializado una década después. La importancia de este compuesto radica en que se considera el posible sustituto del D.D.T. (36)

El fungicida Captán fué desarrollado por la Cía. - Kittleson, de la Standard Oil Company en los E.U.A. en 1951, apareciendo posteriormente un gran número de otros compuestos de N-triclorometiltio que se utilizan como fungicidas foliares. (36) (Tabla 2).

La Cía. I.C.I. Ltd. en 1958 introdujo dos herbicidas, el Diquat y el Paraquat que pertenecen al tipo bipyridilio, ambos constituyen útiles matayerbas totales que destruyen con rapidez todo lo que crece en la superficie. El Paraquat se aplica en el "arado químico", en el cual se destruye la maleza rociando con este compuesto e inmediatamente después, se procede a la resiembra; este método se aplica primordialmente en áreas donde no existe peligro de erosión.

La Quimioterapia en las plantas (uso de productos químicos para el tratamiento interno de las mismas) es un procedimiento que se aplicó desde el siglo XII para mejorar los frutos, tratando las plantas con especias, tintas y medi



TABLA 2. NUMERO DE COMPUESTOS QUE PASAN A TRAVES DE CADA ETAPA DE INVESTIGACION Y DESARROLLO POR PRODUCTO COMERCIAL EN AÑOS PASADOS.  
(120)

ACTIVIDAD	1956	1964	1970	1972	1977 ESTIMADO	1997
Síntesis y bioscreening inicial	1800	3600	8000	10000	12000	?
Screening avanzado	60	36	80	*		
Evaluación en campo	6	4	4	*		
Desarrollo	2	2	2	*		
Ventas	1	1	1	1		

\* Desconocido

camentos. Leonardo da Vinci en el siglo XV realizó experimentos, inyectando arsénico en los árboles frutales para volver el fruto venenoso. En el siglo XVIII se dieron las bases para mostrar que las enfermedades de algunas plantas, se debían a una nutrición deficiente.

En los años 30, ya en este siglo simultáneamente - con la introducción de los medicamentos sulfonamídicos utilizados en la quimioterapia humana, se realizaron investigaciones para aplicar estos productos a las plantas y fué en 1938 que Hassebrauk, demostró que una manera de proteger a los brotes de trigo de los ataques de las esporas de roya, era tratar la raíz del trigo con Sulfanilamidas. De igual manera se aplicó a la agricultura la Estreptomicina (medicamento contra infecciones bacterianas) para el control sistémico de ciertos patógenos fungales y de enfermedades bacterianas de la planta. A fines de la década de los 60's. aparecieron en el mercado - los fungicidas sistémicos, cuya eficacia es realmente importante, repercutiendo ésto en el gran desarrollo de la quimioterapia vegetal, pudiendo citar dentro de este grupo las oxatíinas, los benzimidazoles, los tiofanatos, las pirimidinas, los antibióticos, las morfollinas y compuestos organofosforados. (36, 243)

A raíz de la sedentarización del hombre y con la - consiguiente necesidad de habitación, éstas fueron invadidas por las ratas y ratones arrasando con sus alimentos. Siendo

estos roedores, los mas temidos por el género humano, en virtud de ser los transmisores de enfermedades tales como: la leptospirosis y la peste bubónica (en el Medievo, de 1348 a 1349, murió el 25% de la población europea a causa de esta enfermedad y entre 1896 y 1917 se registraron diez millones de decesos por la misma causa), por lo que se ha utilizado la warfarina para el control y erradicación de esta plaga, ya que esta substancia, desarrollada en 1944, posee actividad anticoagulante, además se ha empleado como medicamento en seres humanos. (36)

Debido a la resistencia creada, hacia esta substancia por las ratas, se ha utilizado un nuevo rodenticida, la norbormida o raticate, que fue descubierta en 1964, a raíz de la investigación de un producto eficaz contra la artritis reumatoide. (36)

En la década de los sesenta se observaron paralelamente al uso de los pesticidas, los problemas que traen consigo su empleo desmedido e irracional, imponiéndose a estos productos, severas restricciones y prohibiciones en los países industrializados, lo que redundó en la eliminación injustificada del mercado de algunos pesticidas útiles y obstaculizan el desarrollo de nuevos productos esenciales. (243) (Tabla 3).

Los herbicidas actualmente son la clase principal de pesticidas que se utilizan en los países industrializados, mientras que los insecticidas ocupan este lugar en los países en vías de desarrollo. La diferencia en consumo se debe a que en los países en vías de desarrollo se presentan apreciables pérdidas durante el almacenaje, producidas por insectos, ratas, ácaros y hongos, registrándose mayores problemas en los -

TABLA 3. OBSOLESCENCIA EN LA INDUSTRIA DE LOS PESTICIDAS.  
EL D.D.T. Y SU HISTORIA. (235)

	<u>AÑO</u>
SINTETIZADO POR PRIMERA VEZ POR ZEIDLER, EN ALEMANIA.	1876
INTERES A NIVEL LABORATORIO HASTA EL DESCU- BRIMIENTO DE SUS PROPIEDADES INSECTICIDAS, POR PAUL MUELLER EN SUIZA.	1939
PREMIO NOBEL (MEDICINA) MUELLER.	1948
INTRODUCCION MASIVA EN LA AGRICULTURA Y AREAS DE SALUD PUBLICA.	1949
PROLIFERACION DE TECNICAS ANALITICAS MODER- NAS. RECONOCIMIENTO DE LA RESISTENCIA DE INSECTOS.	1950-1965
INVESTIGACION DE RESIDUOS E INTERRELACIONES FISIOLOGICAS Y ECOLOGICAS.	1960-1970
LEGISLACIONES Y REGLAMENTACIONES QUE PROHI- BEN O RESTRINGEN SEVERAMENTE SU USO.	1969-1970

trópicos, que en los países de clima templado, razón que exenta a los países industrializados de estas plagas. Siendo necesario el empleo de pesticidas para el control de estas plagas y de esta manera asegurar el suministro de las subsistencias básicas para alimentar adecuadamente a la población, sobre todo la de los países en vías de desarrollo, ya que en ellos se encuentra el 49% de la población mundial, así como el 46% del total de la tierra cultivable en el mundo y estos países sufren las mayores pérdidas en cosechas a causa de las plagas.

A nivel mundial, las plagas destruyen alrededor de la tercera parte de la cosecha anual, pero en los países en vías de desarrollo este porcentaje se incrementa hasta llegar a valores de un 40%. (230)

Considerando que actualmente existen alrededor de 10,000 especies de insectos dañinos, cientos de los cuales son altamente destructivos; más de 600 especies de malas hierbas, que compiten con las plantas cultivadas; cerca de 1,500 enfermedades de plantas que afectan los diversos cultivos; más de 1,500 especies de nemátodos; además de cientos de parásitos y otros organismos que atacan plantas, animales y al hombre. Obviamente, todos estos seres nocivos deben ser controlados y en ocasiones erradicados, para lograrlo se presentan varias alternativas, pero el método que hasta el momento rinde resultados prácticamente inmediatos es el uso de pesticidas, existiendo actualmente en el mercado mundial aproximadamente 35,000 productos diferentes, que se utilizan con esta finalidad. (294)

El consumo mundial actual de los pesticidas se encuentra dis--

tribuido de la siguiente manera según su empleo:

HERBICIDAS	43%
INSECTICIDAS	32%
FUNGICIDAS	19%
REGULADORES DE CRECIMIENTO	3%
AGROQUIMICOS DIVERSOS	3%

El uso cada vez mayor de pesticidas, en los países en vías de desarrollo es una amenaza diaria, para millones de habitantes de esa región del planeta y de los consumidores de los países industrializados, - por lo que es necesario mantener el uso de los pesticidas dentro de los límites seguros. (308)

Se pronostica que el empleo de pesticidas en los países en - - vías de desarrollo se cuadruplicará, cuando menos en los próximos 16 - - años (es factible que si continúan las tasas de natalidad actuales, lleguen inclusive a sextuplicarse). Ya es un problema inquietante la contaminación de las aguas superficiales debido a los pesticidas persistentes, por ejemplo los granjeros de algunas regiones de Asia, se muestran re- - nuentes a repoblar arrozales y estanques debido a que los peces mueren a causa de los pesticidas. Esto implica una grave pérdida de proteínas de alta calidad en la dieta de las familias rurales. (24, 298)

Como el mercado de los pesticidas ha llegado a su saturación - en los Estados Unidos (principal productor de los mismos) y la industria de este país produce actualmente 1,815 millones de kilogramos de pestici

das anuales (aproximadamente medio kilo por cada habitante de la tierra) y debido a que el empleo de algunos pesticidas resulta muy tóxico, no es lo para las plagas sino también para el ser humano, las correspondientes dependencias gubernamentales de países industrializados, como E.U.A., - han prohibido su consumo interno, aunque toleran su fabricación para exportación, con la finalidad de que las compañías productoras de estas - sustancias puedan recuperar su inversión y "ayudar a los países pobres a obtener mejores cosechas". (24, 298)

Para escapar a las leyes de sus países, las empresas transnacionales han descubierto una estrategia: se limitan a enviar los ingredientes químicos aislados de un pesticida prohibido a un país en vías de desarrollo, y allí lo "fabrican" en plantas para combinar las fórmulas. De ese país se reexporta el pesticida a algún otro que tampoco cuente - aún con legislación que lo prohíba. (24, 298)

Las exportaciones por lo tanto, casi se han duplicado en los - últimos 15 años y en la actualidad constituyen el 30% de la producción - interna de pesticidas, siendo por lo menos el 25% de todas las exportaciones de estas sustancias, productos que están prohibidos o que nunca se han registrado para su empleo en los Estados Unidos. (24, 298)

El mayor problema no reside en la exportación de pesticidas - prohibidos de E.U.A. a los países en vías de desarrollo, sino en su uso masivo e irracional así como su aplicación inadecuada, ya que en los campos de estos países, la mayoría de los pesticidas se aplican a cosechas de lujo para exportación (principalmente algodón, y en menor grado legum

bres y frutas impolutas de alta calidad) y no para los alimentos básicos que consume la población de los mismos (se calcula que del 10 al 20% de los pesticidas utilizados en frutas y verduras, solo sirven para mejorar su aspecto). (298)

Va que más del 50% y en algunos de estos países hasta un 70% - de los pesticidas usados se aplican a cultivos destinados a la exportación para consumidores de Europa, Japón y E.U.A., en tanto que los jornaleros trabajan en los campos, expuestos diariamente a la contaminación con pesticidas, pero no llegan a comer las cosechas protegidas por estos compuestos, por ejemplo: en Centroamérica el 70% del valor total de la producción agrícola -principalmente café, cacao y algodón- se exporta, a pesar del hambre y desnutrición general. Entre 1952 y 1967, en Nicaragua la superficie dedicada al algodón se cuadruplicó, mientras que la destinada a cereales básicos se redujo a la mitad; la producción de frijol y maíz en México, ha bajado considerablemente mientras que la producción de frutas y verduras de lujo para los mercados norteamericanos y la de granos para alimentar el ganado, como el sorgo, han aumentado excesivamente (casi el 32% de los cereales básicos se utilizan con esta finalidad, en este país; aunque en Brasil la cifra es alarmantemente mayor - - siendo ésta del 44%). (24, 298)

Según la Organización Mundial de la Salud, cada minuto se intoxicica una persona en los países en vías de desarrollo, debido a los pesticidas, por lo que esta estadística asciende a 500,000 personas envenenadas cada año. Estimándose que se presenta una defunción debida a los pesticidas cada 105 minutos, con un mínimo total de 5,000 descesos al año. (298)



Hay que hacer notar que estos cálculos, no muestran el número de casos de aborto, mortinatos, mutaciones y malformaciones congénitas, lesiones cerebrales, cáncer en las generaciones vivas y en las subsecuentes, tanto en los seres humanos como en los animales. Todo ello debido al uso incorrecto de los pesticidas, por lo que la tasa de envenenamiento con pesticidas en los países en vías de desarrollo es trece veces mayor que en los E.U.A., a pesar de que en este se utilizan en mayor proporción, pero existen los siguientes puntos que hacen aumentar el riesgo de estos productos, en los países en vías de desarrollo:

- Las condiciones de trabajo son más rudas (clima, jornada, insalubridad, etc.)
- La mayoría de los campesinos son analfabetas, y aún cuando estos supieran leer las etiquetas de los pesticidas prohibidos (en México, - una investigación realizada en 1981 reportó que el 50% de los pesticidas vendidos en el país, tenían etiquetas incorrectas), estos productos frecuentemente no llevan advertencias como las exigidas en E. U.A., a menudo se reempacan o se depositan en botes viejos, siendo manipulados estos como cualquier producto inofensivo por los campesinos.
- Falta de información.
- Falta de recursos para fomentar la investigación en relación a los peligros de los insecticidas.
- Insuficiencia de las autoridades gubernamentales para hacer que se cumplan los reglamentos, tanto a nivel nacional como internacional; etc.

**BREVE BOSQUEJO DE LA CONTAMINACION POR PESTICIDAS  
EN EL MUNDO**

Como ejemplos de contaminación por pesticidas tenemos los casos de:

### ESTADOS UNIDOS

En Lathrop, California, los obreros que trabajaban con DBCP, - presentaron casos de esterilidad, por lo que se suspendió su empleo - - excepto en las piñas de Hawai, este producto también se utiliza en los - sembradíos de plátano, del Norte de Africa y en los de piñas de Taiwan, así como para el cultivo de otros cítricos y algodón. (24, 298)

Lo que resulta irónico es que algunas de estas frutas, regre-- sen a E.U.A. contaminadas por el pesticida prohibido en ese país (aproximadamente un 10% de los productos que importa E.U.A. contienen concentraciones ilegales de pesticidas). (298)

En Texas en 1976 los obreros que producían leptofos, presentaron graves trastornos del sistema nervioso central, lo cual se manifestó en la disminución de la capacidad psicomotriz y cognoscitiva. (298)

En Love Canal, cerca de Búfalo, Nueva York, salieron a la superficie miles de kilos de desechos químicos mortales de un vertedero - químico, 20 años después de que una Compañía Química que elaboraba BHC - había dejado de usarlo. Esta tragedia es aún evidente en la zona residencial cercana, incluso ocho años después de haber destapado otra vez el vertedero en 1976, hay un número excepcional de niños con defectos - congénitos, adultos y niños con tasas elevadas de enfermedades debidas a

productos químicos y la vida de toda la población se ha alterado por tener que vender sus casas y escapar de las peligrosas sustancias que allí se localizan. (298)

El BHC se comercializó posteriormente en Costa Rica, Colombia, Perú y Guatemala, como hemos dicho, lo irónico es que los productos que importa E.U.A., llevan a veces los pesticidas que ellos prohíben, por ejemplo:

- Más del 15% del frijol y del 13% de los chiles importados de México en un período reciente, violaban los estándares de la F.D.A. (Food and Drug Administration) para residuos de pesticidas.
- Casi la mitad de los granos de café importados tienen concentraciones (desde trazas hasta niveles ilegales) de pesticidas prohibidos en E.U.A.
- Las flores frescas importadas de Colombia ocasionaron una fuerte erupción en los floristas norteamericanos.
- El 14% de toda la carne consumida en E.U.A. está contaminada con residuos ilegales. Por lo que han sido suspendidas las importaciones de carne de res de México, el Salvador y Guatemala. (5, 298)

En esta región del planeta el resultado del uso excesivo de pesticidas es la causa del envenenamiento de jornaleros y granjeros (aproximadamente 14,000 personas al año). (298)

Actualmente ocupa un lugar preponderante el caso de la dioxina (agente naranja), pesticida empleado en Vietnam, en donde se utilizaron

(como armamento químico) 57,000 millones de kilos de agente naranja que contenía 170 kilos de dioxina aproximadamente, causando graves daños, como deformidades en seres humanos y aún en fetos, así como el exterminio de tres y medio millones de hectáreas de bosques, plantaciones, terrenos frutales (ya que la dioxina es un potente herbicida) y la contaminación de ríos en Vietnam del Sur, y aún más entre los soldados de la Fuerza Aérea de E.U.A. que empleaban esta sustancia, se han reportado gran índice de enfermedades de la piel, el hígado, así como perturbaciones nerviosas, existiendo 40,000 demandantes contra las siete empresas que fabrican este producto en Estados Unidos. (240)

Aunque el estudio "Ranch Hand" llevado a cabo por la Fuerza Aérea de E.U.A., no ha identificado diferencias estadísticas significativas entre el grupo control (1,532 personas) y el personal de la Fuerza Aérea (1,174 personas o sea el 97% de los trabajadores de la misma), para padecimientos comúnmente atribuidos a la exposición de dioxina, como son: sarcomas de los tejidos blandos, cáncer de la piel (cloracné), cáncer no melanotico dérmico u otra clase de cáncer, así como defectos en el nacimiento, se proseguirá este estudio en 1985, 1987 y a intervalos de cinco años para determinar los resultados de la exposición de este herbicida y sus efectos a largo plazo en la salud. (114)

La dioxina se utiliza actualmente también como arma química en el conflicto del Golfo Pérsico, en la guerra entre Irán e Irak: por lo que habrá que esperar las consecuencias del empleo de esta sustancia, ya que sabemos que bastan 85 gramos de dioxina inmersos en la red de agua potable en la Ciudad de Nueva York, para destruir a toda la pobla--

ción de esa Ciudad. (15, 127, 131, 133, 192, 210)

### CENTROAMERICA

Entre 1972 y 1975, se registraron más de 14,000 envenenamientos y 40 muertes debido a los pesticidas utilizados en los cultivos de algodón, en las Costas del Pacífico; en esa región el 75% del insecticida rociado a menudo va a dar a otros campos no destinados al algodón, además de que los residuos tóxicos contaminan el suelo. (298)

El paratión ocasiona el 80% de los casos de envenenamiento en Centroamérica, ya que se ha mostrado que este pesticida se emplea en una dosis 40% mayor de lo necesario para lograr beneficios óptimos; ya que "más pesticida significa más algodón, menos insectos quiere decir más ganancias", por ejemplo en el Salvador, la producción de algodón absorbe el 20% del total del paratión consumido en el mundo, en este país se emplean 4.2 kg. de pesticida por hectárea de cultivo. (298)

Los campesinos que utilizan paratión, tratan de lavarse éste de la piel, pero utilizan el agua de los surcos de irrigación, a su vez contaminados con el escurrimiento del pesticida, agravando su intoxicación. De cualquier forma el lavarse no elimina el paratión debido a la tendencia de este compuesto a concentrarse en la piel que la absorbe, pasando directamente a la corriente sanguínea, además el paratión descompone la prostigmina (substancia que produce el cuerpo para detener la movilidad activa) de tal forma que caen en estado de tetania, la persona convulsiona y muere. (298)

En la región de Tiquisiate, Guatemala, diariamente se atienden de 30 a 40 personas en la clínica gubernamental con trastornos debidos a efectos tóxicos de paratión en el hígado y otros órganos. Sólo se registran las personas que mueren en las clínicas, en los demás casos, se entierran los cadáveres en las granjas. Llega a tal grado su contaminación, que la ropa que llevan se impregna del olor del pesticida. (298)

Debido a las altas concentraciones de pesticidas utilizadas en Centroamérica, por ejemplo en Guatemala las concentraciones de D.D.T. - son 90 veces más altas que las toleradas en E.U.A.; los habitantes de Nicaragua y Guatemala tienen un nivel de D.D.T. 31 veces mayor que los de E.U.A., país en el que esta substancia está prohibida desde 1970. (298)

A raíz de los trastornos ocasionados a los obreros con leptofos y sus restricciones en Estados Unidos, fueron enviados pesticidas - prohibidos a 50 países como parte del programa norteamericano de "AYUDA AL EXTRANJERO" durante 1971-1976. De allí que Costa Rica, importara en 1978 tres cargamentos de leptofos con destino a Panamá y México. (298)

#### ASIA

En 1972 murieron 400 iraquíes y 5,000 fueron hospitalizados - después de consumir los subproductos de 8,000 toneladas de granos de trigo y cebada que estaban impregnados de un fungicida orgánico a base de mercurio, cuyo uso había sido prohibido en E.U.A. (298)

En 1976 murieron por lo menos 5 personas y 2,900 más se intoxi

caron en Paquistán con malatión utilizado en un programa para la erradicación de la malaria. (298)

En Indonesia, las granjas que cultivan productos de exportación (cacao, café, caña de azúcar y hule) consumen 20 veces más pesticidas que los pequeños agricultores que producen alimentos para los mercados locales, a pesar de que estos cultivan una superficie siete veces mayor que la estatal. (298)

En Malasia la Asociación de Consumidores de Penang, ha descubierto pesticidas organoclorados como el D.D.T., endrin, BHC, dieldrin y clordano (todos prohibidos en los E.U.A.) en el agua de lluvia, en el suelo, en el agua potable y en los cultivos básicos; se reunieron pruebas de casi 100 envenenamientos con pesticidas en 1975, debidos sobre todo a malatión y paraquat. El uso excesivo de pesticidas está destruyendo la riqueza pesquera de esa Nación, lo cual se ve reflejada en la disminución de la pesca en el Río Muda, debida a endosulfan, el BHC y el malatión, acarreando "graves privaciones económicas y deficiencias nutricionales a los campesinos". (298)

#### OCEANIA

En las tierras altas de Papúa, Nueva Guinea, más de 18 personas murieron durante un período de cuatro años en las plantaciones de café, como consecuencia del empleo indebido de paraquat; en 1980 murieron otras cuatro a consecuencia de la ingestión accidental de este producto (dada su semejanza física con los refrescos de cola), en una cere-



monia religiosa en la aldea de Tega en este mismo país. (24, 298)

En esta región el paraquat es vendido legalmente, en botellas de plástico con asa, que resultan muy prácticas a los aldeanos para almacenar agua de beber, después de que se acaba el herbicida. (298)

### AFRICA

En 1971 en Egipto, una epidemia debida a leptofos, ocasionó la muerte de más de 1,000 búfalos y a un número desconocido de campesinos, las víctimas sufrieron una muerte lenta y angustiosa, paralizándose gradualmente hasta asfixiarse. (24)

Este pesticida fue exportado por lo menos a 30 países, se predice, que para la década que terminará en 1984, el uso de los pesticidas en Africa, habrá de quintuplicarse. (298)

### EUROPA

La Bahía de Coruña, España, se vió contaminada por pesticida - que escapó del casco del buque sudanés Erkowit en 1970, después de que - este sufrió una colisión con el buque alemán Dormud, lo que repercutió - severamente en la ecología de esa área del Continente. (55)

El Río Rhin en Alemania recibió descargas del pesticida lindano, provenientes de los desechos de una fábrica francesa en 1975. (55)

En Seveso, Italia, se registró un escape de gas que contenía dioxina, lo cual obligó a cercar la zona, a desalojar a sus habitantes y a preocupar a los científicos por las imprevistas consecuencias genéticas en los humanos y los adversos resultados en el medio ambiente. (55)

Otro factor que agrava el problema de los pesticidas es que a raíz de la "Revolución Verde", se obtuvieron semillas híbridas que producen rendimientos más altos, si cuentan con la cantidad adecuada de fertilizantes y agua; pero estos híbridos son más susceptibles a las plagas, por no poseer las características genéticas de resistencia de las semillas tradicionales. Además, generalmente se favorece el monocultivo, propiciando que las plagas arrasen con enormes campos, como ejemplo tenemos, el tizón de el maíz que arrasó con toda la faja maicera de los E.U. A. en 1970, por lo que estas nuevas semillas tienen que protegerse con más pesticidas. (120, 258)

Debido a esto, los agricultores de todo el mundo dependerán cada vez de los pesticidas, al ver que sus variedades de semillas son más incapaces de resistir a las epidemias de enfermedades y a las plagas de insectos que arrasan periódicamente determinadas regiones. (120, 298)

La F.A.O., calcula que para el año 2000, el 67% de las semillas utilizadas en los países en vías de desarrollo, serán variedades "mejoradas", de alto rendimiento, que en la mayoría de los casos requieren pesticidas. Como prácticamente todos los pesticidas se producen en los países industrializados, eso significa mayor cantidad de exportaciones de éstos a los países en vías de desarrollo. (99, 298)

En la actualidad la ecología química identifica los problemas vinculados con el control de plagas, como son: la persistencia de los elementos tóxicos en el ambiente; la ausencia de especificidad de la mayoría de los pesticidas orgánicos comerciales; la generación de resistencia de los insectos a los pesticidas orgánicos sintéticos (en solo 12 años se duplicó el número de especies resistentes: de 182 en 1965 a 364 en 1977); y la toxicidad crónica, incluyendo carcinogénesis, de muchos pesticidas. (120, 298)

Debido a lo expuesto con antelación, actualmente se han investigado nuevas técnicas para el control de plagas y se han utilizado para ello: los repelentes, hormonas, inhibidores del crecimiento, defoliadores, feromonas, compuestos antialimentarios, quimioesterilizantes, etc., todos ellos describen agentes de acción química que se encuentran en el ámbito de los pesticidas o de la industria de la protección de las plantas. (70, 120, 298)

Algunos científicos consideran que estos productos químicos tendrán una importancia más significativa en la agricultura del futuro, debido a que redundan en menores peligros de contaminación ambiental y disminuyen la posibilidad de que surjan cepas de plagas resistentes.

## ANTECEDENTES HISTORICOS EN MEXICO

En nuestro país los antiguos pobladores de Mesoamérica, cultiva ban las siguientes plantas por poseer semillas comestibles: amaranto, epa zote, frijol en diferentes variedades, canavalia, chia, maíz, zacate, ca cahuate y girasol. Por poseer tubérculos o raíces comestibles se cultiva ron la mandioca, papa, camote y jícama. (68, 157, 181)

Por sus frutos fueron cultivados el chayote, varias especies de calabazas, piña, chirimoya, guanabana, aguacate, pagua, capulín, tejocote, marañón, ciruela amarilla, coco, sauco, guayaba, mamey, zapote en todas - sus variedades, papaya, ramón y nopales. (68, 157, 181)

Como vegetales se domesticaron: chaya, chipilín, tomate, jitoma te y yuca. Condimentos cultivados como chile y vainilla. Dispusieron de estimulantes y narcóticos tales como cacao, maguey y tabaco. (68, 157, 181)

Por su uso como productos textiles se cultivaron: algodón, hene quén y sisal. A dos vegetales tintóreos se les dedicó atención: el achio te y el indigo. El copal por la resina que produce, el cual se empleaba con fines religiosos. (68)

Algunos vegetales se emplearon como jicaras, ejemplo de ello - son los tecomates y bule. Para formar setos vivos se utilizaban la dalia, pitayo, izote y ahuejote. (68, 157, 181)

Como hospederos de insectos se cultivaron el pifoncillo y la no

palea cochenillífera y para uso ornamental el ahuehuete, dalia, cempazúchil, ocoeloxóchitl y tuberosa. (68, 157, 181)

En esculturas de piedra y barro, en la cerámica así como en los códices encontramos representaciones de plantas y frutas que indican la antigüedad de especies como el maíz de por lo menos 1,300 años. En excavaciones realizadas en diferentes lugares de México, se han hallado plantas ó partes de éstas, así como granos de polen (cuya edad se calcula en 5,000 años A. C.), que demuestran la existencia de una agricultura incipiente. (68, 94, 170)

En el Valle de Tehuacán (Edo. de Puebla), se han encontrado restos de agricultura primitiva, cuya edad se calcula en 5,000 años A. C. - En los Estados de México (Chalco, Guanajuato, San Luis Potosí, Puebla y - Oaxaca) se han encontrado implementos maceradores (metales) con una antigüedad de 5,000 y 3,000 años A. C. (68, 233)

Los hallazgos de restos de mazorcas de maíz realizados en la - Cueva de la Perra en Tamaulipas, en la Cueva del Murciélago, Nuevo México y en una Cueva de Coxcatlán, que poseen una antigüedad que varía de 4,500 y 7,000 años. (68, 233)

En el lodo de la excavación de la Torre Latinoamericana (México D. F.), se detectaron granos de polen de maíz con una antigüedad estimada de por lo menos 80,000 años, hallazgo que permitió considerar a la especie como originaria de México y que indudablemente fué domesticada por - las primeras tribus que lo habitaron. (233)

Sabemos de la existencia de insectos, gracias a las representaciones que de éstos encontramos en esculturas, códices y cerámica incluyendo sellos, como ejemplos tenemos: La mariposa o Xochiquetzal, que se localiza en el mural Teotihuacano conocido como Tlalocan ó bien en la Escultura de bajo relieve de Santa Cruz Acapizcan, D. F. cerca de Xochimilco, este insecto representaba el alma de los muertos. El chapulín o langosta que se encuentra representado en una escultura azteca de carneolita que se localiza en el Museo Nacional de Antropología. (68, 162, 233)

En el códice Florentino están plasmados diversos insectos, tales como escarabajos peloteros, hormigas asociadas a víboras, abejas, mosquitos picadores, culebras acompañadas por moscas. En el antes mencionado Tlalocan también se encuentra la representación de una libélula. En el códice Chimalpopoca encontramos la leyenda azteca del 5º Sol que es una de las más sobresalientes en que intervienen insectos. (155, 162)

En la cultura Maya se encuentran innumerables relatos de insectos interviniendo en los asuntos de las deidades (hormigas, mosquitos, piojos, abejas o abejorros). La escena del piojo en el Popol Vuh es prueba de ello. (224)

Sabemos también que los pueblos prehispánicos practicaban la entomofagia, es decir, utilizaban a los insectos como alimento, entre los más frecuentemente consumidos tenemos: los chapulines, ahuatele (chinchas de agua, los huevecillos o adultos), jumiles (chinchas fitófagas), gusanos colorados y blancos del maguey, poxí (larvas acuáticas de cierta clase de mosca), hormiga de la miel, chicatanas y escamoles, estas dos últi-

mas perteneciente a las hormigas. (170)

Como plagas aparte de las ya mencionadas, se encontraban la langosta (chapulines), jejenes, sobre todo en el área de Veracruz, las jicaritas, aradores y malas hierbas; el chahuiztle, hongo plaga del centeno, cebada y trigo, como lo menciona Alejandro de Humboldt, o la plaga de hormigas tzicatana (chicatanas) que se encuentra representado en el códice - Florentino o bien, el hongo de el maíz, conocido como huitlacoche, que - aún hoy en día se utiliza como alimento. (43, 68, 170)

Los sembradíos, por lo tanto, fueron susceptibles de ser atacados por plagas. Se tiene noticia que controlaban éstas por medio de pe--tróleo (chapopote), basura, estiércol, orines y cenizas. (68)

Desde la época de los Mayas, la zona costera de la República - fué una importante área agrícola. A pesar de que el algodón silvestre se conocía en la región, y los nativos empleaban sus hojas con fines medicinales, la utilización de la fibra como tal no fué, sino hasta después de la llegada de los españoles en el siglo XVII. La producción a gran escala comercial del algodón no se desarrolló sino hasta mediados de este siglo. (84)

En el período pre-comercial, el uso de los pesticidas fué escaso, mientras que algunos de los más progresistas agricultores utilizaban arseniato de calcio, azufre o nicotina, la mayoría dependía del control - natural y recolección manual de insectos. En esa época existían tres plagas principales: picudo del algodón, gusano medidor del algodón y la lan-

gosta nativas del área todas ellas. El picudo del algodón aparentemente había co-evolucionado con la planta de algodón en la región. (84)

En 1900 se funda la Comisión de Parasitología Agrícola, que se encargó del estudio de hongos entomofagos para el control de chapulines y langostas existentes en el Sur del País. (2)

A principios de este siglo y con los avances logrados por la ciencia, se realizaron los intentos de aplicación de esa tecnología a la agricultura, es así como el Sr. Julio C. Sosa recomendó la aplicación de emulsiones de petróleo para el combate de la mosca pinta (1891-1902), - que se había convertido en una plaga destructora, en el entonces Cantón de Tantoyuca (Norte del Estado de Veracruz); también experimentó un aparato recogedor untado de alquitrán, y se pretendió el uso de enemigos - naturales. (2)

Se utilizaba el caldo Bordeles contra el tizón de la papa, se desinfectaba el tubérculo con formalina, realizándose sugerencias para la selección de variedades resistentes y se fijaron condiciones para - - efectuar la cosecha y el almacenamiento del tubérculo. (2, 290)

Contra la catarinita de la papa, se recomendaba el verde de Paris, solo o en combinación con el caldo Bordeles. Se utilizó piretro, - borax y el jarabe de hierba de la cucaracha, para librarse de éstas. Para destruir otro tipo de plagas se recomendaba la fumigación con sulfuro de carbono y vapores de ácido sulfúrico. (290)



Para combatir el gusano de la hoja del sauce se utilizaron los polvos arsenicales. En la preparación de cebos para envenenar coyotes - se empleaba la estricnina. Contra las larvas del mayate prieto del coco tero se empleaban algodones impregnados con bisulfuro de carbono que se introducían en las galerías, este mismo producto pero en dosis de 25 g. x m.<sup>3</sup>, se utilizó en la destrucción de palomillas y gorgojos de los granos, así como otros materiales infestados. En el año de 1919 se publicaron instrucciones para combatir gusanos de varias especies con el verde de Paris. (2, 290)

El Dr. Román Ramírez preparó fórmulas para el combate de la chinche del jitomate de los géneros *Halticus* y *Decyphus* a base de emulsiones de petróleo y jabón diluidas con agua para su aplicación, contra estos mismos insectos, se rociaban las plantas infestadas con agua de ta baco al 2 ó 3%. Asimismo, consideró que aplicando verde de Paris y púr pura de Londres, éste último en dosis de 700 g/100 l. de agua, se destruían las pulgas de la planta, sobre todo las del género *Epetrix*. (2)

De 1900 a 1930 se utilizaron productos tales como soluciones amoniacales de carbonato de cobre, polisulfuro de calcio sublimado ó bien, carburo de calcio que era rociado al suelo como nematocida, contra la heterodera radícolica que ataca las naranjas y otras plantas. El sul furo de carbono o vapores del quemado de azufre se empleaban contra la hormiga arriera. (2, 290) (Tabla 4).

Contra el pulgón lanigero se utilizaba nicotina; emulsiones de petróleo se recomendaban para la eliminación de los piojos escamosos y -

TABLA 4. ALGUNOS INSECTICIDAS ORGANOCOLORADOS Y ORGANOFOSFORADOS EMPLEADOS EN MEXICO. (120)

NOMBRE COMERCIAL	1a. Cía. que lo comercializó (año).	Cía. Nacional Productora (año de arranque)	MATERIAS PRIMAS EMPLEADAS
Gusation metílico Azinfos metílico Gution Cotnion Gusation etílico Azinfos etílico etil gution Asuntol, co-ral resistox muscatox Paratión metílico	Bayer Alemana (1953)	Bayer (1978)	Pentasulfato de fósforo, metanol, cloruro de sodio y N-Clorometilbenzazimida
Paratión etílico Thiofos, Niran Folidol etílico Duntion Alkron Malation, chemation Cytion, Malasprax DDVP, DDVF, NOGOS Nuvan, vapoña, Devap	Bayer Alemana (1953)	No se produce	Pentasulfato de fósforo, etanol, cloruro de sodio y N-Clorometilbenzazimida
Naled, dibrom Bromex Dipterex, Tricolfon Neugron, tugon Dylox, Dyrex, Anthon prolox masoten Fosdrín, Merinfos	Bayer (1956)	Bayer (1979)	Dietyl fósforotianoclorhidrato, 3-cloro-4-metil-7-hidroxicomarina
	Bayer (1952)	Fertimex (1972)	Azufre, fósforo, metanol, cloro, parinitrofenato de sodio, carbonato de sodio.
	Bayer (1944)	Fertimex (1972)	Azufre, fósforo, etanol, cloro, P-nitrofenato de sodio, carbonato de sodio
	American Cyanamid (1951)	Química Luvaca (1975)	Pentasulfuro de fósforo metanol, dietilmaleato
	Shell Oil (1960)	Química Luvaca 1967 Productos Básicos 1971, Polequímica (63)	Trimetil fosfito, cloral
	California Spray Chemical (1956)	Química Luvaca 1973 Prod. Básicos 1971	Trimetil fosfito, cloral y bromo
	Bayer (1952)	Química Luvaca 1973 Prod. Básicos 1971	Cloral dimetil, fosfito
	Shell Oil (1953)	Prod. Básicos 1977	Trimetil fosfito, metil- - cloroacetato
Azodrín, Nuracron Monocrotofos BHC, hexaclorobenceno	Ciba-Geigy (1965) ICI (1940)	Atoquim (1978) Fertimex (1966)	Trimetil fosfito, metil -N-metil-metil-2-cloroacetamida cloro, benceno

NOMBRE COMERCIAL	1a. Cia. que lo comercializó (año).	Cia. Nacional Productora (año de arranque)	MATERIAS PRIMAS EMPLEADAS
hexaclorociclohexano DDT, Dicofano, cloro- fenotano, zordano Guesarox, Ntacid Anofax, Genitox Toxafeno, confeno clorado, conflecor Endrin, Mendrin	ICI (1939)	Diamond Chemical 62 Fertimex (1959) Diamond chemical 1961	cloro, benceno, acetaldehido
Toxafeno, confeno clorado, conflecor Endrin, Mendrin	Hercules Powder (1948) J. Hyman (1951)	Fertimex (1962)  Química Potosí 1972	Aguarrás, cloro
Baytex, Lebacyd Tigubón, Entenx Baycid, Queletox Fention Folimat, Ometoato Bayer 45, 432	Bayer (1957)	No se produce	Hexaclorociclopentadien, acetileno o cloruro de vinilo o isodrin 4-metil mercapato-m-cresol, dimetilfosforocloridotionato
Folimat, Ometoato Bayer 45, 432	Bayer Alemana (1965)	Bayer (1979)	AC, dimetilditiofosfórico N-metil-2-cloroacetamida

pulgones. En la siguiente década se utilizaron los pesticidas que a continuación se enumeran: verde de París; arseniatos de calcio, plomo y magnesio, arsénico blanco, los cloratos de sodio y calcio, la criolita, azufre, aceites emulsionables y miscibles, ácido cianhídrico, bisulfuro y tetracloruro de carbono, formaldehído, paradiclorobenceno, creosota, estricnina, pesticidas de origen vegetal tales como: el éleboro, nicotina, piretrinas, cuasis y la rotenona, éste último substituído posteriormente por el malati6n. (2, 290)

En 1935 la mosca prieta de los cítricos causó daños considerables en Morelos, por lo que en 1938 se logró su control biológico. En 1942 se logró el control de los piojos harinosos del café. (233)

En el país el uso de pesticidas orgánicos, tanto para la agricultura como para la salud pública, se inició en 1946, año en el que se utilizó el D.D.T. en la agricultura, en las regiones de laguna y valles, generalizándose su empleo en 1948. En 1946 se realizaron los primeros ensayos para el combate del paludismo con D.D.T. en las regiones de Temixco y Acatlpa; para 1949 quedó probado el potencial del D.D.T. al erradicarse el paludismo de las regiones de Xochimilco y de Baja California Sur.

La Compañía Bayer lanza el producto E-605 que es el parati6n estético; la Compañía Shell el aldrin y dieldrin. Debido a esto se sustituyeron productos tales como los dinitrocompuestos (efusan) por el BHC que se empleó en la campaña contra la langosta de 1945 a 1949. (2)

En el año de 1953 se creó el "Comité Consultivo en material de

importación y distribución de Fertilizantes y Pesticidas", como una medida para limitar y en algunos casos suspender definitivamente la importación de mezclas terminadas de pesticidas, protegiendo así a la Industria Nacional de la formulación a fin de estimular el empleo de diluyentes, -- solventes y aditivos que se elaboraban en el país (hay que tomar en cuenta que en México ya se producían arseniatos de plomo y calcio, así como sulfato de nicotina desde 1939). De esta manera, la importación quedó reducida solo a los productos técnicos y algunos concentrados, no fabricados en el país. (2, 290)

En 1956 México fué declarado país piloto en la erradicación mundial de la malaria, ya que la zona palúdica comprendía poco menos del 50% del territorio nacional. En 1957 se inició el rociado intradomiciliario con D.D.T., que fué repetido cada seis meses hasta 1965, año en que se declaró erradicado el paludismo, pero hubo muchos casos de mortandad de animales silvestres y de granja, además de perturbaciones en animales e incluso en el hombre, que fueron atribuidas a los pesticidas. (2, 233)

La primera de estas empresas, instaló además la planta de toxafeno técnico (canfeno clorado) y de paradiclorobenceno en 1962. (2)

La Compañía Industria Químico-Farmacéutica, trató de elaborar BHC técnico pero una explosión en su planta la hizo desistir de tal objetivo, y no fué sino hasta 1959 que la Cía. Scotian Química, S. A. inició las pruebas y producción en escala comercial del BHC baja gamma, (BHC 15% isómero gamma) el cual fabricó hasta 1961 con un promedio de producción diaria de 2 1/2 toneladas. En este mismo año la Cía. Diamond Chemicals de

México, inició la producción de esta substancia que también fué elaborada por Pertimex, S. A. La Cía. Diamond Chemicals de México, S. A. y Son-Mex lograron la obtención del azufre humectable al 96% en 1959. (2, 290)

La Cía. Química Industrial Nacional, S. A., logró elaborar fungicidas tales como el perzate líquido y maneb, los cuales eran importados por la Cía. Dupont, S. A., originando que ésta instalara su planta en México para elaborarlos y no perder su mercado. (2, 290)

La Cía. Química Industrial Nacional, S. A., lanzó otros fungicidas como son el sulfato tribásico de cobre y el óxido cuproso. (2, 290)

Al inicio de la década de los 50, se introdujo en el mercado nacional un nuevo grupo de substancias, que debido a su efecto benéfico y poca persistencia, pronto se arraigaron en el campo mexicano, ayudando a salvar las cosechas de nuestros cultivos, entre ellos el algodón. (2)

Estos nuevos compuestos pertenecen al grupo de los organofosforados como: el paratión etílico y metílico, el TEPP, el malatión, diazinon, EPN, gusation, dipterez, etión, tritión, etc. (2, 290)

Es bien sabido que todos los compuestos sintéticos antes mencionados se han empleado exitosamente (como el endrin, utilizado en campañas contra la rata de campo en el Sur del Estado de Veracruz en 1965, ó en la Ciénega de Chapala en Michoacán en 1966 y en Jalisco en 1967, donde fué utilizado con la misma finalidad), aunque también debemos considerar la toxicidad de estos productos, ya que en muchos de ellos es alta, de mane-

ra que en México, al igual que en otros países han causado intoxicaciones colectivas y muertes. Las intoxicaciones colectivas tienen como origen - la mayoría de las veces, la contaminación accidental de alimentos a consecuencia de descuidos lamentables durante su transporte, como es el caso - de la intoxicación de 559 personas, la mayoría de ellos menores de edad, provocada por paratión, que se utilizó para fumigar un camión de transporte de harina, contaminando a ésta y por lo tanto al pan que con ella se elaboró, en Tijuana, B. C. en 1967; o bien la intoxicación de trabajadores de plantas mezcladoras, o casos como los registrados en Ciudad Mante, Tamps., que entre 1964 y 1967 se atendieron 226 personas de intoxicación aguda con especial daño al sistema nervioso central, ocasionado por pesticidas organofosforados, utilizados en actividades agrícolas de la región; o en la comarca lagunera, en donde hubo 934 intoxicados en 1974, debido a pesticidas utilizados en actividades agropecuarias. (2, 294)

Existen otros pesticidas que no poseen tan alta toxicidad como el malatión, que se ha podido utilizar en la protección de granos almacenados, tratamientos de bodegas vacías para la eliminación de gorgojos y palomillas que los afectan y se ha permitido oficialmente su aplicación - sobre poblaciones y ciudades contra mosquitos y la mosca del Mediterráneo en campañas de erradicación en Matamoros, Tamps. y Chiapas, así como aplicaciones de ultra bajo volumen para el control del picudo en el algodónero. (2, 290)

De lo antes mencionado, se deduce que la inquietud de los profesionales encargados de la protección de los cultivos, siempre ha sido la de disponer de los medios y métodos de control de plagas, desarrollados -

tanto en el país como en los países más adelantados. (2, 290)

En los países en vías de desarrollo, como es el nuestro, el empleo de pesticidas se incrementa cada vez más debido a la necesidad de satisfacer en forma rápida y sustancial los rendimientos agrícolas y así - cumplir con las demandas de nuestra elevada explosión demográfica (siendo la tasa de crecimiento anual de 2.5 según el censo de 1980), los pesticidas requeridos en nuestro país para 1984, se incluyen en la tabla 5. De la cual concluimos que el total de la demanda, se encuentra repartido de la siguiente manera:

TIPO DE PESTICIDA	% EN VOLUMEN
INSECTICIDAS	46.05
FUNGICIDAS	29.16
HERBICIDAS	18.55
FUMIGANTES Y OTROS	6.24

Y de acuerdo a la producción nacional así como importación de - pesticidas, tenemos los siguientes resultados:

TIPO DE PESTICIDA	FABRICACION NACIONAL	IMPORTACION
INSECTICIDAS	66.38 %	33.62 %
FUNGICIDAS	91.44 %	8.56 %
HERBICIDAS	81.39 %	18.61 %
FUMIGANTES Y OTROS	23.39 %	76.61 %

De lo cual se deduce que casi exclusivamente somos autosuficien



TABLA 5. NECESIDADES DE PESTICIDAS PARA 1984 (246).

NOMBRE COMUN	FABRICACION NACIONAL (TONELADAS) *	IMPORTACION (TONELADAS)*	TOTAL ANUAL (TONELADAS)*
<u>INSECTICIDAS</u>			
ACEFATE		80	80
ALDICARB		100	100
AZINFOS METILICO +	200	100	300
BACILLUS THURINGIENSIS		20	20
BCH	250		250
CARBARYL		900	900
CARBOFURAN		220	220
CARBOFENOTION		30	30
CLORDANO		60	60
CLOROBENZILATO		10	10
CLORPIRIFOS		200	200
CLORTIOFOS		30	30
CYHEXATIN		5	5
CYPERMETRINA	45		45
DDT	200		200
DELTAMETRINA		3	3
DIAZINON		250	250
DICLORVOS	140		140
DICOFOL		25	25
DICROTOFOS		10	10
DIMETOATO	150		150
DISULFOTON		100	100
ENDOSULFAN		285	285
ENDRIN	100		100
EPN		110	110
ETHION		25	25
FENSULFOTION		40	40
FENTION		30	30
FENTOATO		30	30
FENVALERATO	55		55
FEROMONA		4	4
FONOFOS		60	60
FORATO		40	40
FOSALONE		15	15
FOSFAMIDON		5	5
FOXIM		420	420
HEPTACLORO		50	50
ISOFENFOS		90	90
LINDANO		15	15
MALATION	500		500
METALDEHIDO		1	1
METAMIDOFOS	300		300

NOMBRE COMUN	FABRICACION NACIONAL (TONELADAS)*	IMPORTACION (TONELADAS)*	TOTAL ANUAL (TONELADAS)*
METOMYL		250	250
METIDATION		50	50
METIL PIRIMIFOS		3	3
METOXICLORO		20	20
MEVINFOS +	10	25	35
MONOCROTOFOS	500		500
NALED	100		100
DMETOATO	300		300
OXAMYL		10	10
OXIDEMETON METIL		30	30
PARATION ETILICO	300		300
PARATION METILICO	3500		3500
PERMETRINA	70		70
PIRIMICARB		8	8
PROFENOFOS		70	70
PROLATE		15	15
PROPARGITE		20	20
SULPROFOS		10	10
TERBUFOS		30	30
TETRADIFON		5	5
TOXAFEND	800		800
TRICLORFON	200		200
	<u>7720</u>	<u>3909</u>	<u>11 629</u>
<b>HERBICIDAS</b>			
ALACLOR		18	18
AMETRINA	225		225
ASULAM		5	5
ATRAZINA	500		500
BARBAN		12	12
BENSULIDE		40	40
BENTAZON-		20	20
BENTIOCARB		5	5
BROMACIL		15	15
BROMOXINIL		14	14
BUTILATO	30		30
CLORO PROFAM		15	15
CLORTOLURON		20	20
2,4-D	1350		1350
DALAPON		90	90
D.G.P.A.		40	40
DICAMBA		15	15
DICLOFOP METIL		22	22
DIFENAMIDA		5	5
DIFENZOQUAT		30	30
DINOSEB		15	15

NOMBRE COMUN	FABRICACION NACIONAL (TONELADAS)*	IMPORTACION (TONELADAS)*	TOTAL ANUAL (TONELADAS)*
MANCOZEB	500		500
MANEB	2 000		2 000
METALAXIL		50	50
OXICARBOXIM		2	2
OXICLORURO DE COBRE	600		600
OXIDO CUPROSO	250		250
OXITETRACICLINA	5		5
PROPINEB		5	5
QUINTOZENO	250		250
STREPTOMICINA		22	22
SULFATO DE COBRE	700		700
T.C.M.T.B.		10	10
THIRAM	150		150
THIABENZOLE		40	40
TRIADIMEFON		40	40
TRIDEMORPH		40	40
TRIFORINE		15	15
ZINEB	800		800
	<u>6 735</u>	<u>630</u>	<u>7 365</u>
<u>FUMIGANTES Y OTROS</u>			
BROMURO DE METILO		800	800
BRODIFACQUIM		3	3
CLOROPICRINA		30	30
COUMACLOR	20		20
DAZOMET	60		60
EDB		50	50
FENAMIFOS		85	85
FOSFURO DE ALUMINIO	238		238
FOSFURO DE ZINC		40	40
METAM SODIO	30		30
OXICUMARINA		0.06	0.06
PROTEINA HIDROLIZADA		50	50
1,3-DICLORO PROPENO		150	150
WARFARINA	21		21
	<u>369</u>	<u>1 208.06</u>	<u>1 577.06</u>

\* Los volúmenes estimados de plaguicidas se dan en ingrediente activo 100% debido a que los materiales técnicos disponibles presentan variación en su contenido activo.

+ Fabricación deficitaria.

NOMBRE COMUN	FABRICACION NACIONAL (TONELADAS)*	IMPORTACION (TONELADAS)*	TOTAL ANUAL (TONELADAS)*
DIURON	300		300
EPTC	45		45
FLUOMETURON	20		20
FLAN PROP METIL		20	20
GLIFOSATO		160	160
HEXAZINONA		10	10
HIDRAZIDA MALECA		5	5
ISOPROTURON		20	20
LINURON		40	40
MERFOS	9		9
METRIBUZIN		25	25
METOLACLOR		40	40
MOLINATE	15		15
MSMA	80		80
NAPROPAMIDA		10	10
OXADIAZON		10	10
OXIFLUORFEN		15	15
PARAQUAT	300		300
PERBULATO	10		10
PENDIMETALIN		15	15
PICLORAM		60	60
PROFAM		20	20
PROMETRINA	30		30
PROPANIL	500		500
SIMAZINA	15		15
2,4,5-T +	10	40	50
TRIFLURALINA	200		200
TERBUTRINA	150		150
VERNOLATO	20		20
	<u>3 809</u>	<u>871</u>	<u>4 680</u>

FUNGICIDAS

ANILAZINA	45		45
AZUFRE	1 200		1 200
BENOMYL	100		100
CAPTAFL		35	35
CAPTAN +	30	180	210
CARBENDAZIM	5	20	25
CARBOXIM		15	15
CHINOMETIONATO		15	15
CLORTALONIL		100	100
DINOCAP		10	10
EDIFENFOS		15	15
ETOPROP		10	10
FENTIN ACETATO		4	4
HIDROXIDO CUPRICO	100		100
KASUGAMICIN		2	2

tes en fungicidas, por lo que aún hoy en día tenemos que recurrir a la importación de ciertos productos. (246)

Un factor que debe considerarse es la resistencia de las plagas a los productos fitosanitarios, hecho que se ve acrecentado por el empleo de monocultivos en nuestro país, como ejemplo tenemos que el uso indiscriminado de plaguicidas en la región de Matamoros, donde la aplicación de dieldrin y aldrin junto con D.D.T. crearon resistencia de las plagas del algodónero, haciendo imposible su cultivo; además, en otras áreas agrícolas, la resistencia que se manifestó a estos materiales, originó el empleo de dosis masivas que afectaron la vida acuática y contaminaron suelos, cultivos de consumo humano y ganado, encontrándose que los residuos de estos productos se almacenaban en la grasa de los animales y eran transferidos al hombre. (2, 290)

Sin embargo, sabemos que el empleo adecuado de los pesticidas, ayuda a hacer frente a las cada día crecientes necesidades de producción de alimentos, fibras, así como otros insumos y su aplicación reduce el daño a los cultivos e impide que los alimentos almacenados sean dañados por insectos, hongos, roedores, etc., conservándolos hasta el momento que sea necesario su consumo. (2, 290)

Considerando que las pérdidas por plagas llegan a un 30% de la producción agrícola, es necesario luchar permanentemente en su contra para evitar un colapso en la agricultura. (2)

Lo importante no es la supresión de los pesticidas, sino el lo-

grar un empleo más juicioso de los mismos para disminuir riesgos como al que se exponen: las personas que manejan y usan esta clase de sustancias, las personas que consumen los alimentos producidos, las formas benéficas de vida que existen en el medio ambiente tanto la flora como la fauna.

No obstante lo anterior que se ha intentado el uso de pesticidas no persistentes en el medio ambiente y biodegradables, no se ha logrado destruir las plagas sin originar peligros tanto directos como indirectos a otras especies, por lo que ha hecho necesario la creación de una legislación, la cual reglamenta el empleo de los pesticidas.

El control biológico inducido, que como ya se dijo, se emplea desde principios de este siglo en nuestro país, ha adquirido gran auge actualmente y se utiliza principalmente en las siguientes plagas: picudo de algodón, pulgón manchado de la alfalfa, mosca pinta, barrenador de la caña de azúcar, etc. (233)

Existiendo actualmente 17 centros de reproducción de insectos benéficos, se han intentado otros métodos de control como son el control cultural, variedades de plantas resistentes, variedades tempranas y de maduración uniforme, feromonas, manejo adecuado del suelo y del agua de riego, etc. (2, 233)

Como ejemplo de control integrado en nuestro país, tenemos el que se lleva a cabo en el gusano rosado del algodonnero en el Norte y Noroeste de la República. (2, 233)

Otro ejemplo es el intento de control de el lirio acuático, que en nuestro país se ha convertido en una plaga debido a su gran poder de reproducción; las regiones afectadas se localizan a todo lo largo del país, entre las que podemos citar, la Cuenca de Lerma-Chapala-Santiago; las presas de Requena, Endó, Valsequillo, etc.; los lagos de Xochimilco, Pátzcuaro y Chapala, y una gran parte de las aguas superficiales. Esta planta se multiplica por la hiperfertilización de las aguas y su abundancia produce gran cantidad de disturbios al ecosistema, además de ocasionar grandes pérdidas de agua, debido a la transpiración y de interferir en el aprovechamiento íntegro del acuífero. (17, 294)

Dentro de los múltiples intentos que se han realizado para el control y erradicación de este problema se encuentran: el empleo del herbicida 2,4-D, cuyo uso se encuentra restringido debido al impacto ambiental que produce así como su alto costo, destrucción de especies útiles de flora y fauna y la elevada posibilidad de sobrevivencia de algunos brptes que pueden producir nuevas infestaciones. (294)

Se ha intentado el control biológico, utilizando manatíes sirénidos de la especie trichetius latirostris, que consumen grandes cantidades de lirio, en las regiones de Xochimilco y Chapala, pero desafortunadamente a finales de 1974, por desconocer la colectividad la acción positiva de estos animales, desaparecieron. (17, 294)

En Valsequillo, Pue., se utilizó un lanchón con sierras laterales para destruir el lirio y ha demostrado en este embalse ser muy eficaz, pero no se han construido otros debido a su alto costo, por lo que es ne-

cesario seguir investigando en ésta área, así como las otras plagas que atacan a nuestros campos. (294, 298)

El lirio acuático cubre de 0.5 a un millón de  $\text{km}^2$  en nuestro país, y además de los lagos ya mencionados se localiza en los del Mezquitil, de Cajititlán, de Chapala (donde más del cuarto de la superficie, o sea  $250 \text{ km}^2$  están cubiertos por esta planta) y en la mayoría de los - - 1,400 lagos artificiales así como las albuferas del país. (65, 294)

Se ha estudiado la posibilidad de utilización del lirio acuático para la producción de gas, de papel, de levadura o de extractos de - proteínas, razón por la que se ha intentado su aprovechamiento como forraje para el ganado, ya que posee un contenido protéico equiparable al de las leguminosas. (65)

En la República Mexicana existen alrededor de 650 especies de insectos y 180 de microorganismos patógenos, además de los que ingresan de otros países, sobresaliendo la mosca del Mediterráneo (que ataca frutales y hortalizas), la broca y la roya del cafeto, el gorgojo kopra y - barrenador del maíz. (294)

Debido a ello, como hemos visto en este análisis, el uso de - pesticidas para erradicar las plagas es un procedimiento necesario, pues aún hoy en día, nos encontramos con plagas tales como: el gusano barrenador, que ataca tanto a las áreas boscosas (433,795 hectáreas de bosques en Hidalgo) como al ganado (21,991 cabezas de ganado afectado en Jalisco), ocasionando pérdidas por más de 2,185 millones de pesos; o bien el



caso de la roya del café, que en la región de Soconusco, Chis. (86,000 hectáreas de cafetales), así como el Norte del mismo Estado, se encuentran infestados por esta plaga; la garrapata que en Jalisco afectó el 15% de los dos y medio millones de cabezas de ganado existentes en esta región causando estragos cuantiosos, superiores a los 1000 millones de pesos en los últimos seis meses. (26, 121, 213, 214)

Se deben utilizar los pesticidas, pero de una manera racional, para evitar casos como el del trigo contaminado en Baja California Norte; los intoxicados con frijol negro contaminado con fungicidas en Ciudad Victoria, Tamps.; los trabajadores agrícolas contaminados con lindano (en el Centro Médico La Raza, que únicamente concentra casos del Norte del Distrito Federal, en tres años reportó 68 enfermos debido a este pesticida); residuos tóxicos que se encuentran en gran proporción en vegetales, al grado que se prohíbe la exportación de ciertos productos, sobre todo los de consumo fresco, en cuya producción los campesinos que los aplican habitualmente, presentan graves efectos retardados sobre el sistema nervioso, tales como pérdida de la memoria, dislalia y dificultad para concentrarse, como es el caso de Culiacán, Sin., en donde se encuentran grandes plantaciones de tomate para los supermercados de E.U.A., los médicos de las Clínicas Gubernamentales atienden de dos a tres casos por envenenamiento con pesticidas cada semana. Algunos trabajadores llegan con convulsiones, pero debido a la falta de seguro de enfermedad, estos regresan inmediatamente a los campos, donde su estado se agrava.

Cada dos o tres semanas se trata en esa región a un jornalero enfermo de anemia aplásica (padecimiento asociado a los pesticidas orga-

noclorados que se utilizan en esa región), la mitad de estas víctimas - muere. Los campesinos se envenenan constantemente con el pesticida rociado que arrastra el aire y con el que fluye de los aplicadores en mal estado. (91, 298)

Estos individuos viven a lo largo de pequeños terrenos, entre los cultivos y los canales de irrigación que reciben todo el escurrimien to de pesticida. En los canales lavan a los niños, los enseres para co- cinar, así como la ropa y también van a los canales a llenar las cubetas (que se utilizaron anteriormente para contener pesticidas) de agua para beber. (298)

Mientras los trabajadores enferman por beber agua contaminada, se han construido invernaderos muy modernos con sistemas de agua purifi- cada para las semillas y plantas pequeñas de tomate, "por lo que parecen ser más importantes estas plantitas que la gente". (298)

Por último, se encuentra el caso del empleo del dibromuro de - etileno, cuyos productos tratados con esta substancia, se prohibieron to talmente para su exportación, pero al no ser destruidos, los productos - que se rechazaron y al no existir un sistema que evite su venta en el - mercado nacional, se utilizaron para su consumo interno. (298)

Este, junto con los casos antes citados pueden solucionarse - aplicando los pesticidas de una manera racional y equilibrada.

CAPITULO III

*Lo incompleto será colmado  
Lo torcido será enderezado  
Lo vacío será llenado  
Lo consumido será renovado.*

Lao Tse.

## T O X I C I D A D

Como para los tóxicos en general, es importante de diferenciar la toxicidad aguda (consecutiva a la absorción única de producto) de la toxicidad latente (proveniente de la acumulación de productos por las absorciones repetidas de cantidades mínimas).

La toxicidad aguda se manifiesta cuando hay contaminaciones - - accidentales y se lleva a cabo un aumento brutal de la mortalidad de numerosas especies. (36, 118).

Esta toxicidad puede estar determinada por el valor de la "dosis letal al 50%" ( $LD_{50}$ ) que corresponde a la cantidad de producto (expresado en mg. por kg. de peso corporal), provocando la mortalidad de la mitad de animales sometidos a la experiencia. (12, 36, 44) (Tabla 6).

La toxicidad latente, insidiosa, necesita a veces de tiempos - - más largos para manifestarse y no puede ser medida.

ORGANOCLORADOS

Se debe hacer una distinción, entre la fitotoxicidad y la toxicidad para las dos grandes clases de pesticidas organoclorados: los insecticidas y los herbicidas. (44, 85) (Tabla 7).

TABLA 6. RELACION ENTRE LA DOSIS DE D.D.T. Y LA  
RESPUESTA EN EL HOMBRE (12).

DOSIS (mg/kg/día)	OBSERVACIONES
16-286	INTOXICACION (VOMITOS) EN TODOS LOS INDIVIDUOS; CONVULSIONES EN OTROS.
10	INTOXICACION MODERADA EN CIERTOS INDIVIDUOS.
6	INTOXICACION MODERADA EN UN CASO.
0.5	TOLERADA POR VOLUNTARIOS DURANTE 21 MESES.
0.5	TOLERADA POR TRABAJADORES DURANTE SEIS AÑOS Y MEDIO.
0.25	TOLERADA POR TRABAJADORES DURANTE DIECINUEVE AÑOS.
0.004	DOSIS ABSORBIDA POR LA POBLACION EN LA REGION DE DELHI (INDIA) (1964), DE ORIGEN MULTIPLE (DESINFECTACION DE HABITACIONES Y DE ALIMENTOS).
0.0025	DOSIS ABSORBIDA POR EL CONJUNTO DE LA POBLACION DE LOS ESTADOS UNIDOS (1953-1954).
0.004	DOSIS ABSORBIDA ACTUALMENTE POR EL CONJUNTO DE LA POBLACION DE LOS ESTADOS UNIDOS.

TABLA 7. TOXICIDAD AGUDA DE ALGUNOS PESTICIDAS (ppb) EN ORGANISMOS ACUATICOS. (85)

PESTICIDA	EFFECTO EN FI- TOPLANCTON %	<u>Daphnia</u> EC <sub>50</sub>	<u>Gammarus</u> LC <sub>50</sub>	<u>Ptero- narcys</u> LC <sub>50</sub>	<u>Culex</u> LC <sub>50</sub>	<u>Rana</u> LC <sub>50</sub>
Aldrin	-85	28.00	28.00	8	3	- -
Clordano	-94	29.00	160.00	170	- -	- -
D.O.T	-77	.36	4.70	41	70	2000
Dieldrin	-85	250.00	1400.00	6	8	- -
Endosulfan	-87	240.00	9.20	24	- -	- -
Endrin	-46	20.00	47.00	4	15	- -
Heptacloro	-94	42.00	150.00	8	54	- -
Metoxicloro	-81	.78	4.70	30	67	- -
Toxafeno	-91	15.00	70.00	7	- -	- -
Abate	-	- -	960.00	100	16	2000
Azinfos metilico	-	3.20	- -	8	- -	- -
Clorpirifos	-	- -	.76	50	3	400
Diazinon	-	.90	800.00	60	830	2000
Dimetoato	-	2500.00	- -	140	- -	- -
Etion	-69	.01	56.00	24	- -	- -
Fenitrotion	-	.40	12.00	28	6	- -
Malation	-	1.80	3.80	35	80	- -
Peration	-	.60	- -	8	3	- -
Fosfamidon	-	8.80	8.40	1400	- -	- -
Carbaryl	-17	6.40	40.00	30	- -	4000
Propoxur	-	- -	25.00	110	- -	595
Aletrin	-	21.00	20.00	28	- -	- -
Rotenone	-	100.00	6000.00	2900	- -	- -
Amitrol	-	23.00	- -	- -	- -	- -
Atrazine	-	3600.00	- -	- -	- -	- -

PESTICIDA	EFFECTO EN FI- TOPLANCTON %	<u>Daphnia</u> EC <sub>50</sub>	<u>Gammarus</u> LC <sub>50</sub>	<u>Ptero- narys</u> LC <sub>50</sub>	<u>Culex</u> LC <sub>50</sub>	<u>Rana</u> LC <sub>50</sub>
Dalapon	-	11000.00	- -	100000	- -	- -
Dicamba	-	- -	1000.00	- -	- -	- -
Diclorbenil	-	3700.00	1500.00	4400	- -	- -
Diquat	-45	- -	- -	- -	- -	- -
Endotal	-	46000.00	2000.00	- -	- -	- -
MCPA	-	100000.00	- -	- -	- -	- -
Monuron	-94	106000.00	- -	- -	- -	- -
Paraquat	-53	3700.00	18000.00	100000	- -	- -
Picloram	-	380000.00	48000.00	120000	- -	- -
Simazina	-	- -	21000.00	50000	- -	- -
Trifluralin	-	240.00	8800.00	13 000	- -	- -
2,4-D	-	320000.00	1800000.00	- -	- -	- -
2,4,5-T (ácido)	-	1500.00	- -	- -	- -	- -
Diclon	-	26.00	3200.00	- -	- -	- -
TFM-2B	-	7350.00	26000.00	15400	- -	- -

## 1. LOS INSECTICIDAS

- a) Fitotoxicidad.- La fitotoxicidad de los insecticidas organoclorados es generalmente débil, no obstante, de una constante acción más o menos marcada sobre ciertas especies vegetales. (36)

El hecho de que numerosas especies, plantas y algas puedan acomodarse muy bien a la presencia de estos compuestos sin perjuicio aparente, trae como consecuencia la posibilidad de adsorción y de almacenamiento a corto y largo plazo de los insecticidas que pueden con ciertos puntos de vista ser considerados como productos endotérmicos. (102)

- b) Toxicidad.- Por definición, la mayoría de los insecticidas pueden ser peligrosos; en particular el gran grupo de productos clorados -- DDT-HCH-Clordano, que son neurotóxicos para los animales de sangre caliente. Las cantidades peligrosas para el hombre son variables y han dado lugar a numerosas controversias. (44, 243)

## 2. LOS HERBICIDAS

- a) Fitotoxicidad en medio acuoso.- A una concentración baja no parece ser que la acción de eliminación de las malas hierbas de estos productos específicos o no, sea muy notable sobre la flora acuática, sobre todo aquellos que son sales solubles, como es el caso del medio líquido, favoreciendo la dilución, pueden abatir rápidamente la concentración a valores tolerables para el medio. Además la estabili-



TABLA 8. TOXICIDAD DE LOS HERBICIDAS ORGANOCLORADOS (278)  
SOBRE LAS RATAS

HERBICIDAS	LD <sub>50</sub> PARA LA RATA mg/kg.
MONURON	3 500
NEBURON	11 000
DIURON	3 600
MONOLIURON	2 000
LINURON	1 500
DICAMBA	1 040
FENAL	1 780
2,4-D	375
MCPA	375
2,4,5-T	300
2-MCPP	650
MCPB	700
SIMAZINA	5 000

TABLA 9.

VALORES DE LD<sub>50</sub> (ppb) A 96 HRS. PARA 9 PESTICIDAS PROBADOS CONTRA 10 ESPECIES DE PECES  
EN CUATRO FAMILIAS

FAMILIA ESPECIES	AZINFOS METILI- CO	CARBA- RIL	DDT	FENTION	LIN- DANO	MALA- TION	METIL PARA- TION	HEXA- CARBA- TO	TOXA- FENO
CYPRINIDAE									
CARPA DORADA	4270	13200	21	3404	131	10700	9000	19140	14
FOXIND	235	14600	19	2440	87	8650	8900	17000	14
CARPA	695	5280	10	1160	90	6590	7130	13400	4
CENTRARCHIDAE									
PEZ SOL OREJUDO	52	11200	5	1880	83	170	5170	16700	13
PEZ SOL	22	6760	8	1380	68	103	5720	11200	18
LOBINA	5	6400	2	1540	32	285	5220	14700	2
SALMONIDAE									
TRUCHA ARCOIRIS	14	4340	7	930	27	170	2750	10200	11
TRUCHA CAFE	4	1950	3	1330	2	200	4740	8100	3
SALMON PLATEADO	17	764	4	1320	41	101	5300	1730	8
PERCIDAE									
PERCA AMARILLA	13	745	9	1650	68	263	3060	2480	12

dad de estos productos, es inferior a la de los insecticidas, su efecto a largo plazo es menos importante. (278) (Tabla 8).

- b) Toxicidad.- La toxicidad de estos productos para los animales de sangre caliente es ligera pero no despreciable, como puede verse en la tabla 9. (44, 291).

Esto, naturalmente, no permite prejuzgar la toxicidad de los herbicidas sobre la fauna piscícola (el Monurón es tóxico para los peces por debajo de 40 ppm), pero su influencia depende de un gran número de variables, tales como la concentración, tipo de productos, período de contaminación y fase de crecimiento de los organismos, etc. La presencia de estos herbicidas en el agua representa además de un índice de la contaminación, un riesgo de toxicidad que debe tomarse en consideración. (291)

En resumen, la presencia de estos compuestos organoclorados en el agua se manifiesta en general por el aumento de su concentración por acumulación en los organismos (vegetales-animales) que viven en ese biótopo. Esto es justamente a consecuencia de las pruebas efectuadas sobre las posibilidades de acumulación y de almacenamiento de estos productos en las grasas, debido a su liposolubilidad, su reemplazamiento, y en ciertos casos de su supresión, lo que se ha tomado en cuenta desde hace algunos años.

TABLA 10. TOXICIDAD SELECTIVA DE ALGUNOS PESTICIDAS (80)

## ORGANOFOSFORADOS.

PESTICIDAS	LD <sub>50</sub> ORAL PARA LA RATA mg/kg.	COCIENTE DE TOXICIDAD (LD <sub>50</sub> RATA/ LD <sub>50</sub> INSECTO).		
		MOSCA CASERA	BARRENADOR DEL MAIZ.	HEMIPTERO SAL TADOR DEL MAIZ
<u>SELECTIVOS</u>				
CIANOFOS	860	302	-	-
DIMETOATO	56	280	-	-
FENITROTION	670	153	870	100
DICLORVDS	75	94	72	-
CLORTION	270	86	85	-
SALITION	91	61	114	3
TRICLORFON	390	57	107	5
ACETION	800	52	-	-
FENTION	88	27	88	7
PARATION METILICO	32	25	64	3
DIAZINON	48	25	20	21
CIANOFENFOS	50	24	-	-
MALATION	347	20	386	434
FENCAPTON	296	15	-	-
EPN	24	9	27	5

NO SELECTIVOS

MEVINFOS	5	5	4	-
PARATION	5	5	1	1.3
PARAOXON	3	3	0.5	-
TIONAZIN	5	1.5	2.6	-
AZINFOS METILICO	8	0.6	8	-
FOSFAMIDON	11	0.6	6	-
DEMETON METILICO	26	0.6	1	-
FORATO	9	0.4	0.9	-
TEPP	2	0.4	0.2	-
DEMETON	6	0.3	0.3	-
OXIDEMETON METILICO	10	0.1	-	-

ORGANOFOSFORADOS

Los pesticidas organofosforados son esencialmente insecticidas con actividad anticolinesterásica, se dice que inhiben la actividad de la acetilcolina, que permite el paso del influjo nervioso; posteriormente se hará incapié en el mecanismo exacto de esta inhibición por un cierto número de métodos que están basados en esta actividad. (33)

En la tabla 10 se localiza la toxicidad para algunos insecticidas, expresada en  $LD_{50}$  para la rata y el reporte de las toxicidades,  $LD_{50}$  rata/ $LD_{50}$  insecto. (80)

En general, los pesticidas organofosforados poseen una toxicidad menor que los organoclorados con respecto a los organismos vivos. Pero la diferencia es mayor a nivel de la persistencia y de la acumulación de las grandes cadenas alimenticias, lo que resulta más débil para el caso de los organofosforados. (44, 80)

Se ha comparado la toxicidad de ciertos insecticidas organoclorados y organofosforados sobre la fauna acuática. La  $LD_{50}$  se determinó durante 96 horas para los organoclorados y 24 horas para los organofosforados, en agua cuya concentración en el producto a estudiar, provocó la muerte del 50% de los peces. Esta concentración, expresada en ppm (mg/lt de agua), se encuentra indicada en la tabla 11 bajo la forma de  $LD_{50}$  (ppm). (143)

TABLA 11. TOXICIDAD DE ALGUNOS INSECTICIDAS SOBRE  
LOS PECES. (143)

<u>ORGANOCLODRADOS</u>	LD <sub>50</sub> ( ppm )	
	<u>PEZ SOL</u>	<u>TRUCHA ARCOIRIS</u>
96 Hs. DE EXPOSICION		
ENDRIN	0.006	0.007
TOXAFENO	0.004	0.008
DIELDRIN	0.008	0.019
D.D.T.	0.016	0.018
ALDRIN	0.018	0.036
CLORDANO	0.022	0.022
METOXICLORO	0.062	0.020
LINDANO	0.062	0.060
BHC	0.790	0.000
HEPTACLORO	0.190	0.150
<u>ORGANOFOSFORADOS</u>		
24 Hs. DE EXPOSICION		
AZINFOS METILICO	0.022	0.014
FOSDRIN	0.041	0.034
FONOFOS	0.045	0.110
MALATION	0.120	0.100
DIAZINON	0.052	0.380
FOSFAMIDON	0.000	5000
PARATION METILICO	5700	2700
DIMETOATO	28000	20000

TABLA 12. TOXICIDAD DE LOS PESTICIDAS EN LOS SERES HUMANOS. (44, 45)

SIGNOS Y SINTOMAS DE ENVENENAMIENTO

NOMBRE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
ABATE	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X				X	X	X		X	X	X
ALDRIN	X				X	X						X	X				X	X	X	X	X	X
AMETRINA								X				X										X
AMINDTRIAZOL					X							X						X				X
APROCARB	X	X	X				X	X	X			X				X		X	X		X	X
ARSENIATO DE CALCIO							X										X				X	
ARSENIATO DE PLOMO							X										X				X	
ARSENIATO SODICO							X										X				X	
ATGARD		X								X		X					X	X				
ATRAZINA					X			X				X		X								X
AZODRIN	X	X	X						X	X	X	X					X	X				X
BARON						X		X			X								X			
BAYGON	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X				X						
BENLATE								X										X				X
BIDRIN		X	X							X	X						X	X				
BIRLANE	X	X	X							X	X	X					X	X				
BROMACIL	X						X				X							X				
BROMURO DE METILO		X				X	X											X			X	X
CARAGARD		X								X		X					X	X				
CAPTAN							X											X			X	
CARBARYL	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X				X		X		X	X	X
CIDRIN		X	X						X	X	X						X	X			X	X
CLORBUFAM								X														X
CLORDANO					X								X				X					
CLORPROFAM								X						X								X
DALAPON															X		X	X				X
D.D.T.					X				X	X		X					X	X	X		X	
DIALATO								X														X
DIAZINON	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X

TOXICIDAD

<u>ORAL</u>	<sup>LD50</sup> <u>DERMICA</u>	<u>GRADO DE TOXICIDAD</u>
4500	2500	LIGERAMENTE
50	200	MODERADAMENTE
2000	-	LIGERAMENTE
3000	10000	LIGERAMENTE
80	2400	ALTAMENTE
148	-	ALTAMENTE
40	-	ALTAMENTE
40	-	ALTAMENTE
80	100	MODERADAMENTE
3000	-	LIGERAMENTE
20	300	ALTAMENTE
3000	-	LIGERAMENTE
100	1000	MODERADAMENTE
10000	-	PRACTICAMENTE ATOXICO
20	220	ALTAMENTE
25	4000	ALTAMENTE
5200	-	PRACTICAMENTE ATOXICO
100	-	MODERADAMENTE
485	-	MODERADAMENTE
9000	-	PRACTICAMENTE TOXICO
500	-	MODERADAMENTE
125	385	MODERADAMENTE
5900	-	PRACTICAMENTE ATOXICO
480	-	MODERADAMENTE
3800	-	LIGERAMENTE
970	7570	LIGERAMENTE
115	-	MODERADAMENTE
1800	-	LIGERAMENTE
350	-	MODERADAMENTE



N O M B R E	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
DIBROM	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
DIBROMO ETANO		x				x			x														x
DICAMBA								x															x
DICHLONE						x												x				x	
DICLORPROPEN			x		x	x									x	x						x	
DICLORVOS		x	x							x	x	x						x	x				x
DICOFOL					x					x	x							x	x				x
DIMETOATO	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x	x	x	x					x	x
DINOSEB					x				x					x						x	x		
DIPTEREX	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x					x	x
DIQUAT	x									x				x	x						x		x
DIURON	x						x				x							x					
DDOINA							x															x	
DURSBAN				x								x						x	x	x		x	
ENDRIN					x	x							x	x					x	x	x	x	
ENDOSULFAN					x		x	x		x									x		x		
ENDOTAL						x										x							
EQUIGARD		x								x		x					x	x					x
FENITROTION	x	x	x	x	x												x	x					
FENOPROP						x									x								
FENTION	x	x	x				x	x	x			x					x		x			x	x
FENURON						x										x							
FOLPET						x									x								
FURADAN	x	x	x	x							x	x						x	x				x
GARDONA	x	x			x				x	x	x	x			x			x	x				
GUSATION		x	x							x	x	x						x	x				
KARATHANE						x					x							x	x			x	
MELTHANE					x													x					
LANNATE	x	x	x	x			x	x	x					x			x			x	x		

TOXICIDAD

<u>ORAL</u>	<sup>LD<sub>50</sub></sup> <u>DERMICA</u>	<u>GRADO DE TOXICIDAD</u>
430	1100	MODERADAMENTE
146	200	MODERADAMENTE
1600	1040	LIGERAMENTE
1300	-	LIGERAMENTE
1250	-	LIGERAMENTE
60	100	MODERADAMENTE
810	-	LIGERAMENTE
350	650	MODERADAMENTE
65	-	MODERADAMENTE
450	2000	MODERADAMENTE
400	-	MODERADAMENTE
3400	-	LIGERAMENTE
100	1500	MODERADAMENTE
165	1500	MODERADAMENTE
45	80	ALTAMENTE
30	110	ALTAMENTE
50	-	ALTAMENTE
60	100	MODERADAMENTE
600	1300	MODERADAMENTE
650	-	LIGERAMENTE
250	300	MODERADAMENTE
6400	-	PRACTICAMENTE ATOXICO
10000	-	PRACTICAMENTE ATOXICO
11	10200	ALTAMENTE
4500	2500	LIGERAMENTE
17.5	250	ALTAMENTE
980	-	LIGERAMENTE
809	-	LIGERAMENTE
17	-	ALTAMENTE

N O M B R E	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
LENACIL	x						x				x							x					
LINDANO					x		x	x				x						x		x			
LINURON	x						x				x							x					
MALATION	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x				x	x	x		x	x		
MANEB							x											x			x	x	
MANCOZEB							x						x					x			x	x	
MCPA	x				x	x	x				x			x					x		x		
MCPB	x				x	x	x				x			x					x		x		
MECAPROP	x				x	x	x				x			x							x		
METASYSTOX		x	x							x	x	x						x	x			x	
METOXICLOR					x				x	x		x						x	x	x		x	x
MONOLINURON	x						x				x							x					
NABAM							x																
NEMAGON		x				x								x			x			x			
NUDRIN	x	x	x							x	x	x						x	x			x	
NUVACRON	x	x	x						x	x	x	x						x	x			x	
OXICLORURO DE COBRE	x						x				x							x			x		
OXIDO CUPROSO	x						x				x							x			x		
PARAQUAT			x							x				x	x			x			x	x	
PARATION	x	x	x	x							x					x	x					x	
PARATION METILICO			x							x	x	x						x	x			x	
PCP					x						x											x	
FOSDRIN	x	x	x						x	x	x	x						x	x			x	
PLANAVIN	x						x														x	x	
PREFIX																		x			x		
PROMETRINA					x																	x	
PROPANIL								x										x					
RABOND	x	x			x					x	x	x			x			x	x				
ROGOR	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x	x	

TOXICIDAD

<u>ORAL</u>	<sup>LD</sup> <sub>50</sub>	<u>DERMICA</u>	<u>GRADO DE TOXICIDAD</u>
11000	-	-	PRACTICAMENTE ATOXICO
100	1000	-	MODERADAMENTE
2700	-	-	LIGERAMENTE
1375	4100	-	LIGERAMENTE
6750	-	-	PRACTICAMENTE ATOXICO
8000	-	-	PRACTICAMENTE ATOXICO
750	-	-	LIGERAMENTE
680	-	-	LIGERAMENTE
930	-	-	LIGERAMENTE
180	-	-	MODERADAMENTE
6000	-	-	PRACTICAMENTE ATOXICO
2250	-	-	LIGERAMENTE
400	-	-	MODERADAMENTE
250	1700	-	LIGERAMENTE
17	-	-	ALTAMENTE
20	300	-	ALTAMENTE
-	-	-	PRACTICAMENTE ATOXICO
-	-	-	PRACTICAMENTE ATOXICO
150	-	-	MODERADAMENTE
10	7	-	ALTAMENTE
18	350	-	ALTAMENTE
100	-	-	ALTAMENTE
7	34	-	ALTAMENTE
2000	6000	-	LIGERAMENTE
750	1000	-	LIGERAMENTE
3750	-	-	LIGERAMENTE
1384	-	-	LIGERAMENTE
4500	2500	-	LIGERAMENTE
350	650	-	MODERADAMENTE

N O M B R E	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
ROTENONA								x									x	x			x	
SEVIN	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x				x	x	x			x	x
SIMAZINA								x														
SUFFIX											x	x						x			x	x
SUPONA	x	x								x	x	x						x	x			x
TBA	x																	x				x
TCA							x								x		x	x				
TEDION					x			x										x				x
TETRADIFON								x														
TIDDAN					x		x	x				x						x		x		
THIRAM							x											x		x		
TOXAFENO					x		x	x				x						x				x
TRIALATE							x															
TRIFENMORF					x	x						x						x	x			
VAPAM							x					x										
ZINEB								x														
ZIRAM								x														
2,4-D	x				x	x	x			x	x										x	x
2,4-DB	x				x	x	x			x	x										x	
2,4,5-T	x				x	x	x			x	x										x	

TOXICIDAD

<u>ORAL</u>	<sup>LD<sub>50</sub></sup> <u>DERMICA</u>	<u>GRADO DE TOXICIDAD</u>
500	-	MODERADAMENTE
5000	-	PRACTICAMENTE ATOXICO
1000	-	LIGERAMENTE
-	-	PRACTICAMENTE ATOXICO
24	4000	ALTAMENTE
1640	1370	LIGERAMENTE
5000	-	PRACTICAMENTE ATOXICO
14700	-	PRACTICAMENTE ATOXICO
14700	-	PRACTICAMENTE ATOXICO
30	110	ALTAMENTE
780	-	LIGERAMENTE
70	-	MODERADAMENTE
1800	-	LIGERAMENTE
1400	-	LIGERAMENTE
820	-	LIGERAMENTE
5200	-	PRACTICAMENTE ATOXICO
1400	-	LIGERAMENTE
450	1500	MODERADAMENTE
700	800	LIGERAMENTE
800	-	LIGERAMENTE

## SIGNIFICADO DE LOS NUMEROS QUE APARECEN EN LA TABLA 12.

1. CALAMBRES ABDOMINALES
2. VISION BORROSA
3. DEPRESION TORACICA
4. REDUCCION DE LA COLINESTERASA
5. CONVULSIONES
6. IRRITACION DE LA PIEL ( DERMATITIS )
7. DIARREA
8. DIFICULTAD PARA RESPIRAR ( DISNEA )
9. VERTIGO
10. SUDOR EXCESIVO
11. SALIVA EXCESIVA
12. DOLOR DE CABEZA ( CEFALEA )
13. HIPERSENSIBILIDAD
14. FALTA DE COORDINACION ( ATAXIA )
15. LAGRIMED
16. REDUCCION DE LA PUPILA ( MIDOSIS )
17. CONTRACCIONES MUSCULARES
18. NAUSEAS
19. IRRITABILIDAD
20. INCONSCIENCIA
21. VOMITO
22. DEBILIDAD ( ASTENIA )

#### CAPITULO IV

*El tiempo saca a luz todo lo que está  
oculto y encubre y esconde lo que ahora  
brilla con el más grande esplendor.*

*Horacio.*



## LOS PESTICIDAS Y EL MEDIO AMBIENTE

## I. APLICACION

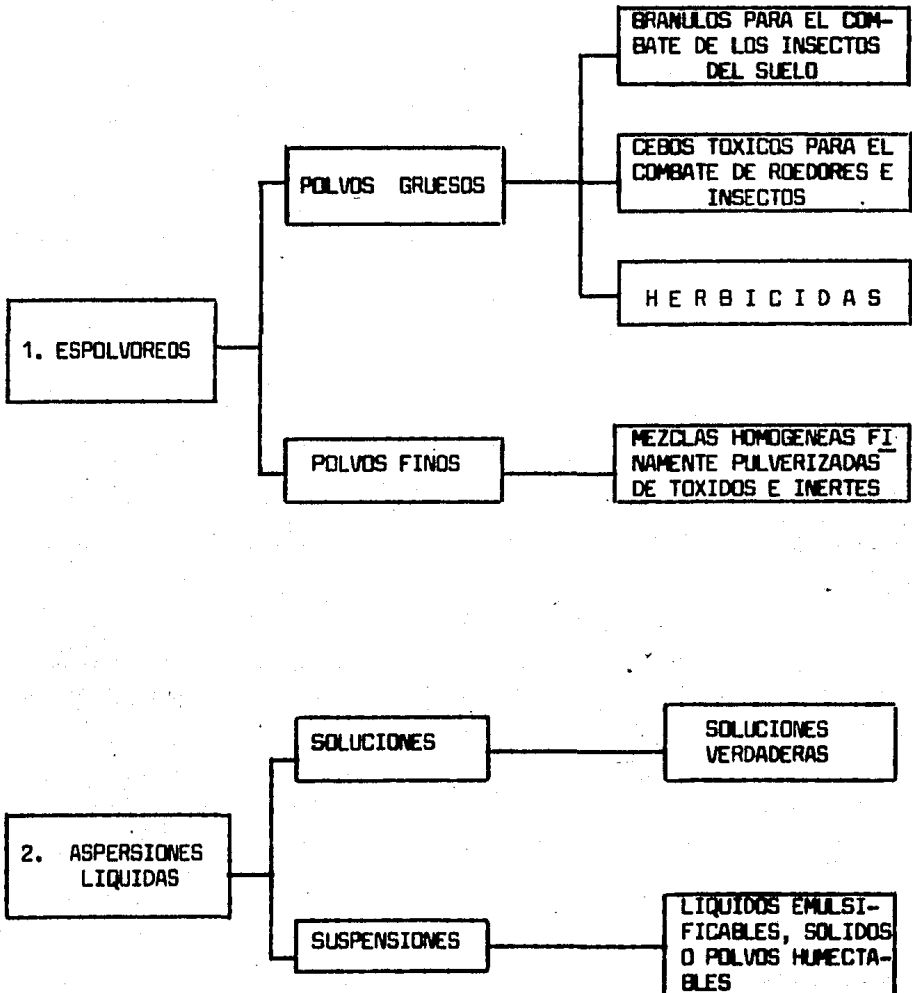
La dosis de aplicación de productos antiparasitarios varía en función de un gran número de factores, entre los que se pueden citar: la actividad del producto, su selectividad, el tipo de cultivo y su fase de evolución. Pudiéndose utilizar desde una centena de gramos hasta kilogramos de materia activa por hectárea.

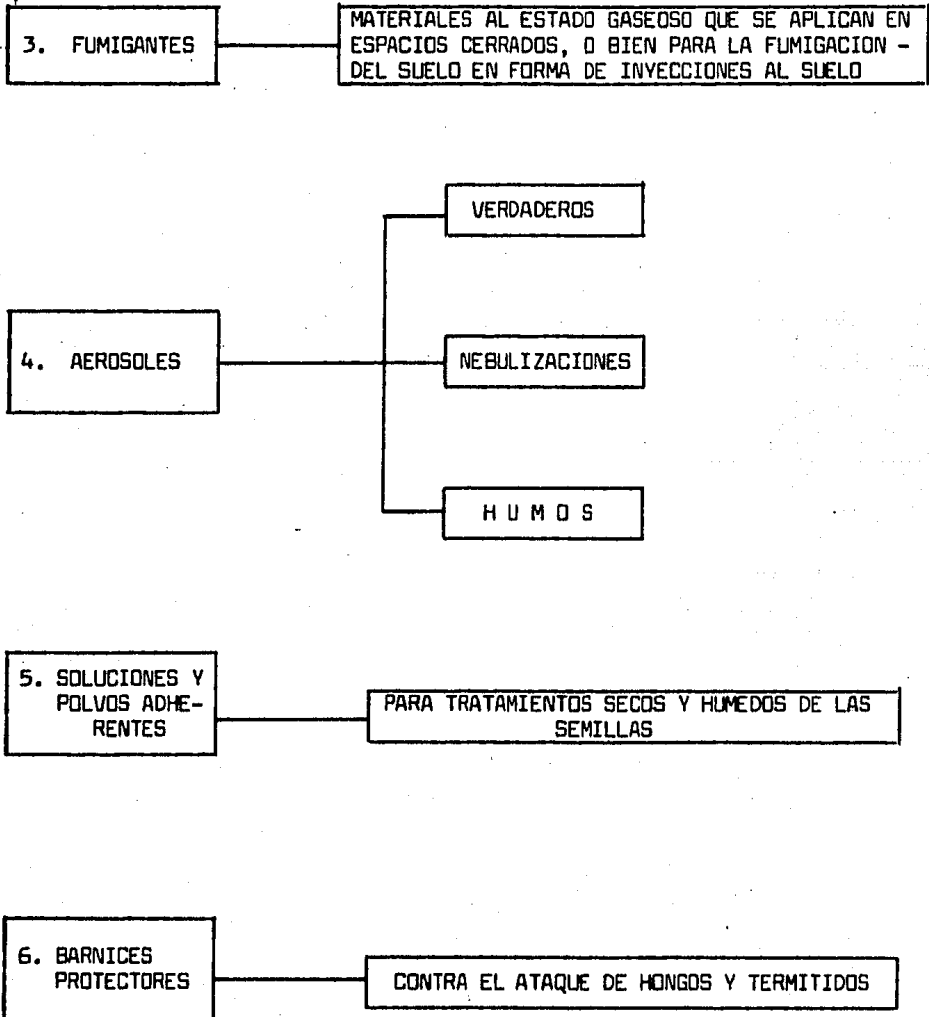
El tratamiento de una especie puede ser único, a un cierto estado de crecimiento o intermitente. En este último caso, el tratamiento se puede llevar a cabo en el presembrado, en la preplantación, en la preaparición o en la postaparición. Una aplicación basada sobre estos diferentes grados de evolución, puede desde luego acrecentar la concentración en el suelo de productos activos, por idénticas o diferentes aplicaciones. Por otro lado, un mismo tratamiento puede ser repetido en el transcurso de un año, en función de las estaciones o variaciones climáticas: por ejemplo el tratamiento de árboles frutales o viñedos. (36, 120, 195)

El modo de aplicación de pesticidas, está ligado casi únicamente al tipo de presentación o de producto empleado; polvos solubles o mojables, líquidos, emulsiones, granulados o polvos. (2, 36, 289) (Tabla 13).

Entre los medios utilizados encontramos: los pulverizadores que pueden ser de diferentes tipos, en polvo, los medios aéreos (aviones, helicópteros), en los cuales su empleo está subordinado a ciertos reglamen-

TABLA 13. METODOS DE APLICACION DE PESTICIDAS (289)





tos de aplicación. (2, 7)

Como de la presentación depende el tratamiento a efectuar, se reserva en general, la pulverización de polvos y de líquidos para las partes aéreas de las plantas, mientras que el esparcimiento es utilizado para los suelos. (2, 7, 36, 243)

## II. FUENTES DE PESTICIDAS EN EL AGUA

La influencia de los efectos de los pesticidas sobre la contaminación del agua, está ligado a los medios de aplicación, parece imposible estudiar detalladamente este problema, teniendo en cuenta la variabilidad y el número de factores que son susceptibles de intervenir en el curso de un tratamiento: la naturaleza del cultivo, tipo de explotación, cantidades aplicadas, zona de utilización, condiciones pedológicas, etc. A estos factores se les aúna la evolución de los productos aplicados y la aparición de nuevos agentes activos. Si tal estudio no puede considerarse, podremos entonces, bosquejar una tabla simplificada, sustentada sobre la influencia del medio de aplicación. (85, 106, 243) (Tabla 14).

La presencia de pesticidas en las aguas superficiales, puede resultar de numerosos factores, que son clasificados en tres grupos:

a) La introducción directa o voluntaria.-

La introducción directa de productos antiparasitarios deriva de la necesidad de eliminar del medio los elementos inconvenientes, como - -

TABLA 14. NIVELES PERMISIBLES DE ALGUNOS PESTICIDAS  
 EN AGUA POTABLE Y NIVELES SUGERIDOS PARA  
 AGUAS DE SUPERFICIE. (86)

PESTICIDAS	NIVEL PERMISIBLE <sup>ab</sup>	MAXIMO SUGERIDO	
		Peces <sup>ac</sup>	Vida acuatica <sup>ab</sup>
DIELDRIN	1.0	0.25	0.005
ENDRIN	0.5	0.10	0.002
D.D.T.	50.0	0.50	0.002
HEPTACLORO	0.1	1.00	0.010
ALDRIN	1.0	0.25	0.010
LINDANO	50.0	5.00	0.020
CLORDANO	3.0	0.25	0.040
METOXICLORO	1000.0	20.00	0.005
TOXAFENO	5.0	2.50	0.010
2,4-D	20.0	N D	- -
2,4,5-TP (SILVEX)	30.0	N D	- -
2,4,5-T	2.0	N D	- -
ORGANOFOSFORADOS Y CARBAMATOS	100.0	N D	- -

<sup>a</sup> NIVELES EXPRESADOS COMO PARTES POR BILLON.

<sup>b</sup> TOMADO DE COMMITTEE, 1973.

<sup>c</sup> DE ETTINGER Y MOUNT, 1967.

ND NO DETERMINADO.

ejemplo: el tratamiento de los arrozales, la maleza de los terraplenes, o las campañas de eliminación de mosquitos. (15, 36)

El amplio uso de los pesticidas hace inevitable que una porción de ellos, pueda contaminar las aguas de superficie. Además, grandes cantidades de pesticidas son aplicadas al agua para el control de insectos - indeseables, plantas o peces y aquellos que son persistentes residen en - el agua a la que fueron aplicados o son llevados a áreas adyacentes por - el movimiento acuático. (85, 128)

Los pesticidas se utilizan para el control de malas hierbas y - el florecimiento de algas en los estanques; para el control de insectos - tales como mosquitos, moscas y otras plagas que se reproducen en el agua; para el control de depredadores de ciertas especies de peces comestibles; y para eliminar desperdicios de peces o peces enfermos de estanques antes de introducir nuevos especímenes. Cada uno de estos procedimientos, puede repercutir en contaminación de las aguas de superficie, la magnitud de la contaminación y su duración son función de las condiciones en el medio ambiente acuático y la naturaleza del pesticida involucrado. (85,106,243)

La magnitud de tratamiento con herbicidas en estanques, lagos y arroyos no es grande. Los herbicidas también se pueden utilizar en zan--jas de drenaje y canales, para prevenir el crecimiento de plagas que impi--dan el buen funcionamiento del sistema y mantener la operación correcta - de las bombas. Entre los herbicidas más frecuentemente utilizados se encuentran el diquat; 2,4-D (varios ésteres); y atrazina, los cuales se emplean para el control de plagas acuáticas. (119, 142)

Cuando el requerimiento principal es el control de algas, se utilizan otros compuestos como el diclorobenil o el sulfato de cobre, éste último se utiliza en pantanos de arándano, en donde la inundación es una práctica normal de producción y el crecimiento de algas es un problema -- frecuente. (142)

El control de mosquitos, se lleva a cabo actualmente en gran número de comunidades y áreas recreacionales en Norte América. La mayoría de las especies que "atacan" al ser humano se multiplican en las aguas superficiales, y los esfuerzos para su control son más efectivos cuando son dirigidos en los sitios de reproducción. Además, la aplicación aérea de pesticidas, o la aplicación con máquinas fumigantes, puede ser empleada contra los mosquitos adultos en áreas donde los larvicidas no han sido la forma adecuada de control, o donde las comunidades han seleccionado este método para eliminar el problema. De cualquier manera, el programa de eliminación de larvas requiere de aplicación directa en las aguas estancadas, las campañas contra las fases adultas, frecuentemente involucran tratamiento en áreas pantanosas, donde los mosquitos se reproducen con la consiguiente inserción directa de los pesticidas en el agua. Ocasionalmente en epidemias o en el tratamiento de brotes de la enfermedad en el hombre (por ejemplo: la encefalitis de San Luis, la encefalitis equina Oriental), o en el ganado (encefalitis equina Venezolana), cuando los mosquitos sirven como vector del patógeno, es necesario un control de emergencia y vastas áreas pueden ser tratadas aéreamente. (36,80,86,283,289)

Como hemos mencionado, en el período de 1945-1960, el D.D.T. -- fué el insecticida más ampliamente utilizado, debido a su alta efectivi--

TABLA 15. INSECTICIDAS: FORMAS DE TRANSPORTE Y TOXICIDAD (48).

N O M B R E	FAMILIA QUIMICA	FORMA DE TRANSPORTE	T O X I C I D A D	
			ORAL AGUDA PARA LA RATA LD <sub>50</sub> mg/kg	PARA PECES LC <sub>50</sub> mg/l
ALDICARB	CB	A	0.93	
ALDRIN	OCL	S	35	0.003
ALETRIN	PI	S	680	0.019
AZINFOS METILICO	OF	S	11	0.010
AZINFOS ETILICO	OF	S	7	0.019
BINAPACRIL	N	D	120	0.04
BUX	CB	S	87	0.29
CARBARIL	CB	SA	500	1.0
CARBOFURAN	CB	A	8	0.21
CARBOFENOTION	OF	S	10	0.23
CLOROBENCENO	S	S	3000	
CLORDANO	OCL	S	335	0.010
CLORDIMEFORM	N	A	162	1.0
CLOROBENZILATO	OCL	S	700	0.71
CLORPIRIFOS	OF	D	97	0.020
D.D.T.	OCL	S	113	0.002
DEMETON	OF	A	2	0.081
DEMETON METILICO	OF	A	65	4.0
DIAZINON	OF	SA	76	0.030
DICOFOL	OCL	S	684	0.10
DICROTOFOS	OF	A	22	8.0
DIELORIN	OCL	S	46	0.003
DIMETOATO	OF	A	185	9.6
DIOXATION	OF	S	23	0.014
DISULFOTON	OF	S	2	0.040
ENDOSULFAN	OCL	S	18	0.001
ENDRIN	OCL	S	7.3	0.0002
EPN	OF	S	8	0.10
ETION	OF	S	27	0.23
ETOPROP	OF	D	61.5	1.0
FENSULFOTION	OF	SA	2	0.15
FONOFOS	OF	S	8	0.03
FORATO	OF	SA	1	0.0055
FOSALON	OF	S	96	3.4
FOSMET	OF	S	147	0.03
FOSFAMIDON	OF	A	11	8.0
HEPTACLORO	OCL	S	90	0.009
HEXACLORURO DE BENCENO	OCL	S	1000	0.79
LANDRIN	CB	SA	178	0.95
LINDANO	OCL	S	88	0.018
MALATION	OF	A	480	0.019
METALDEHIDO	O	A	1000	> 100.0



NOMBRE	FAMILIA QUIMICA	FORMA DE TRANSPORTE	TOXICIDAD	
			ORAL AGUDA PARA LA RATA LD <sub>50</sub> mg/kg	PARA PECES LC <sub>50</sub> mg/l
METIDATION	OF	D	25	
METOMIL	CB	D	17	~ 0.9
METOXICLORO	OCL	S	5000	0.007
MEVINFOS	OF	A	4	0.017
MEXACARBATO	CB	SA	22.5	1.73
MONOCROTOFOS	OF	A	21	7.0
NALED	OF	S	250	0.078
OVEX	S	S	2000	0.070
OXITIOQUINOX	S	S	1100	0.096
PARATION	OF	S	4	0.047
PARATION METILICO	OF	SA	9	1.9
PERTANO	OCL	S	> 4000	0.007
PROPARGITE	S	D	2200	0.03
PROPOXUR	CB	A	95	0.025
TDE	OCL	S	3360	0.009
TEPP	OF	A	1	0.39
TETRACLORVINFOS	OF	S	4000	0.53
TETRADIFON	OCL	SA	14000	1.10
TIONAZIN	OF	A	12	0.10
TOXAFEND	OCL	S	69	0.003
TRICLORFON	OF	A	275	0.16

## FUNGICIDAS: FORMAS DE TRANSPORTE Y TOXICIDAD

NOMBRE	FORMA DE TRANSPORTE	T O X I C I D A D	
		ORAL AGUDA PARA LA RATA LD <sub>50</sub> mg/kg	PARA PECEDES LC <sub>50</sub> mg/l
ANILAZINA	S	2710	0.015
BENOMYL	S	>9590	0.5
CAPTAFOL	S	5000	0.031
CAPTAN	S	9000	0.3
CARBOXIM	SA	3200	2.2
CLORANIL	A	4000	5.0
CLORONEB	D	11000	> 4200.0
CICLOEXIMIDA	A	2.5	1.3
DCNA	S	4040	
DICLONE	S	1300	0.047
DICLOZOLINA	D	3000	
DINOCAP	S	980	0.14
DODINE	A	1000	0.9
ETMT	D	2000	
FENAMINOSULF	A	60	23.0
FERBAM	SA	>17000	12.6
FOLPET	S	>10000	1.56
MANEB	S	6750	1.0
METIRAM	D	6400	4.2
NABAM	A	395	21.1
OXICARBOXIN	A	2000	
PARINDL	D	> 5000	5.0
PCNB	S	1650	0.7
SMDC	A	820	1.0
TIRAM	S	375	0.79
TPTH	D	108	
ZINEB	S	> 5200	0.5
ZIRAM	A	1400	1.0

## HERBICIDAS: TIPOS, FORMAS DE TRANSPORTE, TOXICIDAD Y

## PERSISTENCIA EN EL SUELO

NOMBRE	FAMILIA QUIMICA	FORMA DE TRANSPORTE	TOXICIDAD		PERSISTENCIA SUELO. DIAS
			DRAL AGUDA PARA RATA LD <sub>50</sub> mg/kg	PARA PECES LC <sub>50</sub> mg/l	
ACIDO CACODILICO	AS	S		> 40	
ALACLOR	AM	SA	1200	2.3	40-70
AMETRINA	TZ	SA	1110	BAJA	30-90
AMITROL	TZ	A	2500	> 50	15-30
ASULAM	CB	A	> 8000	5000	25-40
ATRAZINA	TZ	SA	3080	12.6	300-500
BARBAN	CB	S	1350	1.3	20
BENEFIN	NA	S	800	0.03	120-150
BENSULID	AM	S	770	0.72	500-700
BENTAZON	DZ	A	1100	190	
BIFENOX	AR	S	4600	1.8	40-60
BROMACIL	DZ	A	5200	70	700
BROMOXYNIL	NT	SA	250	0.05	
BUTILATO	CB	S	4500	4.2	40-80
COAA	AM	A	700	2.0	20-40
CDEC	CB	SA	850	4.9	20-40
CLORAMBEN	AR	A	3500	7.0	40-60
CLORBROMURON	UR	SA	2150	0.56	
CLOROXURON	UR	S	3700	> 15	300-400
CLORPROFAM	CB	SA	1500	10	120-260
CIANAZINE	TZ	SA	334	4.9	
CICLOATO	CB	SA	2000	4.5	120-220
2,4-D ACIDO	PQ	A	370	> 50	10-30
2,4-D AMINA	PO	A	370	> 15	10-30
2,4-D ESTER	PO	S	500-875	4.5	10-30
2,4-D B	PO	S	300	4.0	
DALAPON	AL	A	6590	> 100	15-30
DCPA	AR	S	3000	> 500	400
DIALATE	CB	S	395	5.9	120
DICAMBA	AR	A	1028	35	
DICLOBENIL	NT	S	3160	10-20	60-180
DINITRAMINA	NA	S	3000	6.7	90-120
DINOSB	PH	SA	5	0.4	15-30
DIFENAMID	AM	A	970	25.0	90-180
DIQUAT	CT	S	400	12.3	> 500
DIURON	UR	S	3400	> 60	200-500
DSMA	AS	S	600	> 15	
ENDOTAL	PH	A	38	1.15	
EPTC	CB	SA	1360	19.0	30
FENAC	AR	SA	1780	7.5	350-700
FENURON	UR	A	6400	53	30-270
FLUMETURON	UR	SA	7900	> 60	

NOMBRE	FAMILIA QUIMICA	FORMA DE TRANSPORTE	TOXICIDAD		PERSISTENCIA SUELO. DIAS	
			ORAL PARA LD <sub>50</sub>	AGUDA PARA RATA mg/kg		PARA PEDES LC <sub>50</sub> mg/l
FENMEDIFAM	CB	S	2000		20	100
FLUORODIFEN	AR	S	15000		0.18	
GLIFOSATO	AL	S	4320		BAJA	150
ISOPROPALIN	NA	S	5000		TOXICO	150
LINURON	UR	S	1500		16.0	120
MBR 8251	AM	SA	633		312	
MCPA	PO	SA	650		10.0	30-180
METRIBUZIN	TZ	A	1930		> 100	150-200
MOLINATO	CB	A	501		0.29	80
MONURON	UR	SA	3500		1.8	150-350
MSMA	AS	S	700		> 15	
NAPTALAM	AR	A	1770		> 180	20-60
NITRALIN	NA	S	2000		BAJA	
NITROFEN	PO	S	2630		TOXICO	
ORIZALIN	AM	S	> 10000		BAJA	
PARAQUAT	CT	S	150		400	> 500
PEBULATO	CB	S	921		6.3	50-60
PICLORAM	AR	A	8200		2.5	550
PROFLURALIN	NA	S	2200		TOXICO	320-640
PROMETON	TZ	S	1750		> 1	> 400
PROMETRINA	TZ	S	3750		> 1	30-90
PRONAMIDA	AM	S	5620			60-270
PROFACLOR	AM	A	710		1.3	30-50
PROPANIL	AM	S	1384		> 10	1-3
PROPAZINA	TZ	S	5000		>100	200-400
PROFAM	CB	A	5000		32	20-60
PIRAZON	DZ	A	2500		40	30-60
SILVEX	PO	SA	375		0.36	
SIMAZINA	TZ	S	5000		5.0	200-400
2,4,5-T	PO	A	300		0.5 -16.7	
TCA	AL	A	3370		>2000	20-70
TERBACIL	DZ	A	5000		86	700
TERBUTRINA	TZ	SA	2400		BAJA	20-70
TRIALATO	CB	S	1665		4.9	30-40
TRIFLURALIN	NA	S	3700		0.1	120-180
VERNOLATO	CB	SA	1625		9.6	50

dad, su persistencia en el agua y en la vegetación asociada a ésta es de varias semanas. Sin embargo, este insecticida puede emplearse aún donde exista una amenaza a la salud humana, pero no debe usarse durante largo tiempo para control rutinario. (36, 85)

El metoxicloro, clorpirifos, temefos o el petróleo son productos que se utilizan actualmente como larvicidas, el metopreno se ha estado utilizando en años recientes. Cada uno de estos materiales tiene una vida corta, por lo que es necesario utilizarlo en aplicaciones repetidas. Para el exterminio de plagas en estado adulto es altamente recomendable el empleo de malation y propoxur. (144, 162)

Para el control de la mosca prieta se emplean menor cantidad de insecticidas, al contrario de la mayoría de las especies de mosquitos que atacan al hombre, las cuales se reproducen en aguas estancadas y cuyas larvas y pupas habitan en las aguas superficiales. Las moscas prietas se reproducen en las corrientes de agua, con las larvas adheridas a las rocas y otros objetos, en los lechos de los ríos. Estas diferencias en sus hábitos, determina una manera diferente de control. Por ejemplo: con los mosquitos se realiza un esfuerzo para tratar las aguas superficiales y concentrar el pesticida en la superficie y al contrario, la larva de la mosca prieta requiere que el pesticida penetre al fondo del arroyo; el igual que en el caso de los mosquitos, el D.D.T. fué utilizado por varios años para el control de la mosca prieta siendo reemplazado actualmente por el metoxicloro. (72, 80, 289) (Tabla 15).

El uso de lampricidas es relativamente reciente para el manejo

de peces, en los E.U.A. se ha utilizado únicamente en la región de los grandes lagos. La lamprea marina invadió la gran área de agua continental, por la vía del canal Welland en 1920. Las larvas de esta plaga habitan en el fondo de arroyos fangosos así como sus estuarios, de 4 a 7 años antes de entrar a las aguas abiertas para convertirse en parásitos de las truchas de lagos y especies relacionadas. En los años 50 se mostró que el pesticida TFM era un tóxico selectivo para la larva de lamprea y puede ser utilizado como control en dosis no tóxicas a especies seleccionadas de peces. (85)

Se ha encontrado que la adición de bayluscide al TFM provee un tratamiento menos costoso para el control de lampreas. A pesar de que la lamprea de mar es un problema exclusivo de los grandes lagos, el potencial de contaminación por pesticida es enorme. Algunas investigaciones muestran que más del 10% de los 3,000 canales que fluyen a los grandes lagos contienen larvas de lamprea. (143)

El uso de piscicidas para remover los desperdicios de peces que se encuentran en los estanques, lagos y ríos no es nuevo, y la efectividad de la rotenona para éste propósito se ha conocido por varios años. La demanda pesquera ha orillado a realizar programas de abastecimiento piscícola más populares y con ello, la necesidad de eliminar especies competitivas, por lo que las especies seleccionadas tienen mayor oportunidad de supervivencia. (143)

El uso de tóxicos para los peces en los programas actuales se ha vuelto un proceso utilizado más frecuentemente, sobre todo en los E.U.

A., siendo la rotenona y el antimicyn los productos más empleados.

b) La introducción indirecta.

El agua se contamina al igual que el suelo, a través del transporte del pesticida durante la aplicación, así como las precipitaciones atmosféricas de lluvia y polvo. Además, de cualquier manera el agua puede contaminarse por medio de la erosión del suelo, los efluentes industriales, aguas residuales y ocasionalmente por derrames en el interior o junto a las corrientes de agua. (25, 122, 274)

Con excepción de las precipitaciones atmosféricas, la mayoría de estas contaminaciones son relativamente locales. A pesar de esto, debe reconocerse que algunos pesticidas persisten por largo tiempo y que pueden ser transportados en gran medida a través de una corriente de agua natural al suelo, o a otro sitio en particular. (163, 169, 222)

PRECIPITACIONES ATMOSFERICAS

Se sabe que el agua de lluvia, contiene pesticidas y que obviamente es una fuente de contaminación de las aguas superficiales. No se han realizado suficientes muestreos de la atmósfera, para establecer los niveles precisos de contaminación atmosférica mundial. Por ejemplo: para Barbados y Hawai se sugiere que para el D.D.T. (posiblemente el mejor indicador de contaminación por pesticidas), los niveles de precipitación pluvial son del orden de los 5 ppt, por lo que un nivel realista de aporte anual a los océanos por el agua de lluvia, estaría alrededor de los -

100 mg/acre. Como en el caso de los suelos, puede ocurrir contaminación por pesticidas debido al asentamiento del polvo atmosférico. Sobre las áreas continentales puede esperarse que la precipitación por este medio - en las aguas continentales sea semejante a la que ocurre sobre los suelos.

#### EROSION DE LOS SUELOS

Cuando el pesticida se aplica en áreas terrestres, alguna parte de la dosis se sitúa en el interior o sobre el suelo, estos pesticidas solubles en agua pueden ser transportados a las aguas alledañas por el arrastre superficial, y de cualquier manera las sustancias solubles o insolubles pueden ser transferidas en las partículas del suelo por deslave acuático o erosión eólica. Es difícil de separar el mecanismo de cada uno de estos modos de transporte, por lo que no se han realizado estudios conjuntos. (152, 222)

Las pruebas de lixiviación con los hidrocarburos clorados persistentes indican poco movimiento en el suelo y ensayos en las corrientes acuáticas y estanques de las áreas tratadas, muestran que la contaminación es mínima. Por ejemplo: se ha detectado endosulfan en el arrastre de agua de irrigación y deslaves ocasionados por la lluvia, la cantidad en las corrientes acuáticas decrece en un corto tiempo después de aplicado el pesticida. (143, 169)

La cantidad de suelo erosionado anualmente es inmenso. En los E.U.A. se producen cuatro billones de sedimento por erosión anualmente. - La mitad de este, es lavado dentro de las corrientes fluviales y un bi -



llón de toneladas llegan al océano aproximadamente. Estudios realizados en el área de los grandes lagos indican que más de dos millones de toneladas de sedimento, llegan anualmente a los lagos Erie y Michigan y que el 37% de éste procede de la erosión extensiva en tierras agrícolas.

Basándonos en la información de que el nivel de pesticidas en el sedimento fuera el mismo que el reportado para los suelos en el programa de monitoreo de los suelos de E.U.A., es decir, de 0.01 ppm, entonces la cantidad de pesticidas organoclorados que llegan a las aguas por este medio, puede ser aproximadamente de 40,000 lb. Esto probablemente, estima en forma global la cantidad de pesticidas que es transportada actualmente, por lo que al menos una fracción de la erosión se lleva a cabo durante la temporada de crecimiento, cuando la superficie del suelo erosionado puede transportar mayor cantidad de residuos. (143, 152)

#### EFLUENTES INDUSTRIALES

Muchas industrias utilizan pesticidas en la manufactura de sus productos y sus efluentes pueden contener altos niveles de éstos. Varios casos se han reportado de descargas de D.D.T. o dieldrin de plantas manufactureras, donde son utilizados estos pesticidas como materia prima. Estos efluentes pueden ocasionar contaminación local y mortandad de los peces. (160)

La industria de los pesticidas es responsable de la descarga de los mismos, en efluentes debido a los procesos de manufactura, formulación y envasado. Posiblemente el caso más dramático sea la contaminación

a gran escala en 1976 del río James en E.U.A. con clordecona.

#### AGUAS RESIDUALES

Muchos pesticidas, además de otros contaminantes se encuentran contenidos en las aguas residuales municipales. Su origen incluye descargas de plantas industriales, residuos caseros y una gran variedad de fungicidas y bactericidas, utilizados en jabones y cosméticos. El nivel de contaminación puede ser alto; por ejemplo se sabe que se requiere una dilución de 1:20 antes de que el efluente no sea tóxico para los peces.

#### c) El derrame accidental.

El manejo de pesticidas en el volumen que se utiliza actualmente, ha creado la posibilidad de derrames a gran escala industrial durante el proceso de almacenamiento y transportación, así como el problema de derrames menores en las corrientes acuáticas. Además de los accidentes ocasionados por errores humanos, existe el problema de inundación en las áreas donde se almacenan los pesticidas, e incendios en las áreas de producción o almacenamiento. A pesar de que algunos de estos accidentes pueden ocasionar grandes contaminaciones de las áreas acuáticas, la mayoría de ellos sólo tienen significado local. (55, 122)

Se conocen varios casos, entre ellos uno de los de mayor importancia es la descarga accidental de endosulfan en el río Rhin, en dos ocasiones con la consiguiente repercusión en la fauna y flora acuáticas, destruyendo de 4 a 5,000 toneladas de peces. (200, 218)

Otra fuente de contaminación local involucra la práctica de los aplicadores en forma de aerosoles, que llenan su equipo en arroyos, lagos y estanques. En los lugares donde se realiza esta práctica, puede ocurrir que se lleve a cabo contaminación del área por goteo del envasado del pesticida en el agua; falta de cuidado en el arreglo de los recipientes de pesticidas; y en algunos casos, fallas de operación correcta de las válvulas en el equipo aerosol y vaciado de los recipientes aerosoles en el agua. (274, 289)

Dentro de las clasificaciones por riesgo de contaminación creciente, se encuentran los siguientes tipos de presentación:

- Los gránulos.- Utilizados casi exclusivamente como insecticidas; vertidos en los suelos, son difícilmente desplazados; sólo las aguas de riego pueden arrastrar la materia activa extraíble.
- Los polvos humectables, las emulsiones, las soluciones.- Son destinadas a las partes aéreas de las plantas que son dispersadas sobre la superficie a tratar con dispositivos de pulverización. La dimensión de los rociadores y de las partículas favorece su desplazamiento en el espacio por los vientos y además el régimen de estos últimos es muy importante.
- Los polvos para espolvorear.- Son fácilmente arrastrados por las corrientes aéreas hasta distancias algunas veces importantes; además su adherencia es mucho menor que la de los polvos humectables. (269)

Se encuentra reportado el caso de una nube de polvo rojo precipitada por la lluvia, cuyo origen se situó a más de 200 km. de distancia del punto de origen, cuyo análisis químico reportó los siguientes produc-

tos:

<u>PRODUCTO</u>	<u>mg/kg</u>
D.D.T.	0.6
Clordano	0.5
D.D.E.	0.2
Ronnel	0.2
Heptacloro	0.04
2,4,5-T	0.04
Dieldrin	0.03

Se concluye que la influencia del equipo requerido, así como el modo de aplicación son por sí mismos importantes, y son difícilmente disociables del acondicionamiento. De la misma manera, el modo de empuje y la dosis de utilización de producto se encuentran fijadas en función de investigaciones toxicológicas efectuadas al respecto; por lo que todo producto nuevo, aparece sobre la marcha y debe ser objeto de una homologación llevada a cabo bajo estos criterios.

### III. EL FLUJO Y EL TRANSPORTE DE LOS PESTICIDAS EN EL AGUA

El transporte y la transferencia de los pesticidas en el medio natural y particularmente en el medio ambiente acuático son de los campos más estudiados en la actualidad.

El flujo y la transferencia de los pesticidas en el medio acuático está influenciado principalmente por tres factores: la concentración,

la dilución y la degradación. (143)

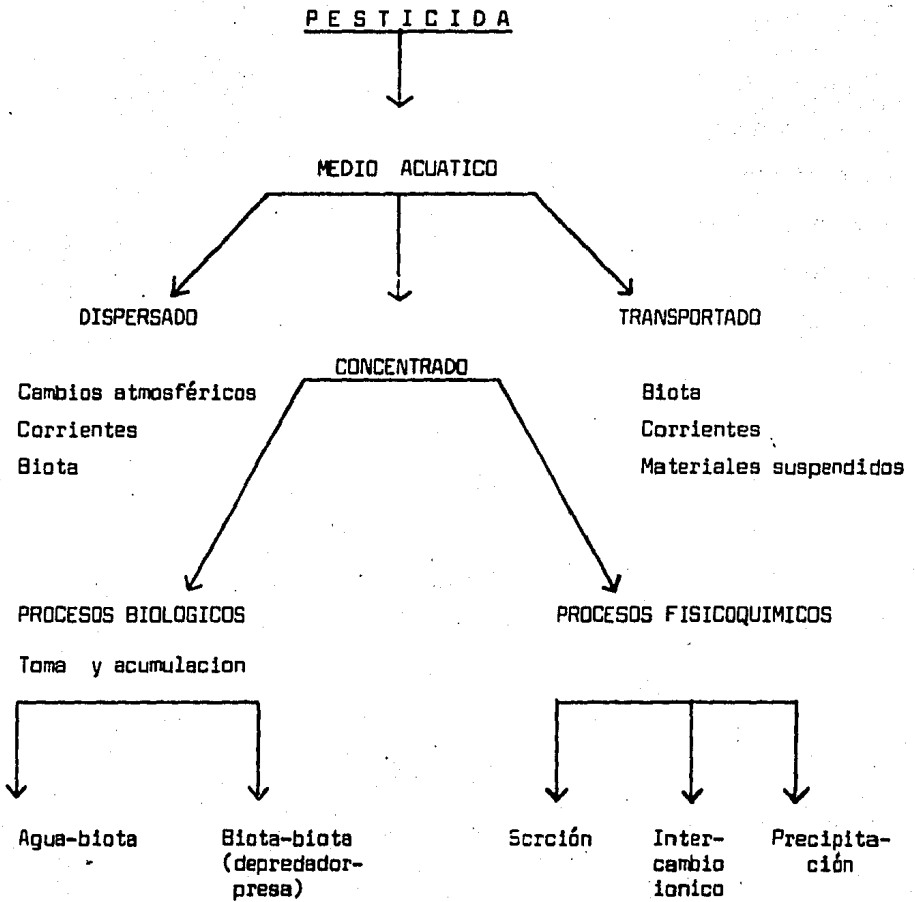
El mecanismo de la concentración es sobre todo una acumulación de un compuesto específico en el medio ambiente. La bioconcentración, - por ejemplo, se lleva a cabo cuando la planta o el animal acumulan un pes tida a una concentración superior a la del agua en la cual habita; aquí se lleva a cabo el mecanismo (agua — organismo), realizándose este de - manera directa; o bien de manera indirecta (organismo — organismo) a lo largo de una cadena trófica. (122, 143)

Una buena ilustración de este caso puede ser el tratamiento del Lago Big Bear (U.S.A.) con toxafeno de 0.2 mg/l, para combatir los mosqui tos, encontrándose posteriormente el toxafeno a razón de 73 mg/kg. en el plancton y 200 mg/kg. en los peces del Lago antes mencionado. (202)

Otro medio por el cual se lleva a cabo la concentración consis te en los procesos biogeoquímicos: adsorción sobre los materiales en sus pensión después de almacenado. Los sedimentos se convierten así para el medio ambiente en un "reservorio de pesticidas" a este nivel, se señala - que este género de acumulación en los sedimentos está lejos de ser homogé neo, por lo que conviene definir las zonas críticas de acumulación (por - ejemplo en los estuarios, el punto de encuentro entre aguas dulces y - - aguas saladas). (122, 178)

Los mecanismos de dilución se rigen por la solubilidad, después por la posibilidad de intercambio con la atmósfera (tensión de vapor). - Otros factores importantes a considerar son: las diersiones de produc--

## ESQUEMA I



biota: Organismo vivo, fauna y flora.

Toma: Absorción.

Sorción: Designa tanto la absorción como la adsorción.

tos por el desplazamiento de organismos concentrados y por el transporte de materias en suspensión. Además, los pesticidas son degradados y transformados por las reacciones fotoquímicas, químicas y biológicas, pero - frecuentemente por una combinación de estos tres factores. Asimismo, los productos de descomposición (metabolitos) pueden ser más o menos tóxicos para el medio ambiente, esto obliga a conocer las vías y los productos posibles de degradación a fin de prevenir el impacto del flujo de determinado pesticida en el medio acuático. (36, 283)

El esquema I resume el movimiento de los pesticidas en el medio acuático. (143)

La tabla 16 permite una comparación de los peligros de los productos sobre el medio acuático para muchas clases de pesticidas y particularmente de los organoclorados y organofosforados.

Se puede observar, que si los organoclorados y los organofosforados tienen una toxicidad mas o menos equivalente, los organoclorados - tienen una solubilidad mucho menor y una aptitud mayor a la bioconcentración, así como una persistencia más elevada que los organofosforados.

#### 1. SOLUBILIDAD DE LOS PESTICIDAS EN EL AGUA

La solubilidad es un factor importante en el impacto de los pesticidas sobre el medio acuático y esto limita consecuentemente la concentración. Esta es muy diferente dependiendo del tipo de pesticida, pero - se acentúa más cuando se tienen mezclas, la solubilidad de los organofos-

TABLA 16  
 CARACTERISTICAS DE LOS PESTICIDAS NOCIVOS PARA  
 EL MEDIO ACUATICO. (143)

CARACTERISTICA	ORGANOCORADOS	ORGANOFOSFORADOS	CARBAMATOS	HERBICIDAS
1. ALTA TOXICIDAD PARA LA FAUNA ACUATICA.	+++	++	++	+
2. SOLUBILIDAD	-	+	+	+++
3. POTENCIAL PARA TOMA Y BIOCONCENTRACION.	+++	+	+	++
4. PERSISTENCIA EN LOS SISTEMAS ACUATICOS.	+++	+	+	++
5. USO EXTENSIVO EN O CERCA DEL AGUA.	+++	+++	++	+++

NOTA: LA LISTA DE PRODUCTOS ANALIZADOS SE ENCUENTRA EN LA TABLA 17.



forados es más elevada que la de los organoclorados. De acuerdo a esto se pueden clasificar los pesticidas en dos grupos:

- COMPUESTOS POCO SOLUBLES, que son en general los más estables, su solubilidad es del orden de algunos mg./l.
- COMPUESTOS MUY SOLUBLES, se disuelven a razón de muchos gr/l, corresponden a compuestos muy volátiles e igualmente muy inestables.

Si un pesticida es medianamente soluble, se transfiere de la zona de empleo al sistema acuático, después de propagarse lentamente en el campo, se efectúa este mismo proceso con mayor rapidez en el agua. Al contrario, los pesticidas insolubles requieren mayor tiempo para llegar al medio acuático y su difusión en el agua es rápidamente limitada por la fijación sobre los materiales en suspensión o sobre los sedimentos. Esto afectará por lo tanto a la ecología del medio únicamente, si el producto es muy tóxico, por acumulación en los tejidos o por fijación sobre la materia orgánica sirviendo de alimento a los diferentes organismos. (143)

De la tabla 17 concluimos que los organofosforados son insolubles a excepción de los herbicidas selectivos derivados de los fenoxiácidos (2,4-D y 2,4,5-T) bajo la forma de sales. Las tablas 18 y 19 muestran la solubilidad de algunos compuestos. (143, 177)

## 2. ESTABILIDAD QUIMICA DE LOS PESTICIDAS

Debido a que muchos pesticidas son degradados por hidrólisis y puede asumirse que el pH de las aguas juega un papel importante en la per

TABLA 17. SOLUBILIDAD DE LOS PESTICIDAS EN EL AGUA  
EXPRESADOS EN PPM. (143)

---

<u>ORGANOCOLORADOS</u>	
D.D.T	0.0012
ALDRIN	0.0100
HEPTACLORO	0.0560
METOXICLORO	0.1000
DIELDRIN	0.1800
ENDRIN	0.2300
TOXAFENO	0.4000
LINDANO	7.0000

<u>ORGANOFOSFORADOS</u>	
PARATION	24
DISULFOTON	25
AZINFOS METILICO	30
DIAZINON	40
FORATO	50
CLORFENVINFOS	145
MALATION	145
DEMETON METILICO	330
TIONAZIN	1140
DIMETOATO	25000

<u>CARBAMATOS</u>	
CARBARYL	40
CARBOFURANO	700
ALDICARB	6000

<u>HERBICIDAS</u>	
SIMAZINA	5
PROPANIL	8
DICLOBENIL	20

sistencia de éstos. Por ejemplo, el carbaryl que posee una vida media de 1 a 5 días en el agua, pero pruebas de laboratorio empleando agua destilada muestran que a pesar de que esta substancia se degrada rápidamente a valores de pH superiores de 8.0, es más estable a un pH de 6.3 con una vida media a ese pH medida en meses. Estudios de laboratorio con fenitro--tion indican que este pesticida es más estable bajo condiciones ligeramente ácidas a ligeramente alcalinas y es estable durante 45 días en agua de grifo a un pH de 7.0; pero su persistencia en el agua natural es de únicamente algunos días. Así que a pesar de que estos hallazgos se han realizado en el laboratorio, es claro que el pH es importante para la degradación inherente de muchos pesticidas y posee un menor significado en las aguas naturales. (80, 243)

Existen indudablemente excepciones de pH y otras condiciones naturales semejantes. Por ejemplo, bajo condiciones anaeróbicas la vida media del endosulfan es de 5 semanas a un pH de 7.0 y de 5 meses a un pH de 5.5. A pesar de que la hidrólisis procede más rápidamente en pH más altos, la velocidad de oxidación es similar a cualquier nivel de pH.

Otro de los factores a considerar es la temperatura, ya que un incremento de ésta aumenta la velocidad de la reacción química y la velocidad de volatilización de los pesticidas. Dentro de los límites de aumento de la temperatura, se incrementa la actividad biológica por lo que puede esperarse un aumento en la degradación biológica de los pesticidas en el medio ambiente acuático, por ejemplo la velocidad de hidrólisis del fenitro--tion a 40°C se efectúa con una rapidez de más o menos el doble que la efectuada a 30°C; el carbaryl se hidroliza únicamente al 9% después de

ATRAZINA	33
DIURON	42
CLORFENAC	200
2,4,5-T	280
MONURON	280
2,4-D	890
AMINOTRIAZOL	28
DIQUAT	70

---

NOTA: Estos valores varían según los autores.

TABLA 18  
 SOLUBILIDAD EN EL AGUA DE ALGUNOS  
 PESTICIDAS ORGANOCORADOS. (17B)

---

HCB	INSOLUBLE
QUINTOZENO	INSOLUBLE
CLORDANO	INSOLUBLE
TRIALATO	INSOLUBLE
HEPTACLORO	INSOLUBLE
CLOROBENZILATO	INSOLUBLE
DDD	DESPRECIABLE
FALTANO	DESPRECIABLE
CAPTANO	DESPRECIABLE
DICOFOL	DESPRECIABLE
ZEIDANO	0.005-0.1 mg/kg.
METOXICLORO	0.1 mg/kg.
DIELDRIN	0.25 mg/kg.
2,4-D SAL DE Na	30-45 g/l
2,4-D SAL DE NH <sub>4</sub>	30 g/l
2,4,5-T SOLUCION ALCALINA	SOLUBLE
ENDRIN	0.2-0.5 mg/kg.
ALDRIN	0.2-0.8 mg/kg.
TOXAFENO	0.4-3.0 mg/kg.
HCH GAMA	7.3-10 mg/kg.
PENTACLOROFENOL	20-25 mg/kg.
TRIFLUARIN	24 mg/kg.
DIALAT	40 mg/kg.
DILRON	40 mg/kg.
2,4-D ESTERES	EN GENERAL INSOLUBLES
2,4,5-T ESTERES	EN GENERAL INSOLUBLES
2,4,5-T ACIDO	200-280 mg/l
2,4-D ACIDO	400-900 mg/l
BROMACIL	815 mg/l

---

8 días de incubación a  $3.5^{\circ}\text{C}$ , mientras que el 93% se degrada durante el mismo período cuando la temperatura es de  $28^{\circ}\text{C}$ . Estudios realizados con paratión y paraoxón muestran que cuando estos pesticidas se encuentran en soluciones acuosas, la velocidad de hidrólisis se duplica por cada  $10^{\circ}$  que se incrementa la temperatura, lo cual fué mostrado para los insecticidas del grupo de los carbamatos como son: el carbaryl, propoxur, piro--lan y dimetilan, pero puede aplicarse a otros compuestos organofosforados así como otros pesticidas en los que la mayor parte de la descomposición sea química. (250, 274)

#### a) ORGANOCOLORADOS

Los insecticidas organoclorados tienen en general una estabilidad química notable, por ejemplo, hay reportes de la degradación del D.D.T. después de 6 horas de ebullición en hidróxido de sodio diluido; así también se ha observado la dechloruración del D.D.T. en presencia de óxido de calcio, la cual se lleva a cabo de  $115$  a  $120^{\circ}\text{C}$ . Además se sabe que según la norma de la O.M.S. WHO/SIT/1,R4, la hidrólisis de un cloro necesita a temperatura ambiente del empleo de  $40$  g/l. de hidróxido de sodio. (277, 283)

Es necesario señalar, las divergencias entre los resultados obtenidos por diferentes investigadores que, supuestamente pueden tener varios orígenes tales como:

- La pureza de los productos utilizados: D.D.T. técnico o puro, solo o en formulación.

- La falta de precisión referente a las condiciones experimentales: reporte de cantidades de reactivos/productos, duración de las operaciones, estado físico de los elementos utilizados, etc.

Solo resta decir que la estabilidad química de los pesticidas organoclorados aparece como una característica constante de todos estos compuestos. (243)

Esta estabilidad de los productos activos, en el agua, es -extensiva en un grado medio a los herbicidas clorados en los que la -duración de la actividad es de algunas semanas a algunos meses.

Parece entonces que el problema esencial de los productos -organoclorados es el que se debe a su estabilidad química, lo que permite el almacenamiento y la acumulación por ciertos organismos. (270)

#### b) ORGANOFOSFORADOS

Los pesticidas organofosforados son mas biodegradables que los organoclorados y además son menos persistentes que éstos últimos. Esta es además una de las razones básicas del incremento de su empleo asimismo, hay unanimidad sobre los diferentes procesos posibles de su degradación (naturaleza de los metabolitos), siendo las causas generales de su degradación las siguientes: (80, 92)

TABLA 19

SOLUBILIDAD DE ALGUNOS ORGANOFOSFORADOS (177)

	<u>mg/l</u>
CARBOFENOTION	0.34
FENTOATO	11.00
FENITROTION	20.00
PARATION ETILICO	20-25
TRICLORONATO	25.00
AZINFOS METILICO	30.00
CLORTION	40.00
DIAZINON	40.00
RONNEL	44.00
FENTION	54-56
MALATION	145.00
	<u>g/l</u>
DICLORVOS	10.00
DIMETOATO	25.00
DIPTEREZ	120-150



a.- La hidrólisis: Para una molécula dada de compuesto organofosforado, los productos de la hidrólisis depende de:

- La variación de los constituyentes X,R,R' que caracterizan a cada pesticida.
- De la temperatura y del pH, ya que el aumento de este último es determinante para incrementar la velocidad de la hidrólisis, - sin embargo, el pH de las aguas naturales es muy pocas veces lo suficientemente alcalino para que este parámetro tenga un papel determinante en el medio natural; se puede en efecto alcanzar - pH superiores a 12. Al contrario, la temperatura juega un papel primordial puesto que las variaciones de ésta son importantes, tales como: de la presencia de catalizadores minerales u - orgánicos como los de naturaleza enzimática que son producidos por las plantas, los insectos y los peces. (143, 308).

b.- La oxidación (formación de "oxon")



Esta reacción tiene lugar "en vivo", más no está demostrado que no pueda tener lugar en la ausencia de un organismo vivo (planta, alga, microorganismo, insectos acuáticos o peces), organismos que metabolizarán posteriormente la forma "oxon". Así por ejemplo el paratión es oxidado en paraoxón (mucho más tóxico que el para--

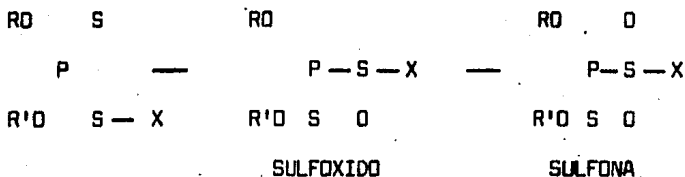
tion) en los insectos y en el hígado de los animales. Es posible - que tales oxidaciones se produzcan en las aguas naturales gracias a los microorganismos, pero además el paraoxón se hidroliza en ácido dietil fosfórico y en paranitrofenil a una velocidad de más o menos 2 veces mayor que la del paratión a 25°C y a un pH menor de 5.0. - Por lo que no parece haber una reducción excesiva de concentración de paraoxón por oxidación de paratión. (80)

c.- La formación de fenoles: Cuando el radical X es un radical arilo, la hidrólisis P-O-X ó P-S-X conduce a un fenol o tiol.

La inestabilidad de los fenoles en solución muy diluida, - es bien conocida. Esto da como resultado una desaparición rápida - de los fenoles formados y la ausencia de acumulación. Además, se - ha constatado este fenómeno durante el estudio de la desaparición - de fenitrotion en las aguas de depósito de decantación. Es así que el p. nitro cresol libre no puede ser detectado en las soluciones - acuosas de fenitrotion. (177, 269)

d.- La desalquilación: Es la etapa intermedia de la degradación de compuestos organofosforados que conduce a los fosfatos minerales.

e.- La oxidación de sulfurados en sulfóxidos y sulfonas:



Estas transformaciones tienen lugar para los compuestos -tiofosforados de este tipo y provocan la aparición de numerosas formas como consecuencia de diferentes posibilidades de degradación y de oxidación, por ejemplo, el abate presenta siete formas diferentes, sin embargo, solo el derivado sulfóxido ha sido encontrado en cantidad notable (4 a 8% después de 28 días) en tal caso que el producto inicial representa siempre la mayor proporción del residuo. Existen cinco metabolitos posibles para el fention que son: el sulfóxido, la sulfona del producto inicial, el oxon, el meta-sulfóxido y su sulfona.

### 3. ELIMINACION NATURAL DE LOS PESTICIDAS

Prescindiendo de la estabilidad química y la biodegradación, la disminución de la concentración de los pesticidas se encuentra ligada a - sus características físicoquímicas. (258, 292)

#### a) PRESION DE VAPOR

Se encuentra bien establecido que los pesticidas se volatilizan de las superficies tratadas y de las superficies del suelo y agua en - las que pueden incorporarse. (Tabla 20).

La tendencia a evaporarse es inherente a los productos químicos y se caracteriza numéricamente como presión de vapor. Esta presión de vapor varía con la temperatura (al aumentar la temperatura se incrementa la volatilidad). Así que, las altas temperaturas tienden a redu-

TABLA 20 (85)

FAMILIA	COMPUESTO	SOLUBILIDAD	TENSION DE VAPOR mm.Hg 20-25°C (x 10 <sup>-6</sup> )	VIDA-MEDIA
PESTICIDAS	D.D.T.	0.0012	0.1	3.7 DIAS
	LINDANO	7.3000	1.4	289.0 DIAS
	DIELDRIN	0.2500	0.1	723.0 DIAS
	ALDRIN	0.2000	6.0	10.1 DIAS
POLICLORO- BIFENILOS (P.C.B.)	AROCLOR 1242	0.2400	406.0	5.86 HRS.
	AROCLOR 1248	0.0540	494.0	58.30 MIN.
	AROCLOR 1254	0.0120	77.1	1.20 MIN.
	AROCLOR 1260	0.0027	40.5	28.80 MIN.

cir la persistencia de los pesticidas volátiles.

La mayoría de los organismos poseen temperaturas óptimas y - los microorganismos tienen por lo tanto un papel importante en la degradación de pesticidas. En el suelo, el incremento de la temperatura aumenta la velocidad a la que los pesticidas desaparecen y este efecto se encuentra relacionado con la función por medio de la cual las altas temperaturas incrementan la acción microbiana. (122, 143)

- 1) ORGANOCLORADOS.- Poseen en general una tensión de vapor relativamente elevada, lo que les confiere una volatibilidad no despreciable

El Zeidano (no obstante uno de los pesticidas menos volátiles) co-distilado con agua a la temperatura normal, muestra persistencia del producto orgánico en medio acuático que conduce a una fórmula aproximada de cálculo de duración de vida media en el agua, por medio de la cual se encontraron para ciertos organoclorados los valores en la tabla (172, 283)

Una manifestación, a la vez simple y sensible de la tensión de vapor de estos compuestos, reside en el olor de las aguas que los contienen. En efecto se sabe que el umbral perceptible para el olor puede ser muy bajo: para el agua a 60°C, este umbral para 15 pesticidas clorados se encuentra comprendido entre 0.13 g y 12 mg/l. (258)

TABLA 21  
SOLUBILIDAD Y TENSION DE VAPOR DE ALGUNOS PESTICIDAS. (85)

NOMBRE COMUN	SOLUBILIDAD EN EL AGUA 20-25°C, ppm	TENSION DE VAPOR mm.Hg 20-25°C (x 10 <sup>-6</sup> )
<u>ORGANOFOSFORADOS</u>		
DIMETOATO	20000	100.0
METILPARATION	50	--
FORATO	80-85	2300.0
DEMETON	100	1000.0
PARATION	24	37.8
DISULFOTON	60-66	300.0
DURSBAN	2	18.7
DIAZINON	40	140.0
MALATION	145	40.0
CARBOFENOTION	1-2	--
ETION	1	--
SCHRADAN	MISCIBLE	1000.0
<u>ORGANOCOLORADOS</u>		
D.D.T.	0.001-0.04	0.15
METOXICLORO	0.100-0.25	--
ENDRIN	0.23	0.20
DIELDRIN	0.100-0.25	0.18
ALDRIN	0.010-0.20	6.00
TOXAFEND	0.40	1.00
LINDANO	7.300-10.0	9.4-45.0
CLORDANO	MUY DEBIL	10.00
HEPTACLORO	MUY DEBIL	300.00

Por lo que la volatilidad de estos compuestos es entonces un factor de propagación y de la difusión de estos productos en la atmósfera, teniendo como consecuencia la disminución de su concentración en el agua. (85, 269)

**ORGANOFOSFORADOS.-** Tienen en general una tensión de vapor muy superior a la de los organoclorados (tabla 21). Sin embargo, considerando que en razón de la gran solubilidad de estos productos así como de su muy fuerte adsorción sobre los materiales en suspensión, se pueden considerar como despreciables las pérdidas por volatilización en la atmósfera. Sin embargo, se encuentran muy pocas investigaciones al respecto, determinándose las causas de la desaparición de los organofosforados y su degradación fisicoquímica y biológica.

#### b) ADSORCION POR LOS SUELOS Y BIODEGRADACION

Va que se encuentran en el medio acuático, los pesticidas son adsorbidos por los materiales en suspensión y después desadsorbidos.

Algunos autores señalan que el arrastre por el agua de partículas en suspensión, trae como consecuencia una diseminación de los pesticidas. Subrayando que la adsorción predomina sobre la desorción, algunos otros lo atribuyen sobre todo a los materiales en suspensión que poseen un poder evaporador superior al de el vector de la transmisión de la contaminación. (90, 177)

Esta controversia revela la gran dificultad de comprender el

fenómeno en conjunto, por lo que depende de un número muy importante - de parámetros que son a saber:

- Naturaleza del pesticida.
- Naturaleza del soporte (orgánico, mineral, granulometría, etc.).
- Estado del medio receptor (régimen laminar-torrencial).
- Condiciones fisicoquímicas diversas (pH, temperatura, tiempos de contacto, salinidad, etc.)
- El mecanismo mismo de la adsorción.

Por todo lo anterior, podemos ver que es imposible definir un comportamiento general, pero podemos agregar que para los:

ORGANOCORADOS. No todos los pesticidas organoclorados son fijados de la misma manera por el suelo; esto depende esencialmente de su estructura química y de la disposición de sus sitios activos, en particular sobre las arcillas (caolinita-montmorillonita-illita) en las que la naturaleza y la estructura intervienen para bloquear o favorecer ciertas fijaciones. De ello derivan las capacidades de adsorción diferentes - según los compuestos disueltos y los adsorbentes en presencia netamente: el carbono es un excelente adsorbente (depurador). (274, 302)

Por otra parte, el papel de las materias orgánicas en el mecanismo de fijación parece ser muy complejo, unas veces favorable a la adsorción a corto tiempo y otras veces desfavorable con respecto a - ciertos pesticidas. (Tabla 22).

Paralelamente a la naturaleza de los adsorbentes, el tamaño -



de las partículas que los componen tienen un papel básico: la adsorción de lindano y dieldrin se incrementa cuando la granulometría varía de 0.35-0.50 mm. a 0.18-0.30 mm.; igualmente el factor de concentración del D.D.T. sobre los coloides de fierro de 5-10 m. es de 15,300 con respecto al agua. (86, 177)

Los residuos de pesticidas pueden ser adsorbidos sobre partículas de 1 a 2 micrones. La adsorción se incrementa con el aumento de la concentración de los pesticidas disueltos (lindano y dieldrin).

La influencia del pH manifiesta, y de manera natural actúa de manera diferente según los compuestos que toman parte, se dice siguiendo su comportamiento químico con respecto del medio o de la concentración de iones  $H^+$  que intervienen mas o menos para modificar la receptividad de los sitios activos de los adsorbentes o actuar sobre los compuestos mismos, como es el caso de las sales (MCPA, 2,4-D). (274)

Otro factor que debe tomarse en cuenta es la salinidad de las aguas, lo que ha sido bien estudiado para el caso de dos compuestos (endrin-dieldrin). Para el endrin, se nota un máximo de adsorción (34%) a muy corto plazo, alrededor de una hora, para una salinidad comprendida entre 13 y 17%. Para el dieldrin el efecto de la salinidad parece despreciable para el rendimiento de tiempos de contacto. La adsorción es prácticamente completa a las tres horas (del 90 al 98%), después se lleva a cabo una desorción progresiva. (177)

Teniendo en cuenta las variaciones susceptibles de ser regis-

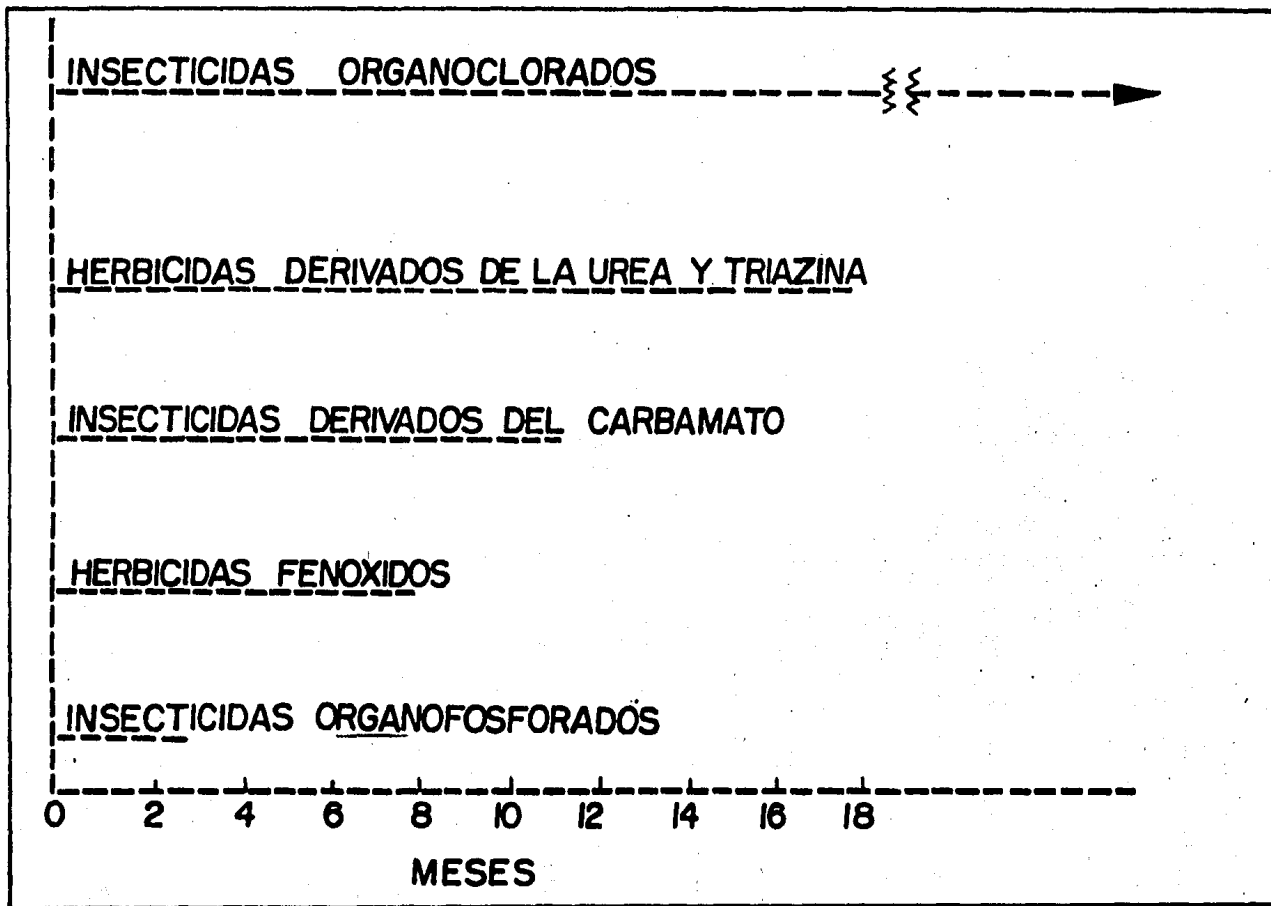


Fig. 2.

PERSISTENCIA MAXIMA DE LOS PESTICIDAS EN EL SUELO BAJO CONDICIONES CLIMATICAS MODERADAS.

tradas en las condiciones climáticas normales (de 20 a 30°C) la temperatura no parece influir de manera significativa la adsorción de pesticidas.

El fenómeno de desorción, que permite a los pesticidas pasar de nuevo en solución debe ser, según la lógica, influenciado por los mismos parámetros que la adsorción. Se dice que el tipo de unión que aparece (puente de hidrógeno, fuerzas de Vander Waals) está en equilibrio bajo ciertas condiciones (concentración, pH, tiempo de contacto, naturaleza del compuesto, presencia de materias orgánicas). Esto significa que si se modifican las condiciones puede existir un equilibrio entre la concentración de la solución y el rendimiento de la adsorción.

Por ejemplo, realizando tres lavados con agua destilada de arena acuffera contaminada, de la que el 17% es dieldrin y el 70% es lindano y el 50% pertenece al primer lavado. Al contrario el endrin, es fuertemente fijado por el suelo debido a ello no contamina a los peces, por lo que podemos decir que la desorción depende del mecanismo de la adsorción y de las fuerzas de unión que entran en juego, por lo que se pueden describir a los suelos con un comportamiento similar al de una columna cromatográfica, puesto que para los suelos así como para la columna cromatográfica deben de tomarse en cuenta ciertos factores que los influyen como son: concentración, naturaleza, dimensión y actividad del adsorbante, pH, etc.). (4) (Fig. 2).

Después de la adsorción sobre el suelo, la eliminación de estos compuestos puede producirse según dos procesos en los que es difi-

TABLA 22. ESTUDIO DE LA ADSORCION DE PARATION  
SOBRE DIFERENTES ARCILLAS

NATURALEZA DE LA ARCILLA	PESO DE LA ARCILLA EN mg/l	% ADSORBIDO	TIEMPO DE EQUILIBRIO
CAOLINITA Ca	365	13	1 HORA
MONTMORILLONITA Ca	338	21	1 HORA
MONTMORILLONITA Na	333	25	1 HORA

cil evaluar en cada caso la importancia respectiva:

- Destrucción fisicoquímica, en general a largo plazo.
- Biodegradación de las bacterias.

Por ejemplo, el 80% de la cantidad de aldrin administrada desaparece en un año, el 85% después de dos años y al cabo de cinco años el 7.5% restante es transformado en dieldrin. La duración de vida media en el suelo es de 25 a 40 años para el D.D.T. y de 15 a 20 semanas para el lindano, también se ha demostrado que el 2,4-D no es degradable en las aguas naturales y el clorprofam es menos estable en las mismas condiciones, su persistencia es así mismo del orden de muchas semanas a muchos meses. También debe considerarse el papel de las bacterias anaerobias en la degradación de pesticidas en un medio reductor.

ORGANOFOSFORADOS. Se ha estudiado la adsorción de paratión sobre diferentes arcillas (Tabla 22).

Estos resultados muestran la influencia de la naturaleza de las arcillas y de los cationes interfoliares sobre la adsorción. También se ha encontrado que la presencia de 0.5 mg/l de rodamina B es suficiente para hacer pasar la adsorción sobre la montmorillonita de 25 a 87%. Así también, la desorción de paratión está ligada directamente a la cantidad adsorbida y en todos los casos, la desorción no representa más que solo una pequeña parte de la adsorción (factor de 1/4 a 1/8) por lo que se lleva a cabo una acumulación a nivel de sedimento. (80)

La adsorción de los organofosforados en el suelo y los mate--

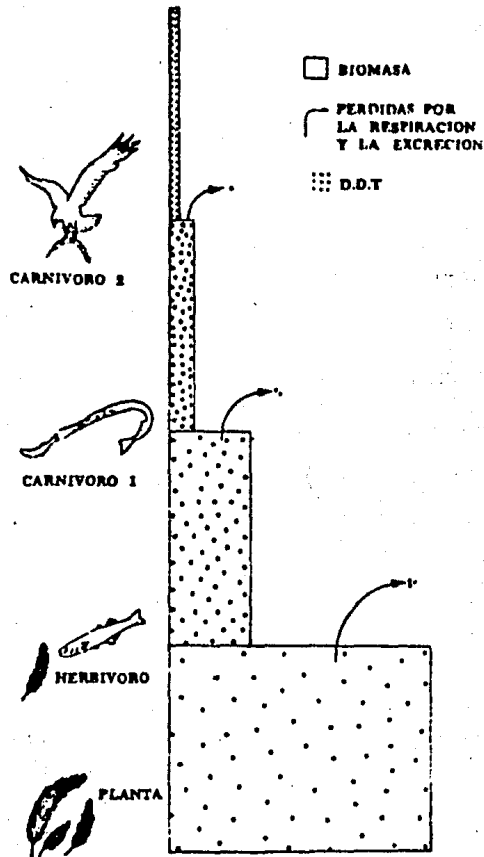


Fig. 3.

Concentración de residuos de D.D.T., que pasan a lo largo de una cadena de alimentos, (288).

riales en suspensión en el agua se encuentra ligada a la cantidad de -  
materia orgánica y la naturaleza de la arcilla que compone la suspen-  
sión. Los compuestos son muy rápidamente adsorbidos por el carbón ve-  
getal y por las plantas acuáticas superficiales. La adsorción de mala-  
tión en los espacios interreticulares de la montmorillonita se hace en  
doble capa, en tanto que la adsorción de forato sobre caolinita resul-  
ta ser despreciable.

La adsorción de organofosforados por el suelo y los materia-  
les en suspensión, reduce notablemente su pérdida por volatilización y  
su actividad insecticida. (258, 143)

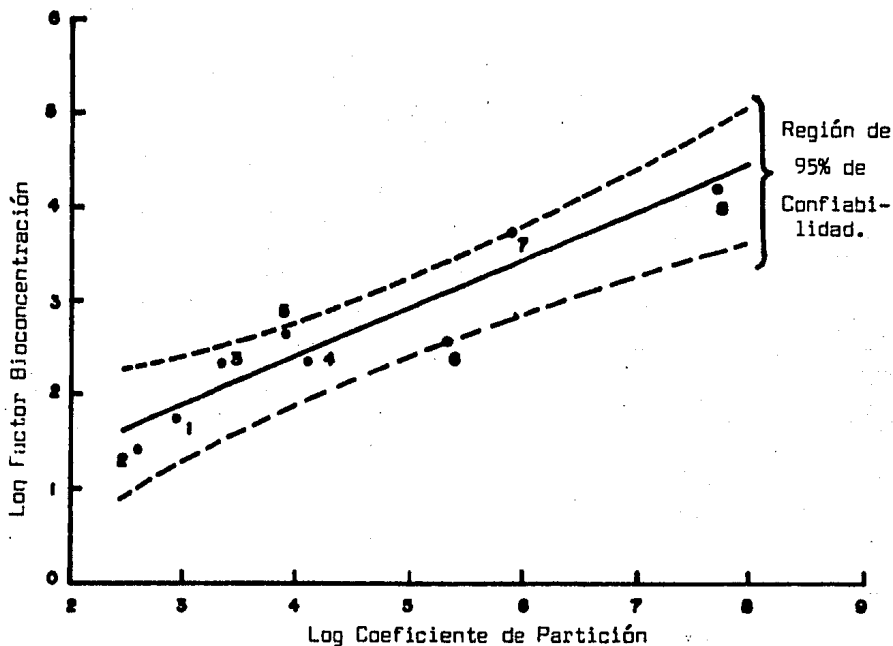
#### c) ABSORCIÓN POR LA FLORA Y LA FAUNA ACUÁTICA

La bioacumulación en los organismos acuáticos representa la  
facultad de un pesticida de ser transportado y acumulado a lo largo de  
una cadena alimenticia (ver fig. 3 ). Esta bioacumulación depende de  
las características fisicoquímicas de los pesticidas, de las condicio-  
nes del medio ambiente y de la naturaleza de los organismos acuáticos;  
así como, para el fenómeno de adsorción-desorción se encuentran para -  
este caso, múltiples dificultades para comparar los estudios entre sí  
y de enunciar reglas generales para su estudio. (25, 274)

Sin embargo, los investigadores señalan dos tipos principa-  
les de métodos para estudiar esta bioacumulación:

1. Los métodos directos que tienen como base el seguimiento de las con

Figura 4  
Correlación "Coeficiente de partición-bioacumulación (143).



Regresión lineal entre los logaritmos del coeficiente de partición y la bioacumulación de productos químicos diversos en el músculo de la trucha.

Los números corresponden a los siguientes productos químicos:

- 1.- 1,1,2,2-tetracloroetileno
- 2.- Tetracloruro de carbono
- 3.- p-diclorobenceno
- 4.- Oxido de difenilo
- 5.- Difenilo
- 6.- 2-bifenil fenil éter
- 7.- Hexaclorobenceno
- 8.- 2,2'4,4'-tetraclorodifenilo



TABLA 23.  
 COEFICIENTE DE PARTICION AGUA-OCTANOL PARA  
 ALGUNOS ORGANOFOSFORADOS (143)

<u>COMPUESTO</u>	<u>COEFICIENTE DE PARTICION</u>
PARATION	6430
DICAPTHON	3790
FENILTROTHION	2380
DICLOFENTION	137000
RONNEL	75300
CLOROPIRIFOS METILICO	20000
CLOROPIRIFOS	120000
LEPTOFOS	$2.02 \times 10^6$
FOSMET	677
DIALIFLOR	49300
FOSALON	20000
MALATION	781
DIMETOATO	508

centraciones del pesticida estudiado en diferentes organismos acuáticos, dispuestos en un piloto que reproduce lo más fielmente posible las condiciones ecológicas del medio natural. (272)

Se ha utilizado este método, llegando a una buena correlación entre la solubilidad en el agua y el "coeficiente de bioacumulación", definido este como: la concentración del pesticida en el organismo/concentración del pesticida en el agua.

Se considera también que los pesticidas que poseen una solubilidad en el agua inferior a 0.5 ppm., son susceptibles de proporcionar bioacumulaciones notorias, mientras que estas serán despreciables para los pesticidas que poseen una solubilidad superior a 50 ppm., éste es el caso de la mayoría de los pesticidas organofosforados. (85)

2. Los métodos indirectos consisten en correlacionar la posibilidad de bioacumulación con un coeficiente de partición  $P$  entre un solvente (el más frecuente octanol) y el agua.

Se ha logrado establecer una buena correlación entre el coeficiente de partición y el coeficiente de bioacumulación (fig. 4 ), el que se ha medido el coeficiente de partición (con octanol) sobre algunos pesticidas organofosforados (tabla 23).

Estos coeficientes de partición son generalmente bajos, lo que significa que existe la posibilidad de encontrar bioacumulaciones notorias en los organofosforados. (143)

En lo que se refiere a los organoclorados, se les encuentra en los eslabones primarios de la cadena biológica, esto lo podemos observar en el poder de concentración de las algas, lo que depende de varios elementos; por ejemplo, se ha encontrado factores de concentración en las algas que van de 500 a 30,000 para el dieldrin y de 25 a 1,000 para el D.D.T.

Además se han realizado otros estudios a nivel de organismos primarios, como el estudio de la concentración de organoclorados en el plancton a distancias cruzadas de las costas inglesas.

Existen numerosos ejemplos de la concentración de pesticidas en los organismos vivos a partir de las aguas de los lagos que hayan recibido estos productos. Como es el caso del Lago Big Bear, en donde la concentración de toxafeno en los tejidos grasos desencadenó la muerte de numerosas aves. también en otros casos se ha notado la desaparición de ciertas especies. (25, 143)

En las investigaciones efectuadas en el Mediterráneo sobre la sardina en las Islas Merguelen, sobre los cuervos marinos (cormorán) se han encontrado en ciertos casos, la presencia de una concentración no habitual en biocidas organoclorados PCB y D.D.T., es interesante señalar que gracias al estudio de las sardinias además del D.D.T., se han encontrado sus metabolitos el DDE y DDD.

De lo anterior, se puede deducir aparte de la biodegradación consecutiva, debida a la acción de las bacterias, los antiparasitarios

TABLA 24. PERSISTENCIA RELATIVA DE ALGUNOS PESTICIDAS EN AGUAS NATURALES (85)

NO PERSISTENTE <sup>a</sup>	DEBILMENTE PERSISTENTE <sup>b</sup>	MODERADAMENTE PERSISTENTE <sup>c</sup>	PERSISTENTE <sup>d</sup>
AZINFOS METILICO	ALDRIN	ALDICARB	BENOMYL
CAPTAN	AMITROL	ATRAZINA	DIELDRIN
CARBARYL	CDAA	AMETRYN	ENDRIN
CLORPIRIFOS	CDEC	BROMACIL	HEXACLOROBE- CENO
DEMETON	CLORAMBEN	CARBOFURAN	HEPTACLORO
DICLORVOS	CLORPROFAM	CARBOXIN	ISODRIN
DICROTOFOS	CIPC	CLORDANO	MONOCROTOFOS
DIQUAT	DALAPON	CLORFENVINFOS	
DNOC	DIAZINON	CLOROXURON	
ENDOSULFAN	DICAMBA	DICLORBENIL	
ENDOTAL	DISULFOTON	DIMETOATO	
FENITROTION	DNEP	DIFENAMID	
IPC	EPTC	DIURON	
MALATION	FENURON	ETION	
METIOCARB	MCPA	FENSULFOTION	
METOPRENO	METOXICLORO	FONDFOS	
MEVINFOS	MONURON	LINDANO	
PARATION	FORATO	LINURON	
PARATION METILICO	PROFAM	PROMETON	
NALED	SPEP	PROPAZIN	
FOSFAMIDON	TCA	QUINTOZEN	
PROPOXUR	TIONAZIN	SIMAZINA	
PIRETRO	VERNOLATO	TBA	
ROTENONA		TOXAFENO	
TEMEFOS		TERBACIL	
TFM		TRIFLURALIN	
2,4-D			

<sup>a</sup> VIDA MEDIA MENOR DE DOS SEMANAS

<sup>b</sup> VIDA MEDIA DE 2 A 6 SEMANAS

<sup>c</sup> VIDA MEDIA DE 6 SEMANAS A 6 MESES

<sup>d</sup> VIDA MEDIA MAYOR DE 6 MESES

organoclorados ofrecen un remarcado ejemplo de estabilidad en medio acuoso. Todos los pesticidas de esta clase se encuentran, después de períodos relativamente variables pero siempre importantes, estar bajo la forma inicial, que puede ser bajo la forma de metabolitos en los que la estructura química es muy parecida a la de los productos iniciales, o que derivan de ellos, por la pérdida de un átomo o de una molécula. (48, 80) (Tabla 24).

De manera indicativa se muestran tres productos significativos, susceptibles de evolución con sus metabolitos:

COMPUESTOS INICIALES

DERIVADOS

D.D.T. por pérdida de Cl después de HCl

DDD después DDE.

Endrín por pérdida de Cl

Dieldrin

H.D.N.

H.E.O.D.

Al contrario, los pesticidas organofosforados tienen una persistencia más débil que la de los organoclorados.

Se han estudiado 22 pesticidas comúnmente empleados, observándose que las condiciones operatorias se alejan sensiblemente de aquellas encontradas en el medio natural, obteniéndose resultados muy importantes, sobre todo en lo que se refiere a la comparación de la persistencia de diferentes pesticidas (tabla 25). (169, 176)

Debe enfatizarse en el hecho de que la persistencia de los -

TABLA 25  
 PERSISTENCIA DE ALGUNOS PESTICIDAS EN EL AGUA (143)

COMPUESTOS	% DE COMPUESTO ORIGINAL ENCONTRADO POSTERIORMENTE*				
	0	1	2	4	8
	( S E M A N A S )				
<u>ORGANOCLORADOS</u>					
BHC	100	100	100	100	100
HEPTACLORO	100	25	0	0	0
ALDRIN	100	100	80	40	20
HEPTACLORO EPOXIDO	100	100	100	100	100
TELODRIN	100	25	10	0	0
ENDOSULFAN	100	30	5	0	0
DIELDRIN	100	100	100	100	100
D.D.E.	100	100	100	100	100
D.D.T.	100	100	100	100	100
D.D.D.	100	100	100	100	100
CLORDANO TECNICO	100	90	85	85	85
ENDRIN	100	100	100	100	100
<u>ORGANOFOSFORADOS</u>					
PARATION	100	50	30	5	0
PARATION METILICO	80	25	10	0	0
MALATION	100	25	10	0	0
ETION	100	90	75	50	50
TRITION	90	25	10	0	0
FENTION	100	50	10	0	0
DIMETOATO	100	100	85	75	50
MERFOS	0	0	0	0	0
MERFOS ENCONTRADO COMO D.E.F.	100	50	30	10	5
AZODRIN	100	100	100	100	100

\* Las concentraciones de los pesticidas son de 10 ng/l. Las cantidades encontradas fueron redondeadas un 5% aproximadamente.

organofosforados en el agua puede variar grandemente en función del me  
dio natural, efectuándose estudios en dos condiciones diferentes:

- Estabilidad en solución acuosa pura y en laboratorio.
- Estabilidad en el medio natural.

Encontrándose así un paralelismo entre los dos comportamientos que permiten preveer, a partir de la estabilidad determinada en la  
laboratorio, la rapidez de desaparición sobre la tierra. Además el orden del crecimiento de su estabilidad en cada caso es, de hecho, diferente. (142, 143) (Tabla 26).

TABLA 26  
RESIDUOS DE ALGUNOS PESTICIDAS EN LA FAUNA ACUATICA Y PLANCTON EN EL MEDIO  
AMBIENTE NATURAL

PESTICIDA	ORGANISMO	PESO HUMEDO DEL RESIDUO, ppb.	MEDIO AMBIENTE
D.D.T.	DECAPODOS-CRUSTACEOS	12.0-191.0	CARIBE (COSTA)
	GASTEROPODOS-MOLUSCOS	4.2-29.3	BAHIA STA. MARGARITA N.S.
	HOLOTURIDOS (EQUINODERMOS)	3.1	BAHIA STA. MARGARITA N.S.
	DECAPODOS-CRUSTACEOS	11.0-24.0	BAHIA STA. MARGARITA N.S.
	PELECIPODOS-MOLUSCOS	0.4-10.1	BAHIA STA. MARGARITA N.S.
	POLIQETOS-ANELIDOS	0.0-24.0	BAHIA STA. MARGARITA N.S.
	EUFASIACEA-CRUSTACEOS	6.5-64.8	GOLFO DE SAN LORENZO
	BRANQUIOPODOS-CRUSTACEOS	83.0	ESTUARIO DEL RIO CARMANS, L.I.
	DECAPODOS-CRUSTACEOS	160.0	ESTUARIO DEL RIO CARMANS, L.I.
	GASTEROPODOS-MOLUSCOS	260.0	ESTUADIO DEL RIO CARMANS, L.I.
	DECAPODOS-CRUSTACEOS	37.0-92.0	PARQUE EVERGLADES, FLORIDA
	PELECIPODOS-MOLUSCOS	27.0	PARQUE EVERGLADES, FLORIDA
	PELECIPODOS-MOLUSCOS	ND-70.0	BAHIA DE GALVESTON
	ANTROPODOS-LARVAS DE INSECTOS	16.0-24.0	AGUAS TERRITORIALES
	DECAPODOS-CRUSTACEOS	52.0-196.0	RIO MAINE
	PLANCTON	5.0	LAGO INLAND, DAKOTA DEL S.
	PLANCTON	40.0	ESTUARIO DEL RIO CARMANS, L.I.
	PLANCTON - (SESTON)	ND-Tr.	GRANDES LAGOS
PLANCTON	TR-200.0	GOLFO DE MEXICO, CARIBE	



DIELDRIN

DECAPODOS-CRUSTACEOS

GASTROPODOS-MOLUSCOS

ARTROPODOS-SIMILIMUM

ARTROPODOS-SIMILIMUM

PELECIPODOS-MOLUSCOS

PLANCTON

0-10

33240.0-  
62470.0

14840.0  
24530.0

17280.0  
103670.0

ND-10.0

ND-Tr.

CARIBE

RIO ROCOSO, C.N.

RIO ROCOSO, C.N.

RIO ROCOSO, C.N.

BAHIA DE GALVESTON

GRANDES LAGOS

CAPITULO V

*El agua es la mejor de todas las cosas.*

*Píndaro.*

MÉTODOS DE DETERMINACION DE PESTICIDAS  
EN EL AGUA.

I. GENERALIDADES

La determinación de los pesticidas en el agua consiste en investigar sobre los compuestos iniciales y sobre sus metabolitos. Si se hace una abstracción de métodos biológicos, los métodos citados deben permitir la detección y la medida de muy pequeñas cantidades de materiales, a menudo del orden de nanogramos ( $\text{ng} = 10^{-9} \text{ g}$ ), pero pueden llegar hasta picogramos ( $\text{pg} = 10^{-12} \text{ g}$ ). (4, 109, 282)

A estos niveles, la cromatografía en fase gaseosa (GLC) es la técnica más extensamente utilizada. Sin embargo, para ser eficaz ésta, exige un tratamiento de la muestra permitiendo alcanzar las cantidades mínimas de producto detectables, por debajo de la dosis de toxicidad. En efecto, a pesar de su sensibilidad, los medios de detección actuales no son suficientes por sí mismos y por consecuencia, deben estar respaldados por una fase de enriquecimiento y de purificación. (4, 9, 282)

Por lo que el análisis de pesticidas necesita además, de un equipo muy sensible, de la aplicación de toda una metodología precisa en sus diferentes fases y rigurosamente acatada. Esto implica, que antes de llegar a la fase de detección propiamente dicha, de seguir con precaución un proceso operatorio, comenzando con la muestra y se continúa por: la extracción, la concentración y la purificación de productos extraídos. Todas estas operaciones necesitan de un material adecuado y de productos

químicos de alta pureza analítica, tanto para los patrones como para los solventes utilizados. (4, 6, 282)

En fin, es conveniente recordar (el caso general en el campo del micro-análisis), que los locales y la zona de trabajo deberán ser reservados a esta sola actividad analítica. (4, 6, 282)

## II. PRETRATAMIENTO DE LAS MUESTRAS

El pretratamiento de las muestras es de hecho, el paso más delicado del proceso analítico, porque los resultados obtenidos dependerán en gran parte de la forma en que estos fueron ejecutados. (282)

La baja concentración de los pesticidas presentes en el agua, entraña la adopción de ciertas medidas que:

- a) Deben permitir obtener una cantidad suficiente del producto.
- b) Impliquen la utilización de recipientes que limiten al máximo las pérdidas de materiales por absorción y adsorción. (6, 282)

Estas dos restricciones conducen a la utilización de botellas de gran cuello de vidrio, en las que la tapa se encontrará asegurada por tapones recubiertos de teflón, el volumen del frasco es también importante, pero limitado para la facilidad de su manipulación. (4, 282)

Es necesaria, una limpieza absolutamente perfecta antes de la utilización, para que la mínima contaminación, pueda ser del orden del tamaño de los elementos a analizar. (25, 282)

Por esta razón, los recipientes de plástico son rigurosamente -  
excluidos, porque dejan pasar en solución los plastificantes clorados, -  
por otra parte, ellos se fijan para la absorción de pesticidas clorados.

#### 1. PRECAUCIONES A CONSIDERAR

##### a) Limpieza de la cristalería.

Considerando lo que se ha mencionado con anterioridad, es evidente que la limpieza del material reviste una fundamental importancia. Numerosos analistas, piensan que los medios de limpieza clásicos: como aquellos que recurren a ácidos fuertes oxidantes o a los solventes orgánicos, son a menudo insuficientes para desplazar los pesticidas. Esta contaminación puede ser reducida a un nivel insignificante, por un tratamiento térmico del material y de la cristalería. (4, 282)

La limpieza de la cristalería debe constar de:

- Un enjuague efectuado tan rápidamente como sea posible, después -  
del uso con el último solvente utilizado.
- Un lavado con agua destilada y acetona redestilada.
- Un enjuague con hexano de pureza analítica garantizada, del cual  
previamente se habrá verificado la pureza a través de cromatogra-  
fía en fase gaseosa. (4, 282)

En el caso de una contaminación importante, la cristale-  
ría puede ser calentada a 400°C, durante 15 ó 30 minutos, con excep

ción de la cristalería volumétrica de precisión. (4, 282)

Para controlar la limpieza de la cristalería, debe efectuarse antes un enjuague con hexano y el solvente recuperado se concentra antes de la inyección en la cromatografía. (4, 282)

b) Pureza de los reactivos, patrones y solventes.

La pureza de los reactivos, patrones y solventes es naturalmente básica. Es deseable utilizar solventes de calidad nanógrada o supra-pur, actualmente comercializados. Sin embargo, la calidad de los solventes utilizados para la extracción, exige un control minucioso previo a cualquier análisis. En particular, se tomarán en cuenta el hexano y el éter etílico con especial atención al éter etílico, del cual se conoce su tendencia a formar peróxidos. La técnica desarrollada por Meares, no utiliza el éter etílico, pero sí emplea el éter de petróleo previamente tratado y purificado, que evita el riesgo de formación de peróxidos. (282)

Algunos investigadores proponen controlar la naturaleza del solvente, después de haberlo preconcentrado 100 veces. Por inyección de 5 ml. de solvente preconcentrado, no deben observarse picos cromatográficos parásitos, superiores al 10% de la escala de registro en las condiciones habituales de sensibilidad de el aparato. (4, 6, 28)

Los productos patrón deben ser rigurosamente conservados, según las recomendaciones del proveedor. Las soluciones patrón -

son realizadas con hexano de pureza garantizada, a la concentración de  $1 \text{ mg/cm}^3$ . Es necesario, hasta donde sea posible, evitar la utilización de acetona, debido a su efecto degradador sobre ciertos compuestos. (282)

El material y los productos accesorios como son: la columna de purificación, los adsorbentes cromatográficos, lana de vidrio, papeles filtro, productos desecantes (sulfato de sodio anhidro), deben ser sometidos a un lavado con los solventes de extracción. Los cartuchos de celulosa son purificados con tratamiento de solventes en un extractor Soxhlet durante 40 horas. (282)

## 2. EXTRACCION DE LOS PESTICIDAS

Mestres cita numerosos métodos de extracción y en particular la técnica M.A.C. (Método de Absorción de Carbono), y la extracción a contra corriente continua. (176, 282)

Parece ser, sin embargo que los productos obtenidos no son los más adecuados en el campo analítico. La mayor parte de los analistas están de acuerdo en realizar una extracción líquido-líquido por simple agitación en ampollas decantadoras con tapones y perforaciones de teflón, seguido de una evaporación del solvente. Pero la técnica de extracción "líquido-líquido" está lejos de ser simple, y la elección de el procedimiento de extracción, depende de la finalidad misma del análisis. (176)

Por ejemplo, diferentes solventes a diversos pH de la solución

acuosa pueden ser necesarios para la extracción, según si el análisis este dirigido hacia:

- Un pesticida muy específico.
- Un grupo de pesticidas.
- Una investigación general de pesticidas.
- Un pesticida y sus productos de degradación.
- La confirmación de la presencia de un pesticida.

De hecho, no existe un "solvente universal" para la extracción de pesticidas. (6, 124, 282)

Recientemente, un cierto número de investigaciones han sido publicadas sobre la extracción de pesticidas por cromatografía sólida-líquida. Algunos utilizan columnas rellenas de una mezcla Tenax-Celita (resina poliaromática-tierra de diatomeas) y eter etílico como eluyente. Estos autores han obtenido para los pesticidas organoclorados y organofosforados resultados equivalentes a aquellos encontrados por extracción líquido-líquido. (28, 53)

La separación de los pesticidas sobre resina Amberlita XAD2 - (copolímero estireno-divinilbenceno) es actualmente muy estudiado. Este tipo de resina macromolecular presenta una gran superficie de contacto, que favorece la adsorción y un buen flujo debido a su estructura macroporosa. Algunos investigadores obtuvieron con esta resina buenos resultados para los organoclorados. Se han realizado estudios sobre la separación por lig filización y crioconcentración de dos pesticidas organofosforados y azufra



dos y de sus productos de degradación (paratión, malatión, paraoxón y malaoxón). Estas técnicas permiten una excelente conservación de las muestras, evitando la hidrólisis y la degradación con los pesticidas particularmente frágiles (organofosforados por ejemplo).

### 3. PURIFICACION DE LOS PESTICIDAS EXTRAIDOS

A pesar de los recientes progresos realizados en el campo de los detectores utilizados en cromatografía en fase gaseosa (GLC), desde el punto de vista de la especificidad y de la sensibilidad, la investigación de residuos de pesticidas en el agua, necesita prácticamente siempre una fase de purificación. (4, 282)

Esta purificación, que tiene por objetivo eliminar ciertas interferencias debidas a los productos parásitos, en los que los tiempos de retención pueden enmascarar aquellos de los compuestos investigados, se efectúa pasando la solución de extracción sobre una columna adsorbente.

Por elución, con la ayuda de solventes de polaridad cruzada, se obtienen diferentes fracciones agrupadas por polaridad y solubilidad de los grupos de productos a identificar. (282)

La adhesión a una fracción de eluyente se vuelve, debido a su reproducibilidad, una característica analítica vinculada a un producto; se dice, por ejemplo, que el producto X pasa en el eluyente Y bajo tales condiciones. (79, 267, 282)

El adsorbente generalmente utilizado es el "Florisil" (silicio

TABLA 27

PURIFICACION DE EXTRACTOS PARA EL ANALISIS CROMATOGRAFICO. SEPARACION: PESTICIDAS,  
PCB, FTALATOS.

METODO DE MESTRES

Cromatografía de absorción-elución

Florisil al 5% de agua: Eter de petróleo: PCB, HCH, HCB, DDD  
DDE, ALDRIN, HEPTA CLORO. — Fraccionados sobre Florisil anhidro

Eter de petróleo al 20% de eter: DIELDRIN, ENDOSULFAN, HEPTACLORO EPOXIDO, ORGANOFOSFORADOS, FTALATOS.

Alumina básica: Eter de petróleo — ORGANOCORADOS, PCB.

Eter de petróleo al 50% de eter — FTALATOS.

METODO DE E.P.A.

Cromatografía de absorción-elución

Florisil anhidro: Eter de petróleo al 6% de eter: PCB, HCB, HCH, HEPTACLORO, DDT, DDE.

Eter de petróleo al 15% de eter: FTALATOS, DIELDRIN, ORGANOFOSFORADOS.

Eter de petróleo al 50% de eter: ENDOSULFAN, CAPTAN, ORGANOFOSFORADOS,

Eter dietílico: ORGANOFOSFORADOS.

Alumina básica: 10 veces 50 ml. de hexano al 10% de eter.  
(al 3.8% de agua) 1:PCB, ALDRIN, DDE, HEPTACLORO  
2:DDT  
3:CLORDANO, LINDANO, DDD  
4:DDD, LINDANO.  
5: ...

sintético modificado por la presencia de magnesio).

Como para todas las operaciones anteriores, el detalle del modo de operación varía según los autores.

Así, el método de la Agencia de Protección del Medio Ambiente (E.P.A.) describe la purificación de pesticidas por cromatografía sobre florisil activo a alta temperatura, con eluciones de éter de petróleo conteniendo éter dietílico sucesivamente al 6, 15 y 50%, el último eluyente es el éter dietílico solo. Mestres utiliza florisil desactivado por 5% de agua y como eluyentes éter de petróleo solo y el éter de petróleo conteniendo 20% de éter etílico. (4, 74, 282)

Se ha establecido una tabla comparativa de métodos de purificación de acuerdo a Mestres y la Agencia de Protección del Medio Ambiente (tabla 27). Como para el estado de extracción-concentración, es conveniente respetar estrictamente los métodos operacionales originales si se desea encontrar los mismos resultados. (74, 176, 282)

De cualquier forma, es necesario notar que la utilización de florisil, es a menudo considerada como aleatoria debido por una parte, a las diferencias de calidad existentes entre diversos lotes y por otro lado, a las dificultades encontradas para obtener una buena homogeneidad al nivel de la activación en el momento de la preparación de la columna. En síntesis, la conservación de florisil necesita de grandes precauciones, ya que éste presenta un fuerte poder adsorbente. (176)

Debido a esto, el florisil no es el único adsorbente utilizado, la gel de sílice, el aluminio activado o impregnado con nitrato de plata pueden igualmente ser empleados. (76)

En lo que se refiere a los organofosforados, Mestres señala la purificación sobre florisil con elución de 80 ml. de éter de petróleo, se guida de una elución de 120 ml. de una mezcla de éter de petróleo-acetato de etilo (3:1). (4, 282)

Los procesos de purificación son menos utilizados para la investigación de organofosforados que para los organoclorados. Esto es esencialmente debido a la existencia de detectores específicos de fósforo que realizan la identificación de una manera más fácil. (6, 282)

No obstante, algunas veces es necesario una purificación (con la finalidad primordial de extraer los aceites y las grasas) o una preseparación (a fin de evitar una superposición de picos). En el detalle de métodos operatorios, estas dos operaciones son practicadas raramente de manera sistemática, pero vienen únicamente en una segunda etapa (en el caso donde la cromatografía del primer extracto es inexplorable). (74)

La Agencia de Protección del Medio Ambiente (E.P.A.) señala diversos métodos de purificación y separación, en el caso donde haya perturbaciones en la forma de los picos o una repercusión de fondo elevado sobre la cromatografía del primer extracto, así, en el caso donde el extracto posee características físicas adversas (color, turbidez, viscosidad) o contienen sustancias que afectan la duración de vida de la columna o la

TABLA 28

ELUCION POR ETANOL. SEPARACION SOBRE SEFADEX LH 20 (COLUMNA DE RESINA = 75 ml.) (282)

FRACCION 1 VE = 40 a 60 ml. VR = 50 a 80	FRACCION 2 VE = 61 a 70 ml. VR = 81 a 93	FRACCION 3 VE = 71 a 110 ml. VR = 94 a 145
CLORFENVINFOS	DEMETON-D-METILICO	AZINFOS ETILICO
CRUFOMAT	DEMETON-S-METILICO	AZINFOS METILICO
DEMETON-S	DIBROM	BROMOFOS
DIAZINON	DICLOFENTION	CARBOFENOTION
DIMEFOX	DICLORVOS	CUMAFOS
MEVINFOS	DISULFOTON	DIMETOATO
OXIDEMETON METILICO	ETION	FENCLORFOS
FOSFAMIDON	ETOATO METILICO	FENITROTION
SCHRADAN	MALATION	HALOXON
SULFOTEP	MECARBAM	MORFOTION
TEPP	FORATO	PARATION
VAMIDOTION	PIRIMITATO	FENCAPTON
TRIMETIL FOSFATO	TIOVAZIN	FOSALON
TRIEFIL FOSFATO	TRICLORFON	
TRIBUTIL FOSFATO		

Identificados por Cromatografía en Fase Gaseosa y en placa fina.

VR = Volúmen relativo de elución con relación al Paratión = 100.

VE = Volúmen de la elución.

respuesta de los detectores (por ejemplo, el caso de los sulfurados). (74)

Para una determinación específica de organofosforados, se puede efectuar una preseparación sobre una columna cromatográfica, conteniendo Sefadex LH 20 (gel de dextrano cubierto por la epiclorhidrina). Este método presenta la ventaja de no necesitar una preparación de la columna para cada análisis, ya que estos se conservan durante gran tiempo sin cambio en el proceso de elución.

La tabla 28 da un ejemplo de preseparación de organofosforados sobre gel Sefadex LH 20. (4, 6)

### III. METODOS DE DETECCION, DE MEDIDA Y DETERMINACION.

Los medios de detección permiten, después de las etapas de las que se ha hablado anteriormente, la determinación de los compuestos y su identificación. (4, 6, 74, 282)

La determinación de compuestos resulta de dos factores:

- a) La concentración que va a ser detectable, por enriquecimiento de compuestos en los que la cantidad inicial es muy baja.
- b) La purificación de los productos concentrados sobre columnas adsorbentes que permiten, además, la eliminación de ciertos compuestos difíciles de separar por grupos de los productos en función de la naturaleza del eluyente.

La identificación de estos compuestos, siguiendo la metodología adoptada por Mestres, se basa sobre dos hechos que son:

- 1.- La pertenencia de una fracción eluyente, de los que ya se ha hecho mención, a esta fracción ya obtenida en condiciones perfectamente de terminadas.
- 2.- Los tiempos de retención, en cromatografía en fase gaseosa, obtenidos por medio de dos columnas de polaridad diferente con la ayuda de un detector adecuado. (4, 282)

Una vez establecidas las condiciones rigurosas de los tiempos de retención de un compuesto, su determinación cuantitativa se vuelve fácilmente realizable, basta con preparar una gama de patrones a partir del producto de referencia y de comparar la superficie del pico cromatográfico, obtenido por la muestra con una solución de referencia inyectada en las mismas condiciones; un simple reporte permite determinar la concentración del compuesto que se está investigando, para mayor precisión, en los resultados, se recomienda utilizar un patrón interno en el que los tiempos de retención deben de ser elegidos de manera que no se superpongan sobre aquellos compuestos que se van a determinar. (10, 282)

Por otra parte, como los pesticidas poseen en su molécula elementos tales como Azufre, Cloro, Fósforo y Nitrógeno, es interesante utilizar estas características para disminuir el número de compuestos detectados simplificándose así la identificación. Los detectores específicos tienen efectos concisos para responder a la presencia de uno o varios ele

mentos. Aparte de los catarómetros y de los detectores de ionización de flama, que responden a casi todos los elementos, se encuentran multitud de detectores de especificidad y sensibilidad variables según los diversos tipos. (4, 282)

#### 1. COLUMNAS PARA LA CROMATOGRAFIA EN FASE GASEOSA.

Actualmente, todas las columnas son de vidrio o borosilicato, encontrándose algunas variaciones únicamente para los soportes y las fases estacionarias. Las dos principales configuraciones de columnas son las de forma de "U" y las de forma espiral, las dimensiones preferidas actualmente, son de 1.8 m. de longitud, de 6.5 mm. de diámetro externo y de 2 o 4 mm. de diámetro interno. (4, 254, 282)

#### SOPORTES

El papel de los soportes es de permitir la exposición de la fase estacionaria líquida sobre una superficie máxima, sin reaccionar químicamente; por lo que el soporte ideal debe reunir los siguientes requisitos:

- a) Ser disponible en rangos estrechos de partícula ó tamaño de la malla.
- b) Ser inerte y no poseer sitios activos de adsorción.
- c) Tener una gran área superficial por unidad de volúmen.
- d) Poseer buena estabilidad térmica y fuerza mecánica. (282)

Existen varios soportes que se utilizan hoy en día, los que fre-



cuentemente se preparan de diatomeas marinas ó terrestres. (282)

Los "cromosorb", que son los soportes más empleados para realizar esta función, poseen un esqueleto silíceo muy poroso, en el que la superficie específica es del orden de  $1 \text{ m}^2/\text{g}$ . (254, 282)

Su preparación requiere un tratamiento completo para eliminar las impurezas y eventualmente las influencias de grupos hidroxilos, en particular por sililación. Los tipos más generalizados son:

- Cromosorb G, 80/100 mesh (Ø, 150/Ø, 180 mm.) -Mestres-.
- Cromosorb Q, 100/120 mesh (Ø, 125/Ø, 150 mm.) -E.P.A.-

Para los organofosforados, además existen:

- Cromosorb WHP 80/100 mesh, tratado con ácido y dimetilclorosilano.
- Cromosorb W 60/80 mesh (Ø, 180/Ø, 250 mm.) tratado igualmente con dimetilclorosilano. (4, 282, 303)

### FASES ESTACIONARIAS

La elección de una fase estacionaria reviste una importancia primordial para el éxito de una separación, porque dependerá de ella el equilibrio entre la adsorción sobre esta fase y la tensión de vapor de un compuesto. (6, 41, 74)

Una fase estacionaria correcta debe poseer las siguientes características:

- Una superficie de contacto importante (razón que hace necesario utilizar un soporte dotado de una gran superficie específica).
- Una buena inercia química.
- Una débil volatilidad.
- Una polaridad definida que será de acuerdo al elemento que se toma en cuenta para realizar una separación determinada. (41, 282)

En la actualidad, tres fases estacionarias son corrientemente utilizadas para la separación de organoclorados, estas fases son a base de silicones comercializados bajo estos nombres:

OV-1 (metil silicón) utilizable entre 100-350°C

DC-200 (metil silicón) utilizable entre 20-250°C

QF<sub>1</sub> (trifluoropropil metil-silicón) utilizable entre  
20-250°C

Los resultados obtenidos con estos tipos de columnas, son en general muy satisfactorios en el campo de los pesticidas organoclorados.

Para los organofosforados, las fases estacionarias más frecuentemente citadas en las referencias bibliográficas son además del OV-1, DC-200 y QF<sub>1</sub> ya mencionados, los siguientes:

OV 17 (fenil, metil silicón) utilizable entre 20-350°C

OV 101 (metil silicón) utilizable entre 20-350°C

OV 210 (trifluoropropil metil silicón) utilizable entre 20-275°C

SE 30 (metil silicón) utilizable entre 50-350°C

TABLA 29. FUNCIONAMIENTO DE DETECTORES PARA LA CROMATOGRAFIA  
DE GASES.

DETECTOR	ELEMENTO O - GRUPO FUNCIONAL	LIMITE DE DETECCION	SELECTIVIDAD	LINEARIDAD	APLICACION DEL ANA- LISIS DE PESTICIDAS
CAPTURA DE ELECTRONES	TRICLORO, NITRO	0.5	$10^5$	$2 \times 10^4$	ESTERES DE 2,4-D y 2,4,5-T, AROMATICOS <u>PO</u> LINUCLEARES, HERBICI-- DAS NITRO.
	POLITHALOGENADOS	0.05	$10^6$	$2 \times 10^4$	PESTICIDAS ORGANOCLO <u>RA</u> DOS, PCB Y PBB, DIOXI-- NAS; PENTACLOROFENOL.
FOTOMETRIA DE FLAMA	P	0.2	$10^6$	$5 \times 10^4$	PESTICIDAS ORGANOFOSFO RADOS.
	S	4.0	$10^4$	$5 \times 10^2$	CARBAMATOS QUE CONTIE- NEN AZUFRE, ETILEN-TIO UREA.
IONIZACION DE FLA MA ALCALINA	P	0.02	$5 \times 10^5$	$2 \times 10^4$	PESTICIDAS ORGANOFOSFO RADOS.
	N	0.2	$5 \times 10^4$	$2 \times 10^4$	CARBAMATOS; TRIAZINAS, HERBICIDAS DERIVADOS - DE LA UREA Y NITRO, NI TROSAMINAS.
CONDUCTIVIDAD ELEC TROLITICA (HALL)	Cl	0.5	$10^6$	$10^5$	ORGANOCLO <u>RADOS</u> , HERBI- CIDAS FENO <u>XI</u> .
	N	1.0	$5 \times 10^5$	$10^3$	CARBAMATOS, TRIAZINAS, HERBICIDAS DERIVADOS - DE LA UREA Y NITRO, NI TROSAMINAS.

Estas fases son utilizadas solas o mezcladas entre ellas. Los tiempos de retención sobre una fase estacionaria dada está definida en estas condiciones (temperatura, presión, gasto, o flujo), lo que caracteriza cada producto y permite su identificación. (6, 10, 282)

Estos tiempos de retención pueden variar de una columna a otra, sus accesorios no pueden ser rigurosamente idénticos, se determinan generalmente los tiempos de retención relativos para reportar un patrón de referencia, que es el aldrin para los organoclorados y el paratión para los organofosforados. (4, 109)

## 2. DETECTORES EN CROMATOGRAFIA EN FASE GASEOSA.

### DETECTORES DE CAPTURA DE ELECTRONES

Introducido en 1960 por Lovelock y Lipaky, su utilización ha revolucionado los procesos de determinación de trazas de pesticidas, sin embargo, su facilidad de respuesta a un gran número de grupos funcionales - ha limitado el alcance de sus usos. (4, 282, 303) (Tabla 29)

Este tipo de detectores funciona siguiendo el equilibrio:



Donde: E = es el valor de la afinidad electrónica de la molécula y depende de la naturaleza del compuesto.

Debido a su poca movilidad, los iones  $M^{-}$  tienen una probabilidad de recombinación con los iones positivos muy superior a la de los - -

electrones libres, en un flujo descendente de corriente electrónica de equilibrio (la probabilidad de combinación de iones moleculares positivos y negativos es de  $10^5$  a  $10^8$  veces más grande que la probabilidad de la combinación electrones-iones positivos). (4, 6, 282)

Los grupos funcionales electronegativos tales como halógenos, carbonilos, nitrilos, nitratos y compuestos organometálicos, dan respuesta con este dispositivo. En lo que se refiere a los halógenos, la sensibilidad es del orden de  $10^{-11}$  a  $10^{-12}$  g. (282)

Las fuentes más convenientemente utilizadas son:

- a) El Tritio ( $H^3$ ) utilizable hasta  $225^\circ C$  por lo que se recomienda no rebasar los  $150^\circ C$ , dada la volatilidad de este producto radiactivo.
- b) El Níquel radiactivo ( $Ni^{63}$ ) utilizable hasta  $400^\circ C$ , lo que permite descontaminar el detector si se da el caso.
- c) Un tercer tipo de fuente que se ha aunado recientemente a las precedentes, se compone de Escandio, en el que la zona de funcionamiento se sitúa entre  $225$  y  $400^\circ C$ .

El detector de captura de electrones se utiliza para pesticidas organoclorados y contaminantes. (282)

#### DETECTOR MICROCOULOMBIMETRICO

Coulson introdujo este tipo de detector, debido a su aplicación

TABLA 30. LIMITES DE SENSIBILIDAD DE LOS DETECTORES DE CROMATOGRAFIA EN FASE GASEOSA

PESTICIDAS ORGANOCOLORADOS	F. I. D.	E. C. D.	H. E. C. D. (CICLO CLORADO)
HCH ... DDT	20 a 100 ng	5 a 25 pg	20.0 a 100 pg
2,4-D Y ANALOGOS (ESTERES METILICOS)	50 a 200 ng	50 a 100 pg	0.5 a 2 ng
PCB	50 a 250 ng	0.5 a 2 ng	5.0 a 20 ng

PESTICIDAS ORGANOFOSFORADOS	F. I. D.	A. F. I. D.	F. P. D. (P)	F.P.D. (S)
PARATION	200 a 500 ng	0.2 a 0.5 ng	0.05 a 0.1 ng	0.1 a 0.2 ng
MALATION	150 a 400 ng	0.2 a 0.4 ng	0.05 a 0.1 ng	0.1 a 0.2 ng

F. I. D. = DETECTOR DE IONIZACION DE FLAMA  
 E. C. D. = DETECTOR DE CAPTURA DE ELECTRONES  
 H. E. C. D. = DETECTOR DE CONDUCTIVIDAD ELECTROLITICA  
 A. F. I. D. = DETECTOR DE IONIZACION DE FLAMA ALCALINA  
 F. P. D. = DETECTOR DE FOTOMETRIA DE FLAMA

ng = NANOGRAMOS =  $10^{-9}$  g.

pg = PICOGRAMOS =  $10^{-12}$  g.

(P) = RADIACION DE FOSFORO

(S) = RADIACION DE AZUFRE

Para el azufre el principio es idéntico, se pasa de  $\text{SO}_2$  a  $\text{SO}_3$  - por oxidación a partir del par iodo/ioduro. El cálculo es el mismo y aparece solamente un factor 2 en el denominador, ya que la oxidación necesita dos electrones. (282, 303)

Este tipo de detectores, equipa poco a poco a todos los laboratorios especializados en la investigación de compuestos organoclorados y organosulfurados, donde se utiliza para confirmar ciertos resultados obtenidos por captura del electrón. (263, 282, 303)

Menos sensible que este último, los perfeccionamientos recientes introducidos en este campo dan ahora los resultados interesantes - - ( $10^{-9}$  g.). Se utiliza para los pesticidas organonitrogenados, en particular los carbofuranos. (282, 303) (Tabla 30).

#### DETECTOR CONDUCTIMETRICO

Estudiado por Coulson, con la misma finalidad que los precedentes, permite detectar cloro, azufre, óxido de nitrógeno, empleado en la investigación de carbamatos, sus resultados son similares a los precedentes. (37, 282)

Gracias a los perfeccionamientos y bajo ciertas condiciones, se puede trabajar con este detector en la zona de 0.1 ng. (4, 282)

Este tipo de detector ha sido utilizado también con buenos resultados en la investigación de compuestos organoclorados, operando en un

medio reductor al momento de la pirólisis, obteniéndose HI. Operando con los organoclorados, se forma el ácido clorhídrico. Puede ser menos específico que el microcoulómetro, su sensibilidad es 2 a 3 veces superior. Pirolizando en medio oxidante, se obtienen resultados específicos para los pesticidas azufrados y clorados. (4, 46, 282)

#### DETECTOR DE FOTOMETRIA DE FLAMA

Realizado a partir de una patente alemana (Draegerwerk), se puede, gracias a este tipo de detector, determinar específicamente el fósforo y el azufre utilizando la longitud de onda de emisión de estos dos elementos (5260 y 3940 Å). Su sensibilidad alcanza los nanogramos para los sulfurados, son muy utilizados en la investigación de tiofosforados que ocupan un lugar importante entre los compuestos antiparasitarios. (282)

#### DETECTOR DE IONIZACION DE FLAMA ALCALINA O "DETECTOR DE FLAMA ALCALINA"

Parece que el nombre, tanto como el tipo de funcionamiento de este detector han sido muy controvertidos. El principio consiste en introducir, un detector de ionización de flama, de metales alcalinos (sodio o potasio) que reaccionen con los halogenuros o los fosforados, siguiendo diferentes reacciones según las hipótesis emitidas por los diversos autores. (4, 6, 41, 282)

No obstante, cualquiera que sea el modo real de acción de estos detectores, permiten detectar casi 1 pg. de paratión; esta sensibilidad parece también aplicable a los halogenuros y compuestos nitrados tales co



mo los carbamatos y triazinas. (4, 6, 282)

Se tiene como característica interesante de estos detectores su precio inferior a la de los otros tipos. Sin embargo, entre los dos detectores específicos de fósforo citados, el detector de fotometría de flama, tiene una manipulación más fácil y tiene una confiabilidad mayor.

Para los compuestos que contienen tanto nitrógeno como fósforo, la respuesta de este tipo de detector se atribuye básicamente al fósforo debido a su gran sensibilidad, de cualquier manera, la respuesta de los organofosfatos es dependiente de la estructura y es particularmente afectado por sustitución del átomo de fósforo, obteniéndose las siguientes características:

- 1.- Los análogos de oxígeno tienen factores de respuesta relativa 2-4 veces menores que los fosforotioatos correspondientes.
- 2.- Los factores de respuesta de los fosforoditioatos son del 10-20% mayores que los fosforotioatos correspondientes.
- 3.- La sustitución heteroatómica en el anillo de los aril fosforotioatos incrementa la respuesta relativa, por lo que el clorpirifos y el paratión dan respuestas molares ligeramente mayores que el dietil fenil fosforotioato.
- 4.- Los fosforamidatos, con el nitrógeno unido directamente al fósforo, han reducido los factores de respuesta comparado a los análogos al-

químicos. (6, 37, 282, 303)

Los límites de sensibilidad de diversos detectores para algunos pesticidas organoclorados y organofosforados se encuentran en la tabla

### 3. METODOS COMPLEMENTARIOS DE IDENTIFICACION POR CROMATOGRAFIA ( PRUEBAS DE CONFIRMACION ).

Así como el empleo de detectores específicos elimina en gran parte las dificultades de identificación y determinación, los métodos complementarios son a veces necesarios para confirmar la presencia de un producto. (282)

En el caso de la cromatografía en fase gaseosa, se puede cuando dos compuestos tienen tiempos de retención cercanos, repetir la cromatografía sobre columnas que tengan polaridades diferentes. (282)

Otra técnica muy utilizada consiste en identificar los compuestos por cromatografía sobre papel o en capa delgada (Cromatografía de Capa Fina: T.L.C.). Este es un excelente método para confirmar la identidad de los pesticidas detectados con anterioridad por medio de la cromatografía en fase gaseosa, pero es difícil utilizarla para análisis cuantitativo. Se han utilizado en esta cromatografía la sílica gel y el óxido de aluminio como adsorbantes, aunque se ha mostrado que es superior y por ello se utiliza rutinariamente en análisis el óxido de aluminio. (87,282)

Los extractos lavados son reconocidos, las placas son reveladas

(usualmente con n-heptano) y los componentes del cromatograma son visualizados utilizando nitrato de plata (ya sea rociado después del revelado o incorporado a el adsorbante antes del desarrollo) como reactivo cromogénico. (37, 87, 282)

La cromatografía en capa fina puede realizarse a continuación - de la selección de los detectores, encontrando ésta gran difusión, debido a su bajo costo en material por una parte y a causa de el refinamiento de los medios de operación y de los reactivos específicos introducidos recientemente en este campo. (167, 282)

Para la cromatografía sobre papel o en capa delgada, un compuesto es detectado con la ayuda de un reactivo apropiado. Este se caracteriza por el reporte de la distancia recorrida por éste compuesto y la distancia recorrida frente al solvente, este reporte se diseña habitualmente señalando el  $R_f$  (coeficiente de partición). (74, 87)

Los valores de  $R_f$  son previamente determinados con la ayuda de sustancias puras en las mismas condiciones operatorias. Cuando estas son difíciles de mantener constantes, es necesario de confirmar los resultados obtenidos, efectuando una cromatografía sobre la que se hacen correr simultáneamente el producto desconocido y el patrón. Por medio de la cromatografía líquida de alta resolución se ha detectado el pesticida abate en agua de estanques con un límite de detección de 0.05 ppm. (87)

La cromatografía de capa fina se encuentra lejos de alcanzar las sensibilidades obtenidas con la cromatografía en fase gaseosa. Recor

dando todo lo anterior, la T.L.C. requiere como la G.L.C., un estado de extracción-concentración-purificación; las técnicas de aplicación automáticas sobre la capa cromatográfica, permiten mejorar de una manera importante la fiabilidad de la T.L.C. (87, 282)

Sin embargo, su empleo está limitado a aquellos casos donde se encuentra la proporción de pesticidas muy elevada, las cantidades determinadas son del orden de 0.5 a 10 ng. de producto. (282)

La manera más sencilla de determinar un compuesto, consiste en la transformación de éste por medios químicos en un derivado en el que los tiempos de retención en la cromatografía en fase gaseosa, donde el  $R_f$  en cromatografía sobre capa delgada serán diferentes. (254, 282)

Estos son "los medios por los que la confirmación de la identidad de un residuo puede ser examinada con una certeza razonable". Para los compuestos organoclorados se pueden formar dos grupos:

1º grupo: Comprende el D.D.T. y sus derivados, así como el aldrin y el dieldrin.

2º grupo: Comprende el Clordano y sus derivados.

Las pruebas efectuadas para el primer grupo son:

- a) La pérdida de un cloro
- b) La eliminación de ácido clorhídrico
- c) Reacciones de adición
- d) Las epoxidaciones o las modificaciones sobre el grupo epoxi (dieldrin)

TABLA 31. CONDICIONES CROMATOGRÁFICAS PARA EL ANÁLISIS DE RESIDUOS

P E S T I C I D A	TIPO DE MUESTRA	EXTRACCION	PARAMETROS DE
			T I P O
ABATE	AGUA DE ES-TANQUE	CHCl <sub>3</sub>	NP, ZIPAX-BOP
CARBUTILATO, METABO-LITOS	AGUA	ACETATO DE ETILO	AD, PORASIL
CARBARYL	AGUA	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	RP, C <sub>18</sub> CORASIL
MONURON, DIURON, LINURON, CLORBROMURON, CLORTOLURON, MONOLINURON, CLOROXURON, METOBROMURON	AGUA	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	RP, SPHERISORB ODS

## DE PESTICIDAS POR MEDIO DE LA CROMATOGRAFIA LIQUIDA DE ALTA RESOLUCION.

LA COLUMNA			
TAMAÑO DE LA PARTICULA	LONGITUD (cm) x D.I. (mm)	FASE MOBIL	DETECTOR
10	100 x 2.1	HEPTANO	uv, 254 nm
10	30 x 6	3-7% ETANOL (v/v) EN CLORURO DE ETILENO	uv, 254 nm
37-50	61 x 2	CH <sub>3</sub> CN:H <sub>2</sub> O (40:60)	uv, 254 nm
5	30 x 4.6	MeOH:H <sub>2</sub> O (60:40)w/O.6% NH <sub>4</sub> OH	uv, 240 nm

## e) Reducciones (endosulfan)

Para el segundo grupo encontramos las mismas reacciones que las anteriores, además de las acetilaciones e hidroxilaciones. Por ejemplo, para el heptacloro que posee un cloro alílico, que se puede desplazar este último bajo la influencia de cromo divalente y se reemplaza por un hidrógeno o un agrupamiento hidroxilado, a menos que se forme un dímero con dos moléculas. (46, 282)

Estas modificaciones de las estructuras químicas de un compuesto son más o menos complejas, que va de la simple eliminación de cloro a la formación de dobles ligaduras (transformación de D.D.T. en D.D.E.) o en la transformación de isómero trans en cis (clordano). (16, 111)

Por saponificación en caliente se puede transformar el D.D.T. y el DDE en sus derivados etilénicos DDE y DDMV en los que los tiempos de retención son diferentes; los isómeros de el HCH son destruidos. (111)

La presencia de DDE puede ser verificada por su transformación en DBP (diclorobenzofenona) mediante oxidación con  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  y  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .

En fin, la acción del ácido sulfúrico concentrado destruye el dieldrin y el endrin. (4, 111)

En el caso de los organofosforados, los procedimientos de confirmación por los tratamientos químicos son así mismo extensamente practicados. Ellos utilizan todas las reacciones de degradación ya prescritas

(degradaciones fisicoquímicas y biológicas de organofosforados en el medio acuático). (4, 6, 85)

Existe un procedimiento de confirmación: Después de la extracción y análisis por cromatografía en fase gaseosa (G.L.C.), abastecido de un detector de fotometría de flama, los pesticidas organofosforados son hidrolizados en una solución metanol-KOH al 10%. Los fenoles resultantes de la hidrólisis, son después tratados con bromuro de pentafluorobencilo para dar los derivados éter-pentafluorobencilo (PFB). Estos éteres PFB son entonces purificados, después fraccionados sobre una columna de sílica-gel y analizados en G.L.C. con un detector de captura de electrones.

Puntualizando por otra parte que la confirmación por pretratamientos químicos, es raramente utilizada en el marco de una investigación general de pesticidas organofosforados en el agua, pero mucho más en el marco de estudios particulares o bien específicos. Por ejemplo, el estudio de los metabolitos de algunos pesticidas que tienen inicialmente una separación difícil por simple cromatografía. (4, 46, 282)

#### 4. OTROS MEDIOS FISICOS DE IDENTIFICACION.

La espectrofotometría ultravioleta debe de ir acompañada de una cromatografía en fase gaseosa, utilizando un dispositivo especial, sin embargo, se requiere solamente de una investigación efectuada con un prototipo de equipo realizado con esta finalidad, decimos entonces que la sensibilidad límite es a pesar de todo, mil veces inferior a las de un detector específico. (3, 4, 6)



Las mismas observaciones son válidas para la identificación con infra-rojo en la que, a pesar de una técnica de tratamiento muy estudiada, los límites se sitúan a nivel de microgramos, 10 veces menos sensible que un detector de captura de electrones.

Parece que sólo el acoplamiento de un cromatógrafo en fase gaseosa con un espectrómetro de masas, permite una identificación prácticamente absoluta, llegándose con este dispositivo a determinar de 0.05 a - 0.1 ppm. para los organoclorados. Sin embargo, debido a la inversión necesaria para la realización de tal equipo explica su poca difusión. Algunos constructores proponen una versión "abreviada" realizada con un espectrómetro de masas y un calculador incorporado para el tratamiento de los resultados, parece no obstante, que muy pocos ejemplares han sido comercializados. (4, 6, 53)

Ciertos autores citan la utilización de la espectrometría de resonancia magnética nuclear en la identificación de residuos de pesticidas pero no se han encontrado datos precisos en esta área. (167)

Citaremos igualmente un procedimiento biológico destinado a controlar la posible presencia de residuos de pesticidas organofosforados en el agua. (4, 6)

De el examen anticolinesterásico de el agua por un método enzimático se desprende que es una técnica inmunológica fundamentada sobre la creación de anticuerpos en presencia de pesticidas. (4, 6)

La actividad de los pesticidas organofosforados es esencialmente debido a la inhibición de la reacción enzimática de la degradación de la acetilcolina. Para que el impulso nervioso pueda desplazarse a lo largo de la sinapsis (punto de contacto entre dos células nerviosas), es en efecto necesario que en un cierto momento del proceso, la acetilcolina sea degradada en ácido acético. Esta reacción no puede tener lugar mas que en presencia de la enzima "acetilcolinesterasa". (167)

Si esta enzima está ausente o su actividad es inhibida por la presencia, por ejemplo, de pesticidas organofosforados, la degradación de la acetilcolina en ácido acético no se lleva a cabo. La medida de la actividad anticolinesterásica puede de esta manera, realizarse por una simple medida de descenso del pH, directamente sobre el extracto concentrado de organofosforados. (111, 167)

Este método es poco sensible (10 ppb como máximo), lo que se mejora cuando se intercala una etapa de cromatografía sobre capa fina (T.L.C.). Existe un procedimiento de cromatografía sobre capa fina que permite separar y detectar los pesticidas de actividad anticolinesterásica sobre el aluminio G y de la sílica-gel H. La detección de la actividad anticolinesterásica está basada sobre la hidrólisis del acetato de indofenilo por la colinesterasa de cerebro de abeja. La inhibición aparece bajo la forma de puntos blancos sobre un fondo azul. (4, 6, 167)

El menor límite de detección es del nanogramo y los tiempos necesarios de detección son de alrededor de 40 minutos. Las posibilidades ofrecidas por la T.L.C. para la detección de la actividad anticolinesterásica

sica han sido muy estudiadas. (4, 6, 53, 167, 282)

CAPITULO VI

*Miremos más que somos padres  
de nuestro porvenir  
que no hijos de nuestro pasado.*

*Miguel de Unamuno.*

## MONOGRAFIA DE PESTICIDAS ORGANOCLORADOS

I. INSECTICIDAS1.- D.D.T. y derivados.

El D.D.T. o 1,1,1 Tricloro-2,2 bis (para clorofenil)-etano, es un tóxico del sistema nervioso de todos los animales vertebrados e invertebrados. Este es uno de los insecticidas que tiene mayor repercusión en la lucha contra los insectos, en los diferentes campos de aplicación.

Su empleo intensivo, que no siempre está acorde con las precauciones necesarias, no es permitido, en el área agrícola para incrementar la producción, sobre todo en los países del tercer mundo. Sin embargo, su aplicación más o menos acertada ha estado frecuentemente ligada al origen de accidentes, por ejemplo de intoxicaciones en el ámbito alimenticio, o en la ruptura del equilibrio ecológico como consecuencia de su función en la destrucción de la fauna entomológica (las abejas son sensibles al D.D.T.), así como en el área acuática. Además, en ciertos casos elimina los depredadores de insectos nocivos, favoreciendo así la abundancia de éstos últimos.

Es necesario agregar a su pasividad, la facultad característica de fijarse las grasas y tejidos animales, -

debido a su liposolubilidad, lo que repercute en un aumento de su concentración a lo largo de la cadena alimenticia.

a) Metoxicloro.

Este nombre designa al 2-2 bis (para metoxidifenil) 1,1,1 tricloroetano. Es menos utilizado que el D.D.T. del cual se deriva, por remplazamiento de los iones cloro por dos grupos metoxi sobre los ciclos. Tiene sobre el D.D.T. la ventaja de una acción más rápida al momento de la primera fase de intoxicación, lo que se aprovecha en ciertos casos.

Es menos tóxico y menos eficaz que el D.D.T., pero como éste se fija en los tejidos grasos. Es poco utilizado en la agricultura contra los insectos, es muypreciado en la lucha contra ciertos parásitos del ganado.

Existen muchos otros derivados del D.D.T., pero ofrecen poco interés práctico. A continuación citaremos algunos otros:

b) Pertano ó 1,1 bis (para etil fenil)-2,2 dicloroetano.

c) D.D.D.

Denominado diclorodifenildicloroetano que, aunque es un producto sintético, puede ser encontrado en la natura

leza como residuo del D.D.T. en el momento en que éste -- pierde su cloro hidrolizable, o en los tejidos animales -- (metabolitos).

d) D.D.E. ó diclorodifenildicloroetileno, es un derivado - sintético del D.D.D.

## 2.- H.C.H. y compuestos relacionados.

El H.C.H. ó hexaclorociclohexano, representa la -- unión de 16 isómeros estereoquímicos de los que solamente se han estudiado cinco.

Es junto con el D.D.T., uno de los insecticidas - más importantes de los que actualmente se conocen, fué uti- lizado hasta 1970 en casi todas las áreas contra los pará- sitos de cultivos, contra los vectores de enfermedades y - los ectoparásitos del ganado, obteniéndose resultados muy satisfactorios.

Es un insecticida muy activo que puede actuar tan- to por contacto, por ingestión o por inhalación; sin embar- go, debido a su olor, que puede transmitirse a ciertas le- gumbres o frutas, así como a la carne de los animales co- mestibles, se ha limitado su uso en la agricultura.

a) Lindano

El lindano es el isómero gama del H.C.H. con un 99% de pureza, es mucho más activo que los otros isómeros; es 10 000 veces más activo que los isómeros  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\delta$  y mil veces más que el isómero  $\gamma$ , tiene olor menos desagradable que el H.C.H. lo que le confiere un campo de acción mayor; se emplea particularmente como insecticida selectivo, para el tratamiento de los suelos, en la lucha contra los insectos fitófagos y los ectoparásitos del ganado.

Entre los otros derivados del H.C.H., se pueden citar un derivado sulfurado el SPC y otro sería el carbonatado el TTC; estos compuestos no presentan ventajas para superar el H.C.H., por lo que han sido poco comercializados dando como resultado el desuso de los mismos.

3.- Clordano y compuestos relacionados.

Pertenece al tercer gran grupo de insecticidas clorados. Estos compuestos son obtenidos a partir de un ciclopentadieno por reacción de Diels-Alder. El clordano está constituido esencialmente (del 60-75%) por dos isómeros  $\alpha$  y  $\beta$  del compuesto 1,2,4,5,6,7,8,8a-octacloro-4,7 metano-3a, 4,7,7a-tetrahidroindano.

Forma parte de los insecticidas de acción inicial lenta que actúan sobre el sistema nervioso por contacto e



ingestión. Se utiliza principalmente contra las hormigas, las cucarachas, los ectoparásitos, etc. Se incorpora al suelo, para combatir las larvas subterráneas de los insectos, su estabilidad química en medio neutro le asegura una acción de larga duración.

a) Heptacloro

El heptacloro ó 1,4,5,6,7,8,8a heptacloro-3a,4,7,7a-tetrahidro-4,7 metanoindano, es en realidad una mezcla de diversos compuestos clorados de los que alrededor del 70% son heptacloro.

Es un insecticida activo por ingestión y contacto, empleado contra los insectos del suelo: eláteros, larvas de mosca, hormigas, etc. La toxicidad para los animales de sangre caliente es superior a la del clordano.

b) Aldrin ( HHDN )

Aldrin es el nombre simplificado del compuesto formado de 95% de 1,2,3,4,10,10 hexacloro-1,4,4a,5,8,8a-hexahidro-1,4,5,8 endo-exodimetanoñaftaleno ó HHDN en forma abreviada.

Es más volátil que el clordano, pero es más persistente que el lindano, es un producto estable en presencia de los alcalis y de los ácidos, así como a la luz solar. -

Su actividad se ejerce por contacto, ingestión e inhalación; se le emplea para el tratamiento de los suelos y en la lucha contra las langostas. La toxicidad es muy elevada para animales de sangre caliente.

c) Dieldrin ( HEOD )

Es el 1,2,3,4,10 hexacloro-6,7-epoxi-1,4,4a,5,6,7,8,8a octahidro-1,4 endo,exo-5,8 dimetanonaftaleno, también conocido como HEOD.

El dieldrin es un derivado del aldrin del que difiere por la presencia de un ciclo epóxido, y designa una mezcla al 85% de HEOD, en el que la actividad se ejerce por contacto y por ingestión; su acción es más lenta que la del lindano, su efecto residual lo hace el insecticida cuya actividad es la más permanente. Como los otros organoclorados, es un compuesto tóxico para los animales de sangre caliente.

d) Endrin

Es un estereoisómero del dieldrin, por lo que sus propiedades son semejantes a éste, posee una acción específica sobre las larvas de lepidópteros.

e) Telodrin

También es un derivado obtenido a partir del ciclo pentadieno, pero su gran toxicidad sobre los animales de sangre caliente ha limitado su utilización.

4.- Derivados clorados de la esencia de terbentina.a) Toxafeno

De fórmula condensada  $C_{10}H_{10}Cl_8$ , el toxafeno es obtenido por cloración del camfeno.

Su acción insecticida es equivalente a la de los productos precedentes, pero éste se puede transportar a través de la piel, lo que provoca que sea un producto peligroso de manipular, además de que se acumula en el cuerpo.

b) Estroban

Se obtiene por cloración de un terpeno, pero su composición química no está bien definida. Como el toxafeno, es un producto de acción lenta que actúa por ingestión, contacto e inhalación. Se utiliza para el tratamiento de los insectos en las habitaciones; se le puede encontrar en algunos botes de aerosoles.

## II. HERBICIDAS

### 1.- Derivados clorados de la urea.

#### a) Monurón

Es el 3 (para-clorofenil)-1,1' dimetilurea; herbicida total a partir de 30 kg. por hectárea, se puede, por los artificios de aplicación utilizar como herbicida selectivo. Se emplea también en mezclas con borato de sodio, bajo el nombre de vacato o con el ácido tricloroacético con el nombre de ureb.

#### b) Diurón

Este nombre corresponde al 3-(3,4 diclorofenil)-1,1'-dimetilurea. Parecido al monurón, este compuesto es menos soluble en el agua y más estable, por ello posee un efecto residual netamente más elevado que lo hace aplicable en los países de alta pluviosidad.

#### c) Neburón

Derivado del diurón por remplazamiento de un grupo metil de la urea por un butil, siendo el 1-n-butil-3-(3,4 diclorofenil)-1-metilurea. Es muy poco soluble en agua, se recomienda para usos muy precisos (leguminosas, forrajes, pepinos, fresas, etc.).

d) Monolinurón

Es el 1-(para clorofenil)-1-metoxi-3-metil-3-urea. Su acción se ejerce utilizando como intermediaria a la savia de la planta, la que sirve como vehículo, su acción es del orden de algunos meses.

e) Linurón

Corresponde al monolinurón diclorado. Es absorbido por las raíces y las partes aéreas de las plantas de pre y post-emergencia (cultivo de zanahorias).

Dentro de esta clasificación, también quedan incluidos el Buturón y el Cloroxuron, compuestos de importancia sin igual y de utilización menos usual.

## 2.- Derivados clorados de los ácidos benzóico y fenilacético.

Debido a la importancia práctica tan pequeña de estos derivados, con relación a los compuestos fenoxiacéticos, nos limitaremos a los productos esenciales.

a) Dicamba

Este nombre designa al ácido 2-metoxi-3, 6-dicloro benzóico. Debido a su baja selectividad, no puede ser empleado solo, por lo que en la práctica se utiliza mezcla-

do con los fenoxiacéticos.

b) Fenac

Es el ácido 2-3-6 triclorofenoxiacético; sus características son parecidas a las auxinas sintéticas, lo que lo hace ser un herbicida importante, sin embargo, debido a su débil selectividad es un obstáculo para su gran difusión.

3.- Derivados clorados de los fenoxiácidos.

En razón del número importante de compuestos que representan éste grupo, consideraremos únicamente aquellos - que tienen una mayor difusión.

a) 2-4-D

Conocido también como ácido dicloro-2,4 fenoxiacético, éste compuesto perturba el funcionamiento de las bases generatrices de ciertas plantas. Se utiliza como herbicida selectivo de cereales, de la caña de azúcar, de los prados, etc.

b) M.C.P.A.

Producto de gran difusión, corresponde al ácido metil-2, cloro-4 fenoxiacético; en la práctica se utiliza un

producto, que es la combinación de dos isómeros, el 2-4 y el 2-6 M.C.P.A. Su acción es más selectiva que las del 2-4-D. Se emplea como herbicida de las variedades de cereales sensibles al 2-4-D.

c) 2-4-5-T

Derivado triclorado del ácido fenoxiacético, ó ácido tricloro-2,4,5 fenoxiacético. Posee una débil selectividad, está dotado en comparación con los compuestos precedentes de una eficacia superior contra las especies leñosas. Se utiliza algunas veces combinado con el 2-4-D.

d) M.C.P.P.

Es el ácido 2-(2-metil-4-clorofenoxi)-propiónico, se caracteriza entre los derivados propiónicos por poseer una selectividad fitotóxica, se le utiliza mezclado con el M.C.P.A. y el 2-4-D.

e) M.C.P.B.

Acido 4-(2-metil-4-clorofenoxi)-butírico. Último derivado importante del grupo de los fenoxiacéticos, esta relevancia se debe a su alta especificidad.

Bajo su forma inicial, tiene un efecto débil o inexistente sobre los vegetales. Su acción selectiva, puede ser atribuida al hecho de que sólo las plantas que

contienen una enzima susceptible de transformar éstas substancias en M.C.P.A., son sensibles al M.C.P.B.

### III. PRODUCTOS DIVERSOS

#### a) Simazina (clase de las Triazinas)

2-cloro-4-6-bis-(etilamino)-5-triazina. Como las otras triazinas, se propaga por absorción radicular de los vegetales, donde su acción sobre el oxígeno entraña el bloqueo de la función fotosintética. Es poco soluble en agua, posee una selectividad marcada para el maíz; se le emplea así mismo como herbicida de viñedos y huertos.

#### b) Pirazona (clase de los Urácidos)

1-fenil-4-amino-5 cloropiridazona. Es un herbicida absorbido por las gémulas, las raíces y las hojas; su selectividad para las remolachas es excepcional.

#### c) Diclobenil (clase de los Nitrilos)

2-6-diclorobenzonitrilo. Este compuesto es poco selectivo, por lo que únicamente se utiliza como medio de cultivo en el tratamiento de la siembra y en la pre-emergencia.



d) Tordon (clase de las Picolinás)

Acido 4-amino-3-5-6 tricloropicolínico. Su modo de acción es comparable al de las auxinas sintéticas. Ciertas especies de leguminosas son muy sensibles a este producto, los cereales al contrario, toleran excelentemente las aplicaciones de pre y post-emergencia. Se le utiliza asociado con el 2-4-D y el M.C.P.A. (9, 13, 36, 52, 72, 146, 202, 226, - 252, 273, 289, 291, 297).

## MONOGRAFIA DE PESTICIDAS ORGANOFOSFORADOS

Los pesticidas organofosforados son en su mayoría - insecticidas, no obstante, también dentro de éste grupo encontramos: acaricidas, nematocidas, rodenticidas, quimioesterilizantes (lucha contra la proliferación de los insectos por esterilización).

También se utilizan como fungicidas, herbicidas y - reguladores del crecimiento de las plantas.

I. INSECTICIDAS Y ACARICIDAS

En lo concerniente a los insecticidas y acaricidas, su acción se realiza esencialmente por contacto, pero también actúan en las vías digestivas y respiratorias.

Los productos tales como el TEPP (tetraetilpirofosfato) tienen una acción residual muy corta, en tanto otros como el Azinfos posee una acción prolongada.

El ámbito de aplicación del Paration es muy amplio mientras que el Schradan tiene una actividad muy específica.

1) Diclorvos (DDVP, Vapona)

Es el 2,2-diclorovinil dimetil fosfato. Fué utili-

zado por primera vez en 1955, es un líquido incoloro, con temperatura de ebullición de  $74^{\circ}\text{C}$ , a una presión de 1 mm. de Hg. Con una solubilidad de 10 g/1 en el agua, su duración de vida media en el agua a un pH de 7.0 es de alrededor de ocho horas.

El diclorvos es un insecticida de contacto, así como vías digestivas y respiratorias. Actúa rápidamente sobre las moscas, mosquitos, polillas, etc. Su actividad residual es baja y su  $\text{LD}_{50}$  para la rata es de 80 mg/kg.

## 2) Naled (Dibrom)

Es el 1,2-dibromo-2,2-dicloroetil dimetil fosfato. Este es obtenido por bromación del diclorvos; el naled fué utilizado por primera vez en 1956. Funde a  $26^{\circ}\text{C}$  y ebulle a  $110^{\circ}\text{C}$  a una presión de 0.5 mm. de Hg. Es insoluble en el agua y se hidroliza completamente en dos días a la temperatura ambiente. La toxicidad para los mamíferos es relativamente baja, su  $\text{LD}_{50}$  es de 430 mg/kg. para la rata.

## 3) Clorfenvinfós (Birlane, Supona)

Es el 2-cloro-1-(2,4-diclorofenil) venil dietil fosfato. Empleado por primera vez en 1961; es un líquido amarino, con punto de ebullición de  $169^{\circ}\text{C}$  a 0.5 mm. de Hg., cuya solubilidad en el agua es de 145 mg/1, es relativamente estable a la hidrólisis. Posee una toxicidad parti-

cularmente elevada para la rata ( $LD_{50}$  de 10 a 40 mg/kg.), pero un poco menor para los otros mamíferos.

#### 4) Tetraclorvinfós (Gardona, Rabon)

2-cloro-1-(2',4',5'-triclorofenil) vinil dimetil fosfato. Es un insecticida específico contra los lepidópteros, dípteros y coleópteros, utilizado por primera vez en 1966. Es un sólido blanco que funde a  $98^{\circ}C$ . Su solubilidad en el agua es de 11 mg/l y su vida media es de 54 días a un pH de 3 y de 33 días a un pH de 10.5. La toxicidad para los mamíferos es muy baja ( $LD_{50}$  = 49 q/kg. para la rata).

#### 5) Paratión (Folidol, Tiofos)

Dietyl p-nitrofenil fosforotionato. El paratión fué sintetizado por Schrader en 1944. Junto con su homólogo metilado (metil-paratión), ha sido el pesticida organofosforado utilizado en mayor escala. Actualmente, su empleo tiende a ser prohibido debido a su alta toxicidad para los mamíferos ( $LD_{50}$  = 7 mg/kg para la rata).

El paratión puro es un líquido amarillo pálido, que bulle a  $113^{\circ}C$  a 0.05 mm. de Hg. Su solubilidad en el agua es de 24 mg/l, es relativamente estable en el medio neutro ó ácido, pero es rápidamente hidrolizado en el medio ambiente. Es un pesticida muy persistente, sin embargo, esto depende de las condiciones fisicoquímicas en las que se loca-

lice. El paratión es un insecticida poderoso que posee un amplio espectro de acción, uno de los productos del metabolismo del paratión, el Paraoxón (reemplazando el átomo de azufre por un átomo de oxígeno) tiene una actividad anticolinesterásica muy desarrollada y su toxicidad para los mamíferos ( $LD_{50} = 2.5$  mg/kg para la rata) es tal, que prácticamente no puede ser empleado como insecticida. Sin embargo, parece ser que en el metabolismo del paratión, la cantidad de oxon formada es baja, comparativamente a los otros productos de degradación formados.

#### 6) Clortión

1-cloro-4-nitrofenil dimetil fosforotionato. Comercializado en 1952, es un insecticida de contacto con una débil toxicidad para los mamíferos ( $LD_{50} = 880$  mg/kg para la rata). En forma pura, se presenta bajo la forma de un polvo cristalino que funde a  $21^{\circ}C$ . Su solubilidad en el agua es de 40 mg/l. Su duración de vida media en solución acuosa a un pH comprendido entre 1 y 5 es de 138 días.

#### 7) Fenitrotión (Sumition, Folition, Metation)

Dimetil 3-metil-4-nitrofenil fosforotionato. Preparado por primera vez en Checoslovaquia en 1957, es un líquido con punto de ebullición de  $95^{\circ}C$  a 0.01 mm. de Hg. Su solubilidad en el agua es de 30 mm/l, es más estable que el metil-paratión.

Es un producto que presenta una alta actividad insecticida y poca toxicidad para los mamíferos.

8) Bromofos (Nexion, Brofeno)

4-bromo-2,5-diclorofenil dimetil fosforotionato. Utilizado por primera vez en 1961. Es un sólido incoloro que funde a 54°C, su solubilidad en el agua es de 40 mg/l. Es estable a pH superiores de 9. El bromofos es un insecticida y acaricida persistente, generalmente utilizado sobre las frutas y legumbres, particularmente activo contra los dípteros. La toxicidad para los mamíferos es muy baja (LD<sub>50</sub> de 3.7 a 6.1 g/kg para la rata).

9) Fention (Baytex, Lebaycid)

Dimetil 3-metil-4-metiltiofenil-fosforotionato. Elaborado en 1958, el fention puro es un líquido incoloro, que ebulle a 87°C a 0.01 mm. de Hg., su solubilidad en el agua es de 54 mg/l. El fention es más estable que el paratión ó el metil paratión, no importando el pH del medio. Es un insecticida altamente persistente, eficaz contra las moscas y mosquitos. Su LD<sub>50</sub> es de 215 mg/kg para la rata.

10) Abate (Biotion)

0,0,0',0'-tetrametil 0,0'-tiodi-p-fenileno fosforotionato. Fué utilizado por primera vez en 1965 contra las larvas de mosquitos. Su actividad larvicida es superior a

la del paratión. Es un sólido blanco, que funde a 30°C, es insoluble en agua. La toxicidad para los mamíferos es muy baja (LD<sub>50</sub> es de 2000 a 4000 mg/kg para la rata).

#### 11) Cloropirifos (Dursban)

Dietyl 3,5,6-tricloro-2-piridil fosforotionato. Descubierta en 1965, es un sólido blanco, que funde a 43°C, in soluble y estable en el agua.

El cloropirifos es un insecticida moderadamente persistente, eficaz contra las larvas de moscas y mosquitos. - Su LD<sub>50</sub> es de 163 mg/kg para la rata. Los homólogos metilados de éste compuesto (DOWCO 214) son menos tóxicos para - los mamíferos y más eficaces contra los mosquitos adultos, pero menos eficientes que el cloropirifos contra las larvas.

#### 12) Diazinon (Basudin, Srolex)

Dietyl 2-isopropil-6-metil-4-pirimidinil fosforotionato. Descubierta en 1952, es un líquido incoloro, que ebu lle a 89°C a una presión de 0.01 mm de Hg. Su solubilidad es de 40 mg/l en el agua a 20°C. Es relativamente inestable en el agua, el diazinon es un insecticida de acción residual bastante larga y muy eficaz para el control de los - insectos del suelo, de frutas, legumbres y de arrozales.

Su toxicidad es muy baja. Según las tasas de impure

zas; su  $LD_{50}$  puede variar de 108 a 250 mg/kg para la rata.

### 13) Melation (Cition, Karbofos)

S-/1,2-di(etoxicarbonil)etil/dimetil fosforotiolotio nato. Descubierta en 1950, ha sido el primer insecticida - organofosforado de toxicidad altamente selectiva. Es un líquido amarillo, que ebulle a  $120^{\circ}C$  a 0.2 mm. de Hg. Su solubilidad es de 145 mg/l a  $20^{\circ}C$  y es rápidamente hidrolizado a pH superiores de 7.0 o inferiores de 5.0.

Debido a su baja toxicidad para los mamíferos ( $LD_{50}$  de 1375 mg/kg para la rata) y de su gran potencial insecticida, se utiliza ampliamente contra los mosquitos (anófeles). Sin embargo, las impurezas del producto técnico pueden aumentar su toxicidad con respecto a los mamíferos.

La gran selectividad del melation ha sido atribuida a la presencia en su fórmula de grupos ester. Así como - otros numerosos insecticidas organofosforados tienen una actividad selectiva, y poseen un grupo ester, que han sido desarrollados como es el caso del Fentoato o del Acetión.

### 14) Fentoato

Dimetil S-/ -etoxicarbonil)encil/fosforotiolotio nato.  $LD_{50}$  para la rata de 4700 mg/kg.



15) Acetión

Dietil S-(etoxicarbonilmetil) fosforotiolotionato. -  
Su LD<sub>50</sub> para la rata es de 1100 mg/kg.

16) Carbofenotión (Trition)

S-(P-clorofeniltiometil) dietil fosforotiolotionato.  
Introducido en 1955, es un líquido ligeramente ambarino, -  
que ebulle a 82°C a 0.01 mm. de Hg.

Es un insecticida y acaricida de acción residual pro  
longada, se utiliza particularmente contra las polillas. La  
toxicidad para los mamíferos es relativamente elevada (LD<sub>50</sub>  
de 32 mg/kg para la rata).

17) Etion (Nialato)

Tetraetil S,S'-metilen bis (fosforotiolotionato). -  
Utilizado por primera vez en 1956, es un líquido amarillo,  
que ebulle a 164°C a 0.3 mm. de Hg., prácticamente es inso-  
luble en el agua. Se ha utilizado contra los pulgones, po-  
lillas. Su LD<sub>50</sub> para la rata es de 208 mg/kg.

18) Foselón (Zolon)

S-(6-clorobenzoxazolona-3-ilmetil) dietil fosforotio-  
lotionato. Descubierta en 1961 y comercializada en 1964, -  
es un sólido cristalino incoloro que funde a 47°C. Es rápi-  
damente hidrolizado en medio alcalino.

Es un insecticida y acaricida de amplio espectro y con una actividad tóxica utilizada básicamente contra las larvas de lepidópteros (orugas), polillas y pulgones. Su  $LD_{50}$  para la rata es de 120 mg/kg.

19) Azinfos metílico o etílico (Gution o Etil gution)

Dimetil o dietil S-(4-oxobenzotriazino-3-metil) fosforotiolotionato. El azinfos metílico es un sólido cristalino blanco, que funde a  $73^{\circ}C$  y con una solubilidad en el agua de 29 mg/l a  $25^{\circ}C$ .

El azinfos metílico es un sólido incoloro, que se presenta bajo la forma de agujas que funden a  $53^{\circ}C$ . Son los dos insecticidas y acaricidas que presentan la más alta toxicidad para los mamíferos ( $LD_{50}$  para la rata de 15 y 17.5 mg/kg respectivamente).

20) TEPP (Tetron, Bladon)

Tetraetil pirofosfato. Es el primer insecticida organofosforado que se comercializó (1943). El TEPP es un líquido incoloro, inodoro e higroscópico, que ebulle a  $124^{\circ}C$  a 1 mm. de Hg. Es soluble en el agua y se descompone rápidamente (no encontrándose después de 48 hs. de su aplicación).

El TEPP es un insecticida y acaricida de contacto, -

particularmente eficaz contra los pulgones y las termitas, pero su toxicidad para los mamíferos es muy elevada ( $LD_{50}$  para la rata es de 2 mg/kg) por lo que prácticamente no se utiliza actualmente.

#### 21) Propiltioprofosfato (NPD)

O,O,O,O-tetra-n-propil ditioprofosfato. Sintetizado en 1950 por Schrader, se utilizó por primera vez como insecticida en 1963. Es un líquido ambarino que ebulle a  $104^{\circ}C$  a 0.1 mm. de Hg. Prácticamente insoluble en el agua, es poco sensible a la hidrólisis. Actúa por contacto o por las vías respiratorias. Muy eficaz contra los pulgones y contra las chinches; la toxicidad para los mamíferos es baja ( $LD_{50}$  para la rata de 900 a 1700 mg/kg.).

#### 22) Triclorfon (Clorofos, Dipterex)

Dimetil 1-hidroxi-2,2,2-tricloroetil-fosfonato. Preparado por primera vez en 1952, es un polvo cristalino blanco, que funde a  $83^{\circ}C$  y ebulle a  $100^{\circ}C$  a 0.1 mm. de Hg. Muy soluble en el agua (15.4 g/l), se hidroliza fácilmente en medio alcalino.

Posee una alta actividad insecticida, particularmente eficaz contra los dípteros. La toxicidad para los mamíferos es relativamente baja ( $LD_{50}$  de 630 mg/kg para la rata).

23) Fonofos (Difonato)

Etil S-fenil etilfosfonotiolotionato. Introducido - en 1967, es un líquido amarillo que posee el olor caracte-- rístico de los mercaptanos. Ebulle a 130°C a 0.1 mm. de Hg.

Prácticamente es insoluble en el agua (13 mg/l) es - poco sensible a la hidrólisis, por lo que es bastante per-- sistente, debido a ello se utiliza contra los insectos del suelo. Además, la toxicidad para los mamíferos es muy ele-- vada (LD<sub>50</sub> para la rata de 16.5 mg/kg).

24) Dimetoato (Rogor, Cigon)

Dimetil S-(N-metilcarbamilmetil) fosforotiolotiona to. Contrariamente a los productos precedentes, el dimetoa to y los productos enunciados a continuación, no son insec- tidas de contacto, en los cuales la acción es indirecta y se lleva a cabo por medio de las plantas como intermedia- - rias; sino que éstos insecticidas son absorbidos por la - - planta que los "almacena" durante un cierto tiempo en los - - cuales su tejido es tóxico (insecticidas sistémicos de las plantas).

El dimetoato es una sustancia cristalina, incolora, que funde a 92°C, su solubilidad en el agua es de 30 a 40 g/l y su LD<sub>50</sub> para la rata tiene un valor de 150 a 600 mg/ kg. Es relativamente inestable, se descompone para formar

productos de degradación más tóxicos que los productos iniciales.

25) Fosfamidon (Dimecron)

1-cloro-1-N,N-dietilcarbamil-1-propen-2-il dimetil fosfato. El fosfamidon técnico es una mezcla del 73% de isómero cis y del 27% del isómero trans. Es un líquido que bulle a 150°C a 1 mm. de Hg. Soluble en el agua, es particularmente eficaz contra los insectos "chupadores". Su LD<sub>50</sub> para la rata es de 15 a 27 mg/kg.

26) Dicrotofos (Bidrin)

3-(dimetoxifosfiniloxi)-N,N-dimetil-cis-crotonamida. Utilizado por primera vez en 1963, es un líquido amarillo virando a café, que ebulle a 90°C a 10<sup>-3</sup> mm. de Hg. Es miscible en el agua y su vida media a 37°C es de 50 días, a un pH de 9.0 y de 100 días a un pH de 1.0.

El dicrotofos es un insecticida moderadamente persistente, muy eficaz contra pulgones, polillas, chinches y los ácaros. El LD<sub>50</sub> para la rata es de 22 mg/kg.

27) Mevinfos (Fosdrin)

Dimetil 1-metoxicarbonil-1-propen-2-il fosfato. Introducido en 1953, es un líquido amarillo que ebulle a

106°C a 1 mm. de Hg., es muy soluble en el agua. El producto técnico, está formado por una mezcla de un 60% de isómero cis y un 40% del trans. Es poco persistente (degradación al 90% en 4 días en las plantas). A pesar de la presencia de un grupo ester, el mevinfos es muy tóxico para los mamíferos (LD<sub>50</sub> para la rata de 4 a 7 mg/kg.).

### 28) Demeton (Sistox)

O,O,-dietil 2-etiltioetil fosforotionato. Introducido en 1951, el producto técnico es una mezcla de 70% de demeton O (isómero tiono) y 30% de demeton S (isómero tiolo).

El demeton O es un aceite incoloro, que ebulle a 106°C bajo 0.4 mm. de Hg. Su solubilidad en el agua es de 60 mg/l, con una LD<sub>50</sub> para la rata de 30 mg/kg.

El demeton S es un líquido incoloro, que ebulle a 100°C a 0.25 mm. de Hg., su solubilidad en el agua es de 2 g/l a 20°C, con una LD<sub>50</sub> para la rata de 1.5 mg/kg.

El demeton es eficaz durante 4 ó 6 semanas después de su aplicación.

### 29) Demeton metílico (Metasistox)

O,O-dimetil 2-etiltioetil fosforotionato. Como el demeton, el producto técnico es una mezcla del 70% del isó-

mero tiono y 30% del tiolo. Fué comercializado en 1954.

El demeton O metílico es un líquido, que ebulle a  $-70^{\circ}\text{C}$  a 0.2 mm. de Hg., con una solubilidad en el agua de -- 330 mg/l.

El demeton S metílico ebulle a  $92^{\circ}\text{C}$ . a 0.2 mm. de Hg. con una solubilidad en el agua de 3300 mg/l.

Las  $\text{LD}_{50}$  para la rata del demeton O metílico y el demeton S metílico, son respectivamente de 180 y 40 mg/kg.

### 30) Forato (Timet)

Dietyl S-(etiltiometil) fosforotiolotionato. Utilizado por vez primera en 1954, es un líquido que ebulle a  $-100^{\circ}\text{C}$  a 0.4 mm. de Hg. Posee una alta toxicidad para los mamíferos ( $\text{LD}_{50}$  para la rata de 2 a 4 mg/kg.).

El forato es relativamente inestable, su vida media es de 2 hs. a un pH de 8 y  $70^{\circ}\text{C}$ . Sin embargo, protege a -- las plantas durante largo tiempo, ya que su metabolito "sul fóxido" posee una gran persistencia.

### 31) Menazon (Safizon).

S-(4,6-diamino-1,3,5-triazin-2-il metil) dimetil fosforotiolotionato. Como el dimetoato, el menazon forma par-

te de la familia de "Insecticidas sistémicos de las plantas" actúa por intermedio de las plantas. Se utilizó por primera vez en 1959, posee una débil toxicidad para los mamíferos - ( $LD_{50}$  para la rata de 900 a 1950 mg/kg.).

Es un sólido cristalino incoloro, con un típico olor de mercaptano, funde a  $160^{\circ}C$ , con una solubilidad en el agua de 1 g/l. Es un insecticida selectivo, particularmente eficaz contra los pulgones.

### 32) Endotion (Exotion)

Dimetil S-(5-metoxi-4-oxo-4H-piran-2-il-metil) fosforotiolotionato. Introducido en 1957 como insecticida y acaricida de acción directa, es un polvo cristalino blanco, funde a  $90^{\circ}C$ , es muy soluble en agua (1500 g/l.). Su  $LD_{50}$  para la rata es de 30 a 50 mg/kg.

### 33) Cumafos (Co-Ral)

3-cloro-4-metilcumarin-7-il dietil fosforotionato. - Sintetizado por Schraden en 1951, es un polvo cristalino incoloro, que funde a  $95^{\circ}C$ , es insoluble en agua (1.5 mg/l.).

Es un insecticida de acción directa, se utiliza contra los parásitos de animales domésticos, es muy eficaz en la destrucción de moscas y mosquitos, su  $LD_{50}$  para la rata es de 90 a 110 mg/kg.



### 34) Ronnel (Fenclofos)

Dimetil 2,4,5-triclorofenil fosforotionato. Introducido en 1954, es el primer insecticida sistémico para los animales. Actúa de manera indirecta y es utilizado para la eliminación de parásitos externos de los animales por tratamiento oral.

Es un polvo cristalino blanco que funde a  $41^{\circ}\text{C}$  y ebulle a  $97^{\circ}\text{C}$  a 0.01 mm. de Hg., con una solubilidad en el agua de 44 mg/l y toxicidad para los mamíferos muy baja ( $\text{LD}_{50}$  de 1250 a 1750 mg/kg. para la rata).

## II. NEMATICIDAS

### 1) Diclofention (Nemacida)

2,4-diclorofenil dietil fosforotionato. Utilizado por primera vez en 1956, es un líquido incoloro, que ebulle a  $108^{\circ}\text{C}$  a 0.01 mm. de Hg. Con una solubilidad en el agua de 245 mg/l, es relativamente estable a la hidrolisis y al calor.

No posee una acción indirecta, por lo que no es eficaz contra las lombrices que hayan penetrado en el interior de las plantas o de las raíces. Su toxicidad para los mamíferos es baja ( $\text{LD}_{50}$  para la rata es de 270 mg/kg.).

## 2) Fensulfotión (Terracur P)

Dietil p-metilsulfinilfenil fosforotiónato. Elaborado en 1957 por Schrader y comercializado en 1965, el fensulfotión es un líquido que ebulle a  $140^{\circ}\text{C}$  a 0.01 mm. de Hg., su solubilidad es de 1600 mg/l.

Es eficaz contra las lombrices e insectos del suelo, posee una acción residual relativamente larga. Actúa de dos maneras, por acción indirecta (sistémico) y por contacto. Su toxicidad es muy elevada para los mamíferos ( $\text{LD}_{50}$  para la rata de 4 a 10 mg/kg).

## 3) Tionazin (Zinofos)

Dietil 2-pirazinil fosforotiónato. Utilizado por primera vez en 1966, es un líquido incoloro, cuya solubilidad en el agua es de 1.14 g/l. El tionazin persiste en el suelo alrededor de 4 semanas y protege las plantas contra lombrices por absorción en las raíces, lo que le confiere una actividad nematicida sistémica. Posee una gran toxicidad para los mamíferos ( $\text{LD}_{50}$  para la rata de 12 mg/kg.).

## III. FUNGICIDAS

Antes de 1940, los fungicidas eran exclusivamente de origen mineral (sales de cobre o polisulfuros metálicos). Después aparecieron los organomercuriales y los compuestos orgánicos.

nicos arsenicales. Los problemas de contaminación ocasionados por los organomercuriales, orillaron a los investigadores a sintetizar nuevos fungicidas menos peligrosos, encontrándose así, el primer fungicida organofosforado (el Kitazin) aparecido en 1963.

#### 1) Kitazin P

S-bencil diisopropil-fosforotiolato. El homólogo -- etílico del kitazin, introducido en 1965 fué remplazado en 1967 por el kitazin P para la comercialización.

El kitazin es un líquido que ebulle de 120 a 130°C - bajo una presión de 0.1 a 0.5 mm. de Hg. y su LD<sub>50</sub> para la rata es de 238 mg/kg.

El kitazin P es un líquido que ebulle a 126°C a 0.04 mm. de Hg., ligeramente soluble en el agua (1 g/l a 18°C), su LD<sub>50</sub> para la rata es de 660 mg/kg.

Estos dos compuestos son solubles en solución acuosa neutra (con una vida media de 80 días a 27°C), pero se descomponen rápidamente por los rayos ultravioleta. Inhiben más fuertemente el crecimiento del micelio y la formación de esporas, que la germinación de las mismas. Son curativos más que profilácticos. Su modo de acción parece ser - debida a la inhibición de la formación de quitina.

El kitazín P tiene propiedades sistémicas; se absorbe en las raíces de las plantas de arroz y transfiere por todo el follaje, protegiendo de esta manera el arroz de enfermedades.

## 2) Fosbutilo

Etil S-fenil N-butilfosforamidotiolotionato. Es un líquido que ebulle a 150°C a 0.3 mm. de Hg., es poco soluble en el agua y débilmente tóxico para los mamíferos - - (LD<sub>50</sub> para la rata de 300 mg/kg.).

No es eficaz contra la germinación de esporas, pero sí lo es contra las células de micelio. Es rápidamente absorbido por las plantas, posee una buena actividad curativa para diversas variedades infectadas por hongos patógenos.

## IV. HERBICIDAS Y REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS

La utilización de compuestos organofosforados como herbicidas, es relativamente reciente, y su acción no es aún bien comprendida; recientemente se ha descubierto y aislado una enzima de las plantas similar a la acetilcolinesterasa, - por lo que se tiende a explicar la acción herbicida muy similarmente a la acción insecticida. A continuación enunciaremos dos herbicidas, a manera de ejemplo.

1) DEF (Butifos)

S,S,S-Tributil fosforotritiolato. Utilizado por primera vez como defoliador en 1954, el DEF es un líquido amarillo pálido, que ebulle a 150°C a 0.3 mm. de Hg., es insoluble en agua, con una LD<sub>50</sub> para la rata de 325 mg/kg. Se utiliza como defoliador para el algodón.

Inhíbe la carboxiesterasa, el DEF actúa como un sinérgico del melation. Se sabe también que inhibe la glutación dependiendo de la destilación de diazinon, por una enzima de la mosca. El DEF tiene una neurotoxicidad diferida.

2) GLIFOSATO

N-(Fosfometil)glicina. Comercializado en 1971, es un sólido que funde y se descompone a 230°C, con una solubilidad en el agua de 4320 mg/kg.

Es un herbicida de postemergencia de amplio espectro de actividad, eficaz contra la vegetación caduca o persistente. Se supone que interfiere en la biosíntesis de la fenilalanina de las plantas. (9, 13, 36, 52, 72, 80, 92, 146, 202, 226, 252, 273, 289, 291, 297.)

## CONCLUSIONES

*Que cada cosa siga su  
curso natural, no le  
busquemos los extremos.*

*Lao Tse.*

El gran incremento en la demanda de satisfactores para la creciente población mundial ha orillado a la investigación de métodos que redunden en un mayor abatimiento de las plagas que atacan los cultivos desde época inmemorial.

Entre los métodos que se han adoptado para la erradicación y/o control de plagas tenemos: repelentes, hormonas, inhibidores del crecimiento, feromonas, quimioesterilizantes, compuestos antialimentarios y los pesticidas; siendo estos últimos productos los que se emplean en mayor grado actualmente.

El empleo de los pesticidas como el de todos los tóxicos en general entraña riesgos, ya que su poder de acción no puede limitarse únicamente al tipo de plaga que se desea combatir, por lo que interactúan los compuestos antes mencionados con el ecosistema, alterándolo parcialmente y algunas veces causando estragos irreversibles.

Debido a esta problemática que presenta este tipo de compuestos, se ha intentado la implementación de nuevas técnicas, pero hasta el momento ninguna de ellas ha dado resultados tan satisfactorios en cuanto a tiempo y economía como los obtenidos utilizando pesticidas.

Además de la toxicidad de estos productos químicos es necesario señalar factores tales como: su persistencia en el medio ambiente, generación de resistencia de las plagas hacia estos productos, toxicidad

crónica incluyendo carcinogénesis, etc., siendo que todos ellos agraven su uso.

Como consecuencia de los factores señalados con antelación y para evitar un colapso en la agricultura mundial, es necesario implementar medidas para un empleo acucioso y racional de estos productos, realizando análisis periódicos tanto del agua, aire y suelo del medio ambiente en que se utilizan este tipo de compuestos químicos para evaluar el impacto ambiental de los pesticidas y disminuir de esta manera la dosis de pesticida o quizá eliminar su empleo.

Para ello es imprescindible el uso de la cromatografía en fase gaseosa, técnica que hasta ahora ha demostrado ser la más eficaz para la detección de pesticidas, sobre todo en lo que respecta a muestras hídricas.

Pensando en las generaciones futuras se espera que este sea un trabajo de continuidad perenne y que se enriquezca paralelamente con otras investigaciones subsecuentes en diferentes áreas de la ciencia.



## A N E X O S

*El hombre mortal se considera inmortal  
porque es inmortal su raza:  
confunde la gota en el océano  
con el océano mismo.*

*Juan Pablo Richter.*

CLASIFICACION RECOMENDADA DE PESTICIDAS DE  
ACUERDO A SU RIESGO.

En 1973 el Cuerpo Ejecutivo de la O.M.S. desarrolló una clasificación tentativa de los pesticidas, distinguiendo los más tóxicos de los menos peligrosos. Se tomó en cuenta a los miembros del panel de Expertos Consejeros de la O.M.S. en insecticidas y otros especialistas en tecnología de pesticidas, así como los comentarios de los Estados Miembros de la O.M.S. y de dos Agencias Internacionales.

El "peligro" en estas recomendaciones, se refiere - al riesgo agudo a la salud (que es el riesgo de exposiciones sencillas o múltiples en un período relativamente corto de tiempo), que puede ser en forma accidental por cualquier persona que maneje el producto, de acuerdo a las indicaciones de manipulación dadas por el productor o de acuerdo con las reglas de almacenamiento y transporte de los Organismos Internacionales competentes.

Cualquier clasificación basada en datos biológicos no debe ser considerada como una regla. En el campo de los datos biológicos, existen diferencias de opinión inevitables y los casos límites pueden ser reclasificados en una categoría anexa. La variabilidad o inconsistencia en los datos de toxicidad se deben a diferencias de susceptibilidad de los animales sometidos a prueba, o a las técnicas experimentales

y materiales utilizados, puede resultar también investigaciones que se lleven a cabo por una diferente metodología. Los criterios de clasificación son puntos guía que intentan suplementar, pero nunca sustituir a un conocimiento especial de la experiencia de un compuesto, por lo cual, deben realizarse periódicamente revisiones.

### BASES DE CLASIFICACION

La clasificación distingue entre las formas más y menos peligrosas de cada pesticida, basándose en la toxicidad del compuesto técnico y en sus formulaciones. En particular, se sabe que los compuestos sólidos son menos peligrosos comparados con los líquidos.

La clasificación está basada fundamentalmente en la toxicidad oral aguda y dérmica de la rata, ya que éstos procedimientos son ampliamente utilizados en toxicología. Cuando el valor de  $LD_{50}$  dérmico es tal que deba señalarse en forma más restrictiva, que el valor de  $LD_{50}$  oral, lo citamos ya que el compuesto simple debe clasificarse de acuerdo a la categoría más restrictiva.

El criterio para la clasificación se encuentra sumariada en la siguiente tabla:

C L A S E	LD <sub>50</sub> PARA LA RATA (mg/kg. POR PESO CORPORAL)			
	O R A L		D E R M I C A	
	SOLIDOS <sup>a</sup>	LIQUIDOS <sup>a</sup>	SOLIDOS <sup>a</sup>	LIQUIDOS <sup>a</sup>
Ia Extremadamente peligrosos	5 ó menos	20 ó menos	10 ó menos	40 ó menos
Ib Altamente peligrosos	5-50	20-200	10-100	40-400
II Moderadamente peligrosos	50-500	200-2000	100-1000	400-4000
III Ligeramente peligrosos	SUP.A 500	SUP.A 2000	SUP.A 1000	SUP. 4000

<sup>a</sup> Los términos sólidos y líquidos se refieren a los estados físicos del producto o de la formulación, de acuerdo a como se clasificaron.

#### APLICACIONES DEL CRITERIO DE CLASIFICACION

(a) Cuando para un compuesto particular, la rata - no sea el animal idóneo de prueba, deberá tomarse en cuenta - para la clasificación.

(b) En la práctica, la mayoría de las clasificaciones, se basan en el valor oral agudo de LD<sub>50</sub>, de cualquier manera la toxicidad dérmica debe algunas veces considerarse porque se ha encontrado, que bajo la mayoría de las condiciones de manejo de pesticidas, una gran proporción de la exposición total es dérmica. Además, como ya dijimos, es necesaria una clasificación basada en los datos dérmicos cuando el riesgo -

es mayor por esta vía que por la oral.

(c) Si el ingrediente activo produce daños irreversibles a los órganos vitales, es altamente volátil, marcadamente acumulativo en sus efectos o se encuentra después de observaciones directas ser particularmente peligroso, o significativamente alergénico al ser humano, entonces deben realizarse ajustes a la clasificación, situando al compuesto en una categoría especial, indicando un riesgo superior.

Alternativamente, si puede mostrarse que la preparación es menos tóxica o peligrosa que lo esperado, considerando los valores de LD<sub>50</sub> del ingrediente(s), o por cualquier otra razón, deberán realizarse ajustes para situar los compuestos en una categoría, indicando un peligro menor.

(d) En ciertos casos especiales, no deberán tomarse los valores de LD<sub>50</sub> oral o dérmico como base primordial de la clasificación. En tales casos (por ejemplo: preparaciones de aerosoles, fumigantes y otras preparaciones especiales), debe utilizarse un criterio más apropiado.

(e) Es sumamente deseable hasta donde sea posible, disponer de datos toxicológicos de cada una de las formulaciones por parte del productor. De cualquier manera, si no se dispone de esos datos, la clasificación puede basarse en datos proporcionados de los valores de LD<sub>50</sub> del ingrediente(s)

técnico(s), de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\frac{LD_{50} \text{ ingrediente activo} \times 100}{\text{Porcentaje de ingrediente activo en la fórmula}}$$

Porcentaje de ingrediente activo en la fórmula

Si la fórmula contiene más de un ingrediente (incluyendo solventes, agentes humectantes, etc., de propiedades inherentemente tóxicas), entonces la clasificación debe corresponder a la toxicidad de la mezcla de ingredientes.

(f) Con pocas excepciones, los pesticidas poseen baja volatilidad, por lo que no se incluye ésta, sólo en los casos de fumigantes volátiles utilizados en el almacenamiento de granos y de alimentos, en estas situaciones debe señalarse. Por otra parte, cuando se aplica este criterio a formulaciones basadas en solventes u otros productos químicos, debe considerarse la volatilidad y la consecuente toxicidad por inhalación.

BASES PARA EL USO DE LA CLASIFICACION RECOMENDADA POR LA ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD (WHO) DEL RIESGO DE LOS PESTICIDAS.

I. INTRODUCCION

Esta clasificación fué elaborada en 1975 y aceptada cuando se publicó en "WHO Chronicle, 29, 397/401, fué acompañada de un Anexo que no formaba parte de la clasificación, pero ilustraba sus usos, mostrando algunos ingredientes activos de los pesticidas, así como sus formulaciones.

Desde ese tiempo, se han hecho sugerencias por los Estados Miembros y las Autoridades de Registro de Pesticidas, cuyas notas se dan en la clasificación individual de pesticidas. Estas sugerencias por lo tanto, complementan el anexo original a la clasificación para propósitos de referencia, la clasificación se ha reproducido como un anexo a éste documento, en el cual se encuentran 6 tablas precedidas de notas para su uso, en éstas se han clasificado más de 500 productos técnicos de la manera siguiente:

TABLA 1. Lista de productos técnicos clasificados en la Categoría IA (extremadamente peligrosos)

TABLA 2. Lista de productos técnicos clasificados en la Categoría IB (altamente peligrosos)

TABLA 3. Lista de productos técnicos clasificados en la Cate-

goría II (moderadamente peligrosos)

TABLA 4. Lista de productos técnicos clasificados en la Cate-  
goría III (débilmente peligrosos)

TABLA 5. Lista de productos técnicos que no presentan ningún  
peligro agudo en su uso normal.

TABLA 6. Lista de fumigantes gaseosos o volátiles no señala-  
dos dentro de la "Clasificación recomendada por la  
O.M.S. del riesgo de Pesticidas".

## II. NOTAS EN EL USO DE LAS TABLAS DE ESTA CLASIFICACION

1. Como se estableció en la primera parte de la clasificación, el peligro se refiere al riesgo agudo de la salud humana.
2. La clasificación final de cualquier producto se intenta - por medio de la fórmula.- La clasificación dada en las ta-  
blas a continuación es de compuestos técnicos y únicamente forman el punto inicial para la clasificación final.
3. Hasta donde es posible, los datos están registrados bajo - los nombres comunes aceptados internacionalmente, o si no se dispone de ese nombre, bajo nombres aprobados nacionalmente. No se dan marcas puesto que hay muchas de ellas.
4. No es posible incluir una clasificación de mezclas de pes-  
ticidas, puesto que se emplean en varias combinaciones va-  
riando la concentración del constituyente activo. Hay - -  
tres posibles aproximaciones de la clasificación de mez- -  
clas de acuerdo a la preferencia:



- (a) Cuando se requiere obtener datos de la toxicidad aguda dérmica u oral para ratas en la mezcla actual en el mercado; o
- (b) Clasificar la formulación de acuerdo a los constituyentes más peligrosos de la mezcla como si este constituyente estuviera presente en la misma concentración, como la concentración total de todos los constituyentes activos; o
- (c) Aplicar la fórmula:

$$\frac{C_A}{T_A} + \frac{C_B}{T_B} + \frac{C_Z}{T_Z} = \frac{1}{T_m}$$

Donde: C = La concentración % del constituyente A,B...Z en la mezcla.

T = Valores de LD<sub>50</sub> oral de los constituyentes A, B...Z

T<sub>m</sub> = El valor de LD<sub>50</sub> de la mezcla.

Esta fórmula también puede utilizarse para toxicidades dérmicas, siempre que se disponga de esta información para todos los constituyentes. El uso de esta fórmula no toma en cuenta ni la potenciación así como ningún fenómeno protectivo.

5. En las tablas a continuación, se dan los valores de LD<sub>50</sub> para los propósitos de la clasificación utilizando la secuencia descrita. Se han hecho un número de ajustes a la clasificación, con respecto a los pesticidas y se detallan éstos. Los casos límites se clasifican en más o menos pe-

ligrosos después de considerar su toxicología así como las experiencias en su uso.

6. Los pesticidas han sido clasificados en base a el estado físico del producto técnico. En algunos casos sucede que el producto técnico es un sólido, soluciones altamente concentradas de líquido, necesitan clasificarse en una categoría más peligrosa. En la mayoría de los casos, los aceites (usado como término físico y no químico) se clasifican como líquidos a excepción de los que son extremadamente viscosos a temperatura ordinaria.
7. En la tabla 5 se encuentran enlistados un gran número de pesticidas que presentan algún peligro agudo en su uso normal. La clasificación de la D.M.S. se encuentra abierta - pero es claro que hay un punto en el que el peligro agudo poseído por estos compuestos en su uso, es tan bajo que puede considerarse despreciable en comparación con otros productos químicos. Ese punto para esta clasificación se ha tomado como  $LD_{50}$  oral de 200 mg/kg. para los sólidos y de 300 mg/kg. para los líquidos.

De cualquier manera, no debe pasar desapercibido que en las formulaciones de estos productos técnicos, los solventes o vehículos pueden presentar una mayor nocividad que el pesticida, y por lo tanto, la clasificación de la formulación debe situarse en la de productos de mayor peligrosidad.

### III. SIGNIFICADO DE LAS ABREVIACIONES UTILIZADAS EN LAS TABLAS

**TIPO QUIMICO:** Se limita únicamente a los tipos señalados a - continuación. La mayoría tienen importancia debido a que poseen un antídoto común, o puede confundirse en la nomenclatura con otros tipos químicos, por ejemplo: Los tiocarbamatos no son inhibidores de la colinesterasa y no tienen los mismos efectos de los carbamatos.

C	CARBAMATO
CNP	DERIVADO DEL CLORONITROFENOL
OC	COMPUESTO ORGANOCOLORADO
OM	COMPUESTO ORGANOMERCURIAL
OP	COMPUESTO ORGANOFOSFORADO
OT	COMPUESTO ORGANOESTANOSO
P	DERIVADO PIRIDILICO
PA	DERIVADO DEL ACIDO FENOXIACETICO
PY	PIRETROIDE
T	DERIVADO DE LA TRIAZINA
TC	TIOCARBAMATO

Esta clasificación química se realizó sólo por conveniencia y no representa una recomendación por parte de la O. M.S., en la manera que deben clasificarse los pesticidas, ya que algunos de éstos pueden situarse dentro de más de un grupo. No se señala el tipo químico cuando se deduce del nombre.

ESTADO FISICO: Se refiere solamente al compuesto técnico.

L Líquidos inclusive sólidos, con puntos de fusión menores de 50°C.

OIL Aceites líquidos, se refiere únicamente al estado físico.

S Sólidos incluyendo ceras.

VIA: Los valores orales se utilizan sólo cuando estos son más peligrosos que los dérmicos o al menos que los valores dérmicos sean significativamente menores que los orales, aún en la misma clase.

O Dérmica

O oral

LD<sub>50</sub> mg/kg.: Cuando se encuentra precedida de la letra "c", indica que es un valor superior al rango, adoptado para propósitos de clasificación, el símbolo precedido al valor indica que la mortalidad a esa dosis establecida es de menos del 50% en los animales de prueba.

TABLA 1  
PRODUCTOS TECNICOS CLASIFICADOS EN LA CATEGORIA  
IA " EXTREMADAMENTE PELIGROSOS "

N O M B R E	TIPO QUIMICO	ESTADO FISICO	VIA	LD <sub>50</sub> mg/kg
ALDICARB	C	S	O	0.93
CIANURO DE CALCIO		S	O	39
CLORFENVINFOS	OP	L	O	10
CLORMEFOS	OP	L	O	7
CLORTIOFOS	OP	L	O	9.10
CUMEFOS	OP	L	O	16
CRIMIDINA		S	O	1.25
CIANTOATO	OP	L	O	3.20
CICLOEXIMIDA		S	O	2
DEMEFION-O Y -S	OP	L	O	15
DEMETON-O Y -S	OP	L	O	1.70
DIROMDCLOROPROPANO		L	O	170
DIELDRIN	OC	S	O	10
DIMEFOS	OP	L	O	1
DISULFOTON	OP	L	O	2.60
EPN	OP	L	O	14
ETOPROFOS	OP	L	O	26
FENAMIFOS	OP	L	O	15
FENSULFOTION	OP	L	O	3.50
FONOFOS	OP	L	O	8
HEXACLORO BENCENO		S	O	10000
LEPTOFOS	OP	S	O	50
MEFOSFOLAN	OP	L	O	9
CLORURO MERCURICO		S	O	1
MEVINFOS	OP	L	OO	4
PARATION	OP	L	O	13
PARATION METILICO	OP	L	O	14
ACETATO FENILMERCURICO		S	O	30
FORATO	OP	L	O	2
FOSFOLAN	OP	L	O	9
FOSFAMIDON	OP	L	O	17
PROTOATO	OP	L	O	8
SCHRADAN	OP	L	O	9
FLUORACETATO DE SODIO		S	O	0.2
SULFOTEP	OP	L	O	5
TEPP	OP	L	O	1.1
TERBUFOS	OP	L	O	2
TIONAZINA	OP	L	O	11
TRICLORONET	OP	L	O	16

TABLA 2  
 PRODUCTOS TECNICOS CLASIFICADOS EN LA CATEGORIA  
 IB " ALTAMENTE PELIGROSOS "

N O M B R E	TIPO QUIMICO	ESTADO FISICO	VIA	LD <sub>50</sub> mg/kg
ACROLEINA		L	O	48
ALDRIN	OC	S	D	98
ALCOHOL ALILICO		L	O	64
AMINOCARB	C	S	O	50
ANTU		S	O	8
AZINFOS ETILICO	OP	S	O	12
AZINFOS METILICO	OP	S	O	16
OXIDO BIS (TRIBUTILTRIN)		L	O	194
BLASTRICIDIN-S		S	O	16
BROMOFOS ETILICO	OP	L	O	200
ARSENIATO DE CALCIO		S	O	20
CARBOFURAN	C	S	O	8
CARBOFENTION	OP	L	O	32
CLORDECONA	OC	S	O	114
CROTOXIFOS	OP	L	O	74
DEMETON-S-METILICO	OP	L	O	40
DEMETON-S-METILSULFON	OP	S	O	37
DIAMIDAFOS	OP	S	D	190
DICLORVOS	OP	L	O	56
DICROTOFOS	OP	L	O	22
DIMETILAN	C	S	O	47
DINOSEB	NCP	L	O	58
DINOSEB ACETATO	NCP	L	O	60
DINOTERB	NCP	S	O	25
DIOXATION	OP	L	O	23
DNOC	NCP	S	O	25
EDIFENFOS	OP	L	O	150
ENDOTIION	OP	S	O	30
ENDRIN	OP	S	O	7
FSP	OP	L	O	105
FENTION	OP	L	O	330
FORMETANOTE	C	S	O	21
HEPTENOFOS	OP	L	O	96
IPSP	OP	L	O	84
ISAZOFOS	OP	L	O	60
ISOFENFOS	OP	OIL	O	28
ISOTIATO	OP	L	O	150
ISOXATION	OP	L	O	112
ARSENIATO DE PLOMO		S	O	10
MECARBAM	OP	OIL	O	106
ACETATO MEDINOTERB	NCP	S	O	42
METAMIDOFOS	OP	L	O	30
METIDATION	OP	L	O	25

N O M B R E	TIPO QUIMICO	ESTADO FISICO	VIA	LD <sub>50</sub> mg/kg
METOMIL	C	S	O	17
CLORURO 2-METOXI MERCURICO	OM	S	O	30
DICINADIAMIDA METIL MERCURICA	OM	S	O	32
MONOCROTOFOS	OP	L	O	14
NICOTINA		L	OD	50
OMETOATO	OP	L	O	50
OXAMIL	C	S	O	6
OXIDEMETON METILICO	OP	L	O	65
PENTAFLOROFENOL	NCP	S	O	27
NITRATO FENIL MERCURICO	OM	S		
PIRIMIFOS ETILICO	OP	L	O	140
PROPETAMFOS	OP	L	O	75
ARSENIATO DE SODIO		S	O	10
ESTRIGNINA		S	O	16
TIOFANOX	C	S	O	8
TIOMETON	OP	OIL	O	120
TRIAMIFOS		S	O	20
TRIAZOFOS	OP	L	O	82
VAMIDOTION	OP	L	O	103
FOSFURO DE ZINC		S	O	45

TABLA 3  
 PRODUCTOS TECNICOS CLASIFICADOS EN LA CATEGORIA  
 II " MODERADAMENTE PELIGROSOS "

N O M B R E	TIPO QUIMICO	ESTADO FISICO	VIA	LD <sub>50</sub> mg/kg
ALIDOCOR		L	0	700
BENDIOCARB	C	S	0	179
BENSULIDE		L	0	720
BINAPACRIL	PY	S	0	58
BIOALETRIN	C	L	0	500
BPMC		S	0	410
BROMOXNYL		S	0	190
BROMOXNYL METANATO		S	0	250
BRONAPAL		S	0	200
BUFENCARB	C	S	0	80
SEC-BUTILAMINA		L	0	380
CAMFECLOR	OC	S	0	80
CARBARYL	C	S	0	500
CARTAP		S	0	325
CLORALOSA		S	0	
CLORDANO	OC	L	0	460
CLORFENPROP METILICO	OC	L	0	1190
CLORDOIMEFORM	OC	S	0	340
CLORFONIO		S	0	178
CLORPIRIFOS	OP	L	0	135
CLORPIRIFOS METILICO	OP	L	0	1000
SULFATO DE COBRE		S	0	300
CRIDLITA		S	0	200
OXIDO CUPROSO		S	0	470
CIANAZINA	T	S	0	182
CIANOFENFOS	OP	S	0	89
CIANOFOS	OP	L	0	610
2,4-D	PA	S	0	375
DDT	OC	S	0	113
DIALIFOS	OP	S	0	145
DIALATO	TC	L	0	395
DIAZINON	OP	L	0	300
DICLOFENTION	OP	L	0	270
1,3-DICLOPROPANO		L	0	250
DIFENZOQUAT		S	0	470
DIMETOATO	OP	S	0	150
DIMEXANO	TC	OIL	0	140
DIOXACARB	C	S	0	90
DIQUAT	P	S	0	231
DRAZOXLON		S	0	126
ENDOSULFAN	OC	S	0	80
ENDOTAL-SODIO		S	0	51
EPTC	TC	L	0	1652



N O M B R E	TIPO QUIMICO	ESTADO FISICO	VIA	LD <sub>50</sub> mg/kg
ETIONFENCARB	C	L	0	411
ETION	OP	L	0	208
ETOATO METILICO	OP	S	0	340
DICLORURO DE ETILENO		L	0	670
ETRINFOS	OP	L	0	1800
FENAMINDSULF		S	0	60
FENCLORFOS	OP	L	0	1740
FENITROTION	OP	L	0	503
FENTIN ACETATO	OT	S	0	125
FENTIN HIDROXIDO	OT	S	0	106
FORMOTION	OP	L	0	365
BHC GAMA	OC	S	0	88
HCH GAMA	OC	S	0	88
GUARATINE		S	0	230
HCH	OC	S	0	100
HEPTACLORO	OC	S	0	100
HEXACLORO ACETONA		L	0	1550
IOXINIL		S	0	110
IOXINIL OCTANOATO		S	0	390
ISOBORNIL TIOCIANO ACETATO		L	0	1608
ISOPROCARB	C	S	0	403
CLORURO MERCURIOSO		S	0	210
METAM SODICO		S	0	285
METIOCARB	C	S	0	100
ISOTIOCIANATO METILICO		S	0	175
MIREX	OC	S	0	300
MOLINATE	TC	L	0	720
MPMC	C	S	0	380
NABAM	TC	S	0	395
NALED	OP	L	0	430
PARAQUAT	P	S	0	1050
PEBULATO	TC	L	0	1120
FENTOATO	OP	L	0	400
DIMETIL-DITIOCARBAMATO FE- NILMERCURICO	OM	S	0	120
FOSALON	OP	L	0	120
FOSMET	OP	S	0	230
FOXIM	OP	L	D	1000
PIPEROFOS		OIL	0	324
PIRIMICARB	C	S	0	147
PIRIMIFOS METILICO	OP	L	0	1415
CIANATO POTASICO		S	0	841
PROFENOFOS	OP	L	0	358
PROMECARB	C	S	0	74
PROPACLOR		S	D	380
PROPOXUR	C	S	0	95
PIRASOFOS		S	0	435
PIRETRINAS		L	0	500-1000
QUINALFOS	OP	L	0	62

NOMBRE	TIPO QUIMICO	ESTADO FISICO	VIA	LD <sub>50</sub> mg/kg
ROTENONA		S	O	132-1500
FLUORURO DE SODIO		S	O	180
SULFALATO		OIL	O	850
2,4,5-T		S	O	500
TERBUOMETON	T	S	O	483
TIAZA FLURON		S	O	228
TIOBENCARB	TC	L	O	1300
TIOCIOLAM		S	O	310
M-INILIL-METILCARBAMATO	C	S	O	268
TRIADIMEFON		S	O	363
TRICLICLASOL		S	O	305
TRIDEMORF		OIL	O	650
VERMOLATO	TC	L	O	1780

TABLA 4  
PRODUCTOS TECNICOS CLASIFICADOS EN LA CATEGORIA III  
" DEBILMENTE PELIGROSOS "

NOMBRE	TIPO QUIMICO	ESTADO FISICO	VIA	LD <sub>50</sub> mg/kg
ACEFATO	OP	S	0	945
ALACLOR		S	0	1200
ALETRIN	PY	OIL	0	920
AMETRIN	T	S	0	1405
AMITRAX		S	0	800
AMITROL	T	S	0	2000
BARBAN		S	0	600
CARBONATO DE BARIO		S	0	650
BENTAZONA		S	0	1100
BENZOILPROP ETILICO		S	0	216
BENZTIAZURON		S	0	1280
BROMOFENOXIM		S	0	1217
BROMOFOS	OP	S	0	1600
BUTACARB	C	S	0	1800
ACIDO CACODILICO		S	0	1350
CIANAMIDA DE CALCIO		S	0	1400
CHINOMOL		S	0	1200
CLORFANAC	OC	S		1780
CLORFENETOL	OC	S	0	930
CLORFENSON	OC	S	0	2000
CLORMEQUAT		S	0	670
ACIDO CLORACETICO		S	0	650
CLOROBENZILATO	OC	S	0	700
CLOROFASINONE		S	0	
CLORTIAMID		S	0	757
CLOFOP ISOBUTILICO		L	0	1208
CUMACLOR		S	0	900
CUMATETRALIL		S	0	
CRUFOMATO	OP	S	0	770
CICLOATO	TC	L	0	2000
DAROMET		S	0	640
2,4-D		S	0	700
ACIDO DEHIDROACETICO		S	0	1000
DEAMETRIN	T	S	0	1390
DICLOFLUANID		S	0	525
DICLON		S	0	1300
P-DICLOROBENCENO		S	0	
DICLORFEN	OC	S	0	1250
DICLORPROP		S	0	800
DICLORAN		S	0	1500
DICOFOL		S	0	690
DIFENOXURON		S	0	1000

N O M B R E	TIPO QUIMICO	ESTADO FISICO	VIA	LD <sub>50</sub> mg/kg
DIMETANETRIN	T	L	0	3000
DINDCAP	NCP	S	0	980
DIFENAMID		S	0	970
DITIANON		S	0	638
DDOIN		S	0	1000
DSMA		S	0	1800
ERBON		S	0	1120
ETOHEXADIOL		L	0	2400
EXD		S	0	603
FENOPROP		S	0	650
FUBERIDASOL		S	0	1100
IBP		S	0	600
ISONORURON		S	0	500
HEXAFLURATO		S	0	1200
ISOPROTURON		S	0	1800
MALATION	OP	L	0	2100
MCPA		S	0	700
MCPB		S	0	680
MCCOPROP		S	0	930
METLUIDIDE		S	0	1920
MENAZON	OP	S	0	1950
METALDEHIDO		S	0	630
METAROL		S	0	1350
SILICATO-2 METOXIETILMERCURICO	OM	S	0	1140
METOLACLOR		L	0	2780
MSMA		S	0	900
NITAPIRIN		S	0	1072
PENOXALIN		S	0	1050
PERFLUIDONE		S	0	920
PINDONE		S	0	
PROPANIL		S	0	1400
PROPARGITA		L	0	2200
PROTIOCARB	TC	S	0	1300
QUINACETOL SULFATO		S	0	1700
RARMETRIN	PV	S	0	2000
RYANIA		S	0	750
SIMETRIN	T	S	0	1830
CLORATO DE SODIO		S	0	1200
SULFOXIDD		L	0	2000
SWEF		S	0	552
2,3,6-TBA		S	0	1500
TEBUTIORON		S	0	644
TIRAM		S	0	560
TOLYFLUANID		S	0	1000
TRIFENMORF		S	0	1400
TRIALATO	TC	L	0	2165
TRICLORFON	OP	S	0	560
ZIRAM		S	0	1400

TABLA 5  
PRODUCTOS TECNICOS QUE NO PRESENTAN NINGUN PELIGRO  
AGUDO EN SU USO NORMAL

N O M B R E	TIPO QUIMICO	ESTADO FISICO	VIA	LD <sub>50</sub> mg/kg
SULFAMATO DE AMONIO		S	O	3900
ANILAZINA	T	S	O	2710
ANTRAQUINDONA		S	O	5000
ATRAZINA	T	S	O	3080
AZINOPROTRINE	T	S	O	3600
BENASOLIN		S	O	3200
BENFLURALIN		S	O	10000
BENDENIL		S	O	6400
BENOMYL	TC	S	O	10000
BIFENOX		S	O	6400
BORAX		S	O	2660
BROMACIL		S	O	5200
BROMOPROPILATO		S	O	5000
BROMPIRAZON		S	O	6400
BUTACLOR		L	O	3300
BUTAPIROMOXIL		L	O	7840
BUTURON		S	O	3000
BUTILATO	TC	L	O	4000
CAPTAFLD		S	O	5000
CAPTAN		S	O	4000
CARBENDAZIN		S	O	15000
CARBOXIN		S	O	1820
CLORAMBEN		S	O	5620
CLOTRANIL		S	O	4000
CLORBROMURON		S	O	5000
CLORBUFAM		S	O	2500
CLORFLURENOL	OC	S	O	12800
CLOROMEB	OC	S	O	11000
CLOROPROPILATO	OC	S	O	5000
CLOROTALONIL		S	O	10000
CLOROTOLURON		S	O	10000
CLORPROFAM		S	O	5000
CLORQUINOX		S	O	6400
CICLURON		S	O	2600
DALAPON		S	O	9330
DIAMINOCID		S	O	8400
FTALATO DIBUTILICO		L	O	20000
SUCCINATO DIBUTILICO		L	O	8000
DICAMBA		S	O	2900
DICLOBENIL		S	O	3160
DICLOROPICOLINICO ACIDO		S	O	5000
DIENOCOR		S	O	3160
DIFLUBENZURON		S	O	4640

N O M B R E	TIPO QUIMICO	ESTADO FISICO	VIA	LD <sub>50</sub> mg/kg
FTALATO DIMETILICO		L	0	8200
DINITRAMINA		S	0	3000
DIFENIL		S	0	3280
DIPROPETRIN	T	S	0	4050
OCTABORATO DISODICO		S	0	5300
DIURON		S	0	3400
ETILENGLICOL-BIS (TRICLORO- ACETATO)		S	0	7000
FENURON		S	0	6400
FENURON-TCA		S	0	4000
FERBAM	TC	S	0	17000
FLUOMETURON		S	0	8000
FLURENOL		S	0	5000
FOLPET		S	0	10000
GLIFOSATO		S	0	4320
GLIFOSIN		S	0	3925
ISOCARBAMID		S	0	2500
ISOPROPALIN		L	0	5000
LENACIL		S	0	11000
LINURON		S	0	4000
MANEB	TC	S	0	6750
METOPROTRINE		S	0	5000
METOXICLOR	OC	S	0	6000
METOBROMURON		S	0	2500
METOXLURON		S	0	3200
MONALID		S	0	4000
MONOLINDRON		S	0	2250
MONURON		S	0	3600
MONURON-TCA		S	0	3700
NAFTALENO		S	0	2200
NEBURON		S	0	11000
NITRALIN		S	0	2000
NITROFEN		S	0	3000
NORFLURASON		S	0	8000
OXICARBOXIN		S	0	2000
PENTANOCLOR		S	0	10000
PERMETRIN	PY	L	0	4000
FENOBENTURON		S	0	5000
FENOTRIN	PY	L	0	5000
PICLORAM		S	0	8200
PROFLURALIN		S	0	10000
PROMETRIN		S	0	3150
PROPAZIN	T	S	0	5000
PROFAM		S	0	5000
PROPINEB	TC	S	0	8500
PROPIZAMIDA		S	0	8350
PIRAZON		S	0	2500
PYRIDINITRIL		S	0	5000
QUINTOZEN		S	0	12000

N O M B R E	TIPO QUIMICO	ESTADO FISICO	VIA	LD <sub>50</sub> mg/kg
SIDURON	T	S	O	2680
SIMAZINA	T	S	O	5000
METABORATO DE SODIO		S	O	2330
TCA		S	O	3200
TEMEFOS	OP	L	O	8600
TERBACIL		S	O	5000
AZINA TERBUTILICA	T	S	O	2160
TERBUTRIN	T	S	O	2400
TETRACLORVINFOS	O	S	O	4000
TETRADIFON		S	O	14200
TIOFANATO		S	O	10000
TIOFANATO METILICO		S	O	6000
TRIFLURALIN		S	O	10000
ZINEB		S	O	5200

TABLA 6  
FUMIGANTES GASEOSOS O VOLATILES NO SEÑALADOS DENTRO DE  
LA "CLASIFICACION RECOMENDADA POR LA O.M.S. DEL RIESGO  
DE PESTICIDAS"

ACRILONITRILLO

FOSFURO DE ALUMINIO

DISULFURO DE CARBONO

CLOROPICRIN

1,2-DICLOROPROPANO

EPOXIETANO

DIBROMURO DE ETILENO

FORMALDEHIDO

CIANURO DE HIDROGENO

METILBROMURO



LISTA PROVISIONAL DE PRODUCTOS QUIMICOS "PROHIBIDOS"  
O SOMETIDOS A "RESTRICCIONES" INCLUYENDO PLAGUICIDAS,  
BASADA EN LA INFORMACION CONTENIDA EN LOS PERFILES -  
DE DATOS DEL RIPQPT.

Esta lista de productos fué elaborada a partir de -  
información contenida en los boletines y perfiles de datos so  
bre productos químicos de 450 substancias almacenadas en el -  
banco computarizado de datos, del Registro Internacional de -  
Información de Productos Químicos Potencialmente Tóxicos - -  
(RIPQPT).

La presencia de una substancia dada en esta lista -  
provisional, no necesariamente significa que la substancia --  
aparecerá en la lista final, con arreglo alguno de los crite-  
rios enunciados en la Resolución 37/137 de la Asamblea Gene--  
ral de la O.N.U.

Varias restricciones provienen de los riesgos inhe-  
rentes, obvios a la índole de productos tales como, la condi-  
ción inflamable en el caso de los combustibles, el riesgo de  
explosión o la tendencia a la reacción química.

Estos riesgos son conocidos para la mayoría de los  
productos y forman la base de categorías internacionales esta  
blecidas al respecto, como por ejemplo para el caso de produc-  
tos peligrosos. En vista de que diferentes substancias de es

ta lista, pueden ser de la competencia de diversas Autoridades Gubernamentales (como los plaguicidas y los productos químicos industriales), la mayoría de los productos llevan anotaciones que explican sus probables características. Estas anotaciones aparecen como una letra minúscula a continuación del nombre - del producto, para señalar cada una de las siguientes categorías:

- (a) Producto químico utilizado en la manufactura y probablemente necesario para ciertos procesos industriales. Como con todos los productos químicos, es necesario tomar ciertas precauciones respecto de la exposición a él, - con arreglo a la dosis y a la concentración. Puede tener efectos tóxicos y ha sido identificado en consecuencia, por lo que se debe utilizar con cuidado. No obstante, el hecho de que figure en esta lista, no debe - considerarse como indicación de que debe eliminarse su uso, ya que puede ser indispensable para ciertos procesos químicos concretos, sin los cuales no se podrían fabricar ciertos productos útiles.
  
- (b) Metal o elemento que es motivo de preocupación, debido a que sus residuos en el medio ambiente pueden afectar la salud y la ecología, el elemento como tal es inerte o se vende poco.
  
- (c) Compuesto utilizado principalmente como plaguicida. Número

tese que como el propósito de cualquier sustancia biocida es matar organismos vivos, todas poseen actividad biológica y pueden afectar a organismos distintos de las especies que se trate de destruir; así pues, prácticamente todos estos productos potencialmente útiles, estarán sujetos a restricciones en su uso.

Tomado de la Resolución 37/137 del 17 de diciembre de 1982 de la Asamblea General de la O.N.U. sobre "Protección contra los productos perjudiciales para la Salud y el Medio Ambiente" - (O.N.U., 10 de mayo de 1983).

## NIVELES DE CONTAMINANTES EN LA BAHIA DE MAZATLAN

Los resultados obtenidos de las diferentes concentraciones de contaminantes que se presentan en la bahía de Mazatlán, Sin., se dan a continuación:

Las máximas y mínimas concentraciones de DDT total (4.0147 y 0.0044 ppm respectivamente) se presentan en las vísceras de un pargo (*Lutjanus argentiventris*) (tabla ). Una de las principales características que presenta dicho compuesto es la gran liposolubilidad (soluble en las grasas), lo que da lugar a que los tejidos grasos (vísceras) lo acumulen en mayor cantidad en relación a los demás tejidos del cuerpo del individuo.

Al ser absorbido el DDT del medio ambiente marino por el primer eslabón de la cadena alimenticia (plancton) empieza a sufrir transformaciones en su composición química, dando lugar a la formación de sus metabolitos (DDE, DDD). Dichas transformaciones se originan la mayor parte del tiempo en los organismos superiores al ingerir dicho plancton contaminado. Dentro de las especies analizadas las concentraciones de dichos metabolitos muestran sus máximos valores al igual que el DDT en las vísceras de un pargo, esto se debe a que dicho compuesto (DDT) es transformado en dichos tejidos, lo cual es de gran importancia para la vida del organismo, dado que dichos compuestos formados (DDE y DDD) poseen un grado de toxicidad menor a la del DDT.

La Oficina de Administración de Alimentos y Drogas de los Esta-

## A N E X O

No. DE REGISTRO EN EL  
CHEMICAL ABSTRACTS SERVICEN O M B R E

309-00-2	ALDRIN
319 -84-6	HEXACLOROCICLOHEXANO, ALFA
7440-38-2	ARSENICO (b)
71-43-2	BENCENO (a)
92-87-5	BENCIDINA
319-85-7	HEXACLOROCICLOHEXANO, BETA
8001-35-2	COMPUESTOS DE CADMIO
57-74-9	CAMPHECLORE (c)
143-50-0	CLORDANO (c)
50-29-3	CLORDECONA (REPONA) (c)
319-86-8	CLOROFLUOROCARBONOS
60-57-1	DDT, DICLORODIFENILTRICLOROETANO
115-29-7	HEXACLOROCICLOHEXANO, DELTA (c)
72-20-8	DIELDRIN (c)
106-89-8	ENDOSULFAN (c)
500-00-0	ENDRIN
608-73-1	EPICLORHIDRINA (a)
76-44-8	FORMALDEHIDO (a)
116-14-1	HCH; HEXACLOROCICLOHEXANO (c)
7439-92-1	HCH; MEZCLA DE ISOMEROS (c)
21609-90-5	HEPTACLORO (c)
58-89-9	HEXACLOROBENCENO (c)
108-45-2	PLOMO (b)
7439-97-6	LEPTHOPOS (c)
2385-85-5	LINDANO (c)
107-30-2	m-FENILENDIAMINA
1836-75-5	MERCURIO (b)
62-75-9	MIREX
95-54-5	MONOCLORDIMETILETER (a)
106-50-3	NITROFEN
1336-36-3	n-NITROSODIMETILAMINA
11097-69-1	o-FENILENDIAMINA
11096-82-5	p-FENILENDIAMINA
1910-42-5	BIFENILOS POLICLORADOS (PCB)
56-38-2	PCBS (AROCOLOR 1254)
87-86-5	PCBS (AROCOLOR 1260)
62-38-4	TERFENILOS POLICLORADOS (PCT)
36355-01-8	PARAQUAT (c)
126-72-7	PARATION (c)
7440-28-0	PENTACLOROFENOL (c)
96-12-8	ACETATO FENIL MERCURICO
93-76-5	BIFENILOS POLIBROMADOS (PBBS)
	FOSFATO DE TRIS (2,3-DIBROMOPROPIL (TRIS))
	TALIO (b)
	1,2 DIBROMO-3-CLOROPROPANO
	2,4,5-T (c)

dos Unidos (Food and Drugs Administration), permite una concentración de 5 ppm DDT en los alimentos para consumo humano. Las concentraciones encontradas en los especímenes colectados en la bahía de Mazatlán están abajo de este límite. No obstante es de suma importancia el continuar con un estudio sistemático que nos permita tener un conocimiento más amplio del problema ya que puede ser que esté aumentando. Es necesario realizar un continuo; quizá por lo menos un muestreo significativo por año.

### METALES PESADOS

Las concentraciones de metales pesados encontrados en las diferentes especies analizadas se muestran en las tablas. Las tablas reflejan las concentraciones máximas y mínimas de dichos metales en las vísceras y músculo dorsal respectivamente. Las tablas indican las concentraciones totales en cada uno de los organismos analizados.

Las máximas concentraciones de metales pesados (24.00 ppm) corresponden al cinc, encontrándose en las vísceras de una mojarra blanca (Gerres sp.) así como en una monita (Chaetodipterus zonatus). En relación a las concentraciones en las vísceras y músculos, las máximas se encuentran en las primeras. Esto en principio se puede deber a que las glándulas digestivas son uno de los principales tejidos que almacenan dichos elementos cuando las concentraciones son considerablemente altas.

El papel que desempeñan algunos de estos elementos en el medio ambiente y en los organismos es de gran importancia, sobre todo en la formación de los pigmentos respiratorios (hemacianina), de los cuales el co-

bre es uno de los principales formadores. Sin embargo, el exceso en las concentraciones de dichos elementos son de efecto nocivo para la vida de los organismos. Dentro de los contaminantes mencionados, y dado su alto grado de toxicidad, uno de los que presentan mayor peligro es el mercurio para el cual, la Oficina de Administración de Alimentos y Drogas de los - Estados Unidos de América ha establecido límites de tolerancia de concentraciones que no exceden de 0.5 ppm para alimentos de consumo humano. De acuerdo a esto, los niveles de concentración de dicho elemento en las especies analizadas es aceptable.

Es difícil tratar de predecir hasta qué grado los valores contaminantes encontrados en las especies analizadas están afectándolas, no obstante esto, a través de los presentes resultados se puede formular una idea de los niveles de dichos contaminantes, haciendo palpable su existencia, por lo que es necesario continuar en una forma exhaustiva los estudios, que permitirán obtener un conocimiento más amplio del problema.

NIVELES DE PESTICIDAS ORGANOCLORADOS EN DIVERSAS ESPECIES DE LA BAHIA DE MAZATLAN, SIN.  
 ( EXPRESADOS EN ppm DE MATERIA SECA )

Zone colectada: ESTERO DE URIAS

Nombre común: ALMEJA PRIETA

Nombre científico: ENCRASSATELLA SP.

Número de organismos: 9

NUMERO DE MUESTRAS	TAMAÑO (cm.)	PESO (gr.)	% AGUA	MUESTRA	p,p'DDE	p,p'DDD	p,p'DDT	DDT Total
1	5.89	5.09	80.64	INDIVIDUO ENTERO	0.008	0.046	0.005	0.059
2	4.49	3.92	85.43	INDIVIDUO ENTERO	0.049	0.149	0.014	0.212
3	4.04	3.60	87.19	INDIVIDUO ENTERO	0.023	0.063	0.008	0.094
4	3.88	3.56	80.87	INDIVIDUO ENTERO	0.023	0.146	- -	- -
5	3.86	3.80	81.13	INDIVIDUO ENTERO	0.016	0.059	0.006	0.081
6	3.48	3.83	84.80	INDIVIDUO ENTERO	0.015	0.072	0.007	0.094
7	3.46	3.13	78.94	INDIVIDUO ENTERO	0.064	0.156	- -	0.217
8	3.50	2.61	82.34	INDIVIDUO ENTERO	0.094	0.286	0.002	0.382
9	3.79	2.95	81.95	INDIVIDUO ENTERO	0.017	0.061	0.006	0.084



NIVELES DE PESTICIDAS ORGANOCLORADOS EN DIVERSAS ESPECIES DE LA BAHIA DE MAZATLAN, SIN.

( EXPRESADOS EN ppm DE MATERIA SECA )

Zona colectada: ISLA DE SOTO

Nombre común: MONITA

Nombre científico: CHAETODIPTERUS ZONATUS

Número de organismos: 2

NUMERO DE MUESTRAS	TAMAÑO (cm)	PESO (gr)	% AGUA	MUESTRA	p,p'DDE	p,p'DDD	p,p'DDT	DDT	Total
1	20.50	250.33	79.42	VISCERAS	0.00009	0.0010	0.0050	0.0060	
			75.08	MUSCULO DORSAL	0.0236	0.0155	0.0174	0.0565	
2	19.00	198.19	78.43	VISCERAS	0.00018	0.0043	0.0017	0.00618	
			73.31	MUSCULO DORSAL	0.5732	0.2761	0.5795	1.4288	

Zona colectada: ESTERA DE URIAS

Nombre común: PARGO

Nombre científico: LUTJANUS ARGENTIVENTRIS

Número de organismos: 4

1	14.00	43.84	59.50	VISCERAS	1.9462	1.6167	0.4498	4.0147	
2	16.00	56.32	62.61	VISCERAS	1.2051	1.1869	0.6086	3.0006	
3	16.00	69.39	47.76	VISCERAS	0.0008	0.0020	0.0016	0.0044	
4	16.75	67.51	56.73	VISCERAS	0.0992	0.1449	0.0280	0.2721	

NIVELES DE PESTICIDAS ORGANOCORADOS EN DIVERSAS ESPECIES DE LA BAHIA DE MAZATLAN, SIN.  
 ( EXPRESADOS EN ppm DE MATERIA SECA )

Zona colectada: ISLA DE SOTO

Nombre común: MOJARRA PRIETA

Nombre científico: AVISOTREMUS SP.

Número de organismos: 3

NUMERO DE MUESTRAS	TAMAÑO (cm)	PESO (gr)	% AGUA	MUESTRA	p,p'DDE	p,p'DDD	p,p'DDT	DDT Total
1	15.11	70.90	77.41	VISCERAS	0.3195	0.0078	0.0342	0.3615
			76.42	MUSCULO DORSAL	0.0956	0.0060	0.0148	0.1164
2	18.00	109.31	60.02	VISCERAS	0.0032	0.0558	0.0123	0.0713
			72.05	MUSCULO DORSAL	0.2603	0.0571	0.2184	0.5358
3	19.00	138.04	76.65	MUSCULO DORSAL	0.0493	0.0527	0.0650	0.1670

Zona colectada: ESTERO DE URIAS

Nombre común: LIZA

Nombre científico: MUGIL SP.

Número de organismos: 3

1	25.50	164.30	70.31	VISCERAS	0.5870	0.0500	0.2252	0.8622
			72.41	MUSCULO DORSAL	0.0009	0.0020	0.0037	0.0066
2	26.50	178.28	64.50	VISCERAS	1.5064	0.1442	0.0708	1.7214
			70.35	MUSCULO DORSAL	0.0003	0.0015	0.0022	0.0046
3	27.00	182.97	72.33	MUSCULO DORSAL	0.0018	0.0107	0.0150	0.0275

NIVELES DE PESTICIDAS ORGANOCLORADOS EN DIVERSAS ESPECIES DE LA BAHIA DE MAZATLAN, SIN.

( EXPRESADOS EN ppm DE MATERIA SECA )

Zona colectada: ESTERO DE URIAS

Nombre común: PALETITA

Nombre científico: CENTROPOMUS SP.

Número de organismos: 3

NUMERO DE MUESTRAS	TAMAÑO (cm)	PESO (gr)	% AGUA	MUESTRA	p,p'DDE	p,p'DDD	p.p'DDT	DDT Total
1	22.75	104.45	38.88	VISCERAS	0.1647	0.1053	0.0668	0.3368
			71.75	MUSCULO DORSAL	0.0673	0.0087	0.0195	0.0955
2	21.75	117.04	47.37	VISCERAS	0.6037	0.1634	0.0966	0.8637
3	21.25	101.46	67.59	MUSCULO DORSAL	0.2205	0.0231	0.1473	0.3909

NIVELES DE "D.D.T." Y SUS METABOLITOS EN EL PROCESO INDUSTRIAL  
DE LA ANCHOVETA, DETECTADOS EN ENSENADA, B. C.

En 1973, se llevó a cabo un estudio geográfico de la región de Ensenada, por parte de la Dirección General de Oceanografía y Señalamiento Marítimo, en el cual se puso especial atención al problema de contaminación en la Bahía de Todos Santos, resultando de suma importancia los valores obtenidos en la industrialización de productos pesqueros.

La determinación de los niveles de concentración del p,p'D.D.T. y sus metabolitos, en diversas etapas del proceso industrial de anchoveta (Engraulis mordax), desde la materia prima, hasta los productos finales, fué necesario cuantificarlos debido a que un gran volumen de este producto es utilizado directamente como alimento humano y como complemento alimenticio para forrajes.

En este estudio se efectuaron un total de 31 análisis distribuidos de la siguiente manera: 5 por cada una de las etapas de recepción, - desviscerado, precocido, preparado, esterilizado y producto final, al - igual que en la harina elaborada; 3 del aceite antes de ser añadido a la lata, y 3 más encontrado en el producto final. En todas las muestras analizadas se encontraron los metabolitos: o,p D.D.E., p,p'D.D.D. y p,p'D.D.T. en concentraciones significativas.

En la etapa de recepción se obtuvo un valor promedio de DDT de 0.70 ppm en un rango de 0.75 a 0.84 ppm, de los metabolitos el valor más alto (1.20) y el o,p DDE el más bajo.

En la etapa de desviscerado se obtuvo un valor promedio de DDT total de 2.28 en un rango de 1.85 a 2.70 el p,p'DDE tuvo un valor de 1.13 ppm y el o,pDDE de 0.02, siendo éstos los valores más bajos, registrados en todo el proceso.

En la etapa de precocido se obtuvo un valor de 1.37 ppm en un rango de 0.84 a 2.51. El p,p'DDE tuvo un valor de 0.54 bajo en comparación con los p,p'DDD (0.33), p,p'DDT (0.25) y o,p DDE (0.08).

En la anchoveta procesada se obtuvieron valores de 0.21 de o,p DDE, 1.30 de p,p'DDE, siendo estos los valores más altos encontrados en la anchoveta, a través de todo el proceso. Con un total de DDT de 2.83 ppm.

En el aceite antes de ser añadido a la lata, se encontraron valores mucho más altos que en la anchoveta: o,p DDE 0.30, p,p'DDD 3.77, p,p'DDD 1.62 y p,p'DDT 6.37 ppm. Con un promedio de DDT total de 12.08 ppm.

En el aceite de lata procesada se obtuvieron valores más bajos que en las muestras del aceite anterior: o,p DDE 0.28, p,p'DDE 2.79, p,p'DDE 1.83 y p,p'DDT 0.26. Con un promedio de DDT total de 5.17 ppm.

Finalmente, en la harina se obtuvieron los valores: o,p DDE - - 0.06, p,p'DDE 1.30, p,p'DDD 0.55 y p,p'DDT 0.50; con un promedio de DDT total de 2.23 en un rango de 0.39 a 0.63.

Los valores de DDT total expresados a continuación corresponden a la suma de los metabolitos encontrados en cada una de las etapas del -- proceso, y están dados en partes por millón (ppm).

Dada la característica de liposolubilidad del DDT, era de esperarse una disminución de su contenido a lo largo del proceso. En las -- muestras analizadas en la etapa de desviscerado (2.28 ppm), en relación -- con los obtenidos en los análisis de organismos completos de la etapa de recepción (3.09 ppm), se encontró una diferencia de 1.01 ppm, la cual se supone va contenida en las cabezas y vísceras extraídas, que son enviadas a la planta de harina de pescado.

Otra baja en la concentración se registra durante el precocido debido a que, al final de dicho proceso, las latas son volteadas, derra-- mándose los jugos y aceites que fueron exudados, encontrándose una dife-- rencia con respecto al desviscerado de 0.91 ppm.

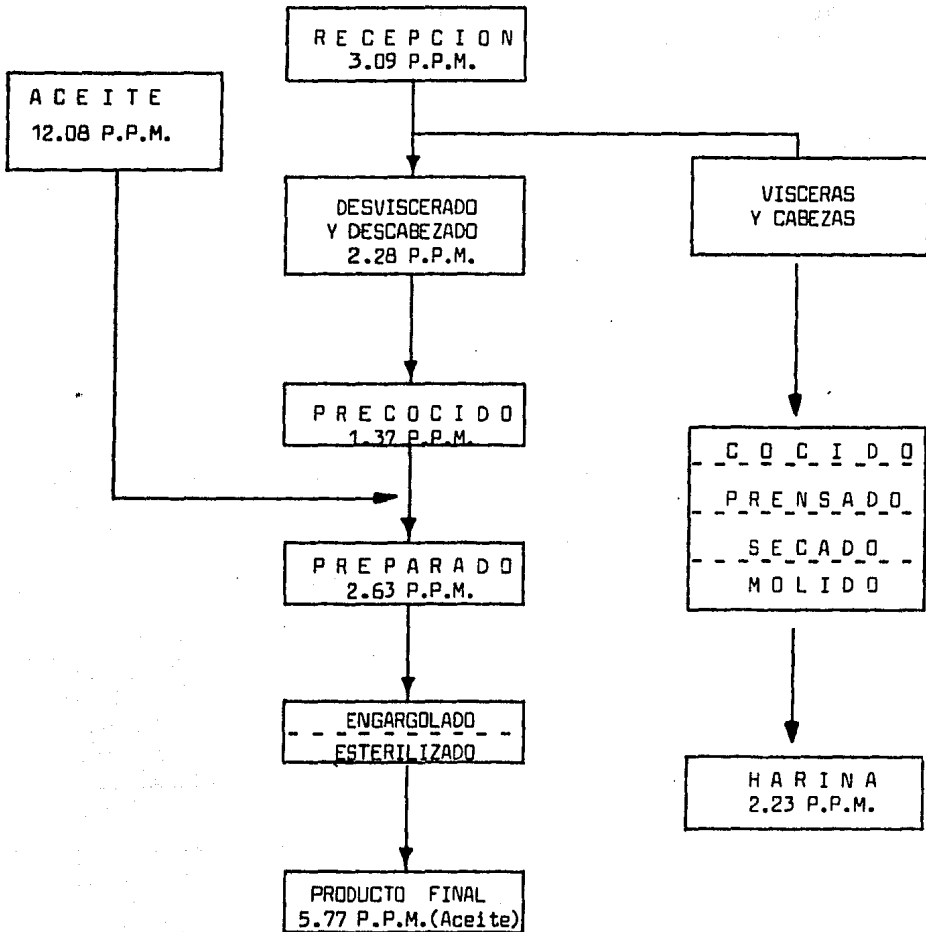
El aceite que se añade a la lata antes de cerrarla, presenta la más alta concentración de DDT total, la cual fué evaluada en 12.08 ppm, -- lo que indica que es, posiblemente, la fuente principal del DDT que se en-- cuentra en el producto final. De acuerdo con los análisis efectuados al producto elaborado, se encontraron 2.68 ppm de DDT total en el músculo -- del pescado, lo cual indica un aumento de 1.26 ppm con respecto al preco-- cido, por lo tanto, este incremento se debe al aceite vegetal que fué -- agregado.

En el aceite que se extrae del producto terminado se encontró --

el valor 5.17 ppm, lo que indica una diferencia de 7.91 ppm con respecto del aceite vegetal antes de ser añadido. Esto último indica que, parte - del organoclorado en el producto final.

En los análisis que se hicieron de la harina de pescado partiendo de la anchoveta entera, se obtuvo un valor de 2.23, lo cual indica que durante el proceso, hubo una pérdida de 0.86 ppm.

VALORES PROMEDIO DE DDT ENCONTRADOS A LO LARGO DEL  
 PROCESO INDUSTRIAL DE LA ANCHOVETA.  
 (ENGRAULEX MORDAX)





SINONIMIA DE INSECTICIDAS Y ACARICIDAS

NOMBRE COMUN	NOMBRE COMERCIAL	NOMBRE COMUN	NOMBRE COMERCIAL
ACEFATE	LACATHENE ORTHENE	CARBARYL	AGROVIN CARBALAC-80 CARBARYL CEBO ENVENENADO 2% DIAVIN 80% EROTIK PALSATOX No. 2 PALSATOX No. 34 PALSATOX No. 61 RAUVON SEVIMOL SEVIN UNICRON
ALDICARB	BUCUTHION DICARB TEMIK		
ARSENIATO DE CALCIO	SPRA-CAL		
AZINFOS METILICO	AGRIC-AZINFOSMETIL AZINFOS-SAN COTNION GUS-METILICO GUSAQUIM-200 GUS-ASA-200 GUSAMET GUSATION METILICO LACATION M 200 PALSATOX No. 156 LIQUIDO QUIMAGUS M-200 UNI-FOZ M-200	CARBOFENDION	TRITHION
		CARBOFURAN	CURATER FURADAN LACAFURAN
		CITROLINA	CITROLINA
BACILLUS THURINGIENSIS	DIPEL THURICIDE	CLORDANO	CLORATOX CLORDANIL CLORDANO CLORDANO EMULSION CLORDATOX DIFACLORO FINHORMIN PALSATOX No. 151
BHC	ABROCHOL BHC DIFACENO 3 GAMMEXANE GY-BEN NEKROBEN 5 PALSATOX No. 6		

NOMBRE COMUN	NOMBRE COMERCIAL	NOMBRE COMUN	NOMBRE COMERCIAL
CLOROBENCILATO	AKAR HELIOCAR SR-300		HELIOZINON NEOCID NL PAL-MAIZ D 4% QUIMIZOL ZAMADIN
CLORPIRIFOS	AGROLOR DURSBAN LORBATOX LORSBAN MATA GRILLO APACHE PIRIFOS	DICOFOL	ACARIN DICOFOL KELTANE LACAFOL UNIFOL 192
CLORTIOFOS	CELATHION	DICROTOFOS	BIDRIN CARBICRON
CYHEXATIN	PLICTRAN TARTAN	DIME TOATO	AFIDAN 400 AGRO-GOR AGRODIME 267 CYGON DIATHION 400 DIMETRI 400 TRIDENTE PALSATOX 163 PULGOR PERFEKTHION ROGOR ROTOR ROXION QUIMETOATO
DDT	AGROTOX 75 MUJABLE COPAROL E-350 DDT DIAMEKTA W-75 DIFANIL PALSATOX No. 79		
DIAZINON	BASUDIN CANSAS DFS 10% GRANULADO CUATE 25 CE DIA-TERR-FOS 2% DIAFOS DIATOX DIAZINON DIAZITOX 25-E DIAZOL HELIAZINON	DISULFOTON	DISYSTON LACASYSTON SOLVIREX

NOMBRE COMUN	NOMBRE COMERCIAL	NOMBRE COMUN	NOMBRE COMERCIAL
ENDOSULFAN	DIOTHAN 35% E ENDOSULFAN ENDOTEK-90 PALSATOX No. 167 LIQUIDO THIODAN THIONEX TOXIDIAN YORI 35 G	FENVALERATE	AGROMARK BELMARK CRISAFEN LACAMARK PALSATOX 219
ENDRIN	ENDRIN MULTITOX 19.5% C.E. PALMAROL	FONOFOS	DYFONATE
EPN	BUTITROL 500 EPANITRO EPENGRON-50 EPENTHION EPN PAL-MAIZ E 5%	FORATO	THIMET
ETION	AGROTHION ARIETHION ETHION RODOCIDE	FOSALONE	ZOLONE
FENSULFOTION	TERRACUR	FOSFAMIDON	DIMECRON PITIC
FENTION	LEBAYCID	FOSMET	IMIDAN
FENTOATO	ALICID AGRIC-FENTOATO CIDIAL DIACIL 4	FOXIM	BAYTHION 500 DIAPHOXIM PAL-MAIZ V 5% VOLATON
		HEPTACLORO	CEBO DIAMOND 1% DIA-TERR 15 g DIA-TERR 5% GRANULADO DIFACLORO FERNOTOX FITUTERRA HEPTACLORO HEPTACLORO 25 TRIDENTE HEPTAPEN 2.5 NECKO-CLOR 2.5 PALSATOX No. 192 PASTO FORM POLVO DIAMOND DIAPROTEC TERRA SAN

NOMBRE COMUN	NOMBRE COMERCIAL	NOMBRE COMUN	NOMBRE COMERCIAL
ISOFENFOS	OFTANOL		PALSATOX No. 78 (LIQUIDO)
LINDANO	CEREALIN TRIDENTE POL/ESP. CUIDADOR DIFANO 1% GORGJIL 1% POLVO GORGOLIN 2% GRANERIL 21 GRANERO (POLVO PARA ESPOLVO REO) LINDANO PROLIN 1%	METALDEHIDO	TOXITION 50 E CARACOLIN TAPPS
		METALKAMATE	BUX
		MATAMIDOFOS	AGRESOR HAMIDOP LUCADOFOS MONITOR 600 QUIMATOR TAMARON TRAMOFOS
MALATION	AUSAGRANO M4 AGRO LUC 1000 CUIDADOR M CYTHION TECNICO DEGE-THION FIFANON U.B.V. FUMEI 25 GORGJIL M 4 GORGJON-40 GRANDSIL 4 GUARDA GRANOS GRANJERO GY-THION 4% POLVO HELIOTHION 4% POLVO LUCATHION MALATHION 1000 MALATION MALATION 1000 TRIDENTE MALATOX 50% MAPOL MATON 50% DEOD. PALSATOX No. 28	METIDATION	AGROCIDO METIDATION QUIACID SUPRACID UNICIDE 240
		METIOCARB	MESUROL SINCARACOL
		METOMYL	ARIENATE GESALATE LACATE 90 LANNATE NUDRIN PREMIL PRELAN 90

NOMBRE COMUN	NOMBRE COMERCIAL	NOMBRE COMUN	NOMBRE COMERCIAL
METOXICLORO	MARLATE METOXICLORO MOXIE 25-E		NAFOS SELEXONE
MEVINFOS	ARIEFOS FOSFORHUIL MEVINFOS PHOSDRIN	OMETOATO	FOLIMAT BONLIMAT EUSDAN
MONOCROTOFOS	AGRICMONO-CROTOFOS 600 AGRO-DIN 5 AZODRIN CROTAL-600 CROTOFON-5 CAJEME 600 MONOCRON 600 MONOCROTOCID MONOCROTOFOS 600 MONOCROTOFOS-CROTON M-600 MONOCROTOFOS-FOSTAN 600 MONOPLAGUIFOS MONOSANO 600 MANDSOL MONOQUIM NUVACRON NUVACROTON NUVA-JOSA TACSARON TRAMO	OXAMYL	VYDATE L
		OXIDEMETON METIL	METASYSTOX R-50
		OXIDO DE FENBUTATIN	TORQUE
		PARATION ETILICO	AGRO-ETIL 48 CLAVE 1 50% PARAT. ETI- LICO E-605 PARATION PARATION ETILICO PARTIL 606 C.E. TACSATION ETILICO 50% TOXOL
		PARATION METILICO	AGRO-METIL 500 AGRIC-PARAMET. 72 DIAPAR DIFADOL FOLEY FOLIDOL GRENIK 720 METILICO 2 TRIDENTE P/ESP. METRI 500 TRIDENTE C.E. PALSATOX No. 18 PALSATOX No. 56
NALED	BROMHUIL CLOROBROM 8 C.E. HIBROM LUCANAL		

NOMBRE COMUN	NOMBRE COMERCIAL	NOMBRE COMUN	NOMBRE COMERCIAL
	PALSATOX No. 59	TERBUFOS	COUNTER
	PALSATOX No. 70 (LIQUIDO)	TETRACLORVINFOS	GARDONA
	PARAFOS M-50	TETRADIFON	TEDION
	PARAMETIL	TOXAFENO	MULTI USOS VISA
	PARATION METILICO		SALVADRIN
	PENNCAP-M		SALVATOX 5%
	POLIVASA		TOX-DRAGON 71.3% C.E.
	P.M. 720		TOXAFENO
	TACSATION		
	TOXITION	TRICLORFON	ARIETEX 80
	TRANSPAR		CLORHUIL
	METILICO 3 TRIDENTE		DIPTEREX
PERMETRINA	AMBUSH		DINEX
	BADEMETRINA		LUCAVEX
	POUNCE		LACACLORFON
	TALCORD		MAIZAL DRAGON
	YAQUI		METAFOS
PIRIMICARB	PIRIMOR		NUX 80 W
PROPARGITE	AGROMITE		PALSATOX 191 (TRICL. 2.5% G.)
	COMITE		SULINDX
	LACAMITE		
	DMITE		
	QUIMACAR		
	UNIMITE		
PROTEINA HIDROLIZADA	ATRAYENTE BAYER		
PROFENOFOS	CURACRON		
SULPROFOS	BOLSTAR		

SINONIMIA DE FUNGICIDAS

NOMBRE COMUN	NOMBRE COMERCIAL	NOMBRE COMUN	NOMBRE COMERCIAL
ACETOAMINO CUPRICO (ORG.)	CUPROGAL		ORTHOXIDE PROTEKCID 80 VITIZAN
ANILAZINA	DYRENE DINERAL LACARENE NILAZENE TRANSANIL	CARBOXIN	VITAVAX
		CICLOHEXIMIDA	ACTI-DIONE
AZUFRE	AZ-FLU AZUFRE AZUFRE AGRICOLA AZUFRE COLOIDAL AZUFRE ELECTRIC AZUFRE PERFECTION CROW H. COLDIKAR-600 DIAZUFROL PENNSUL SUFREI	CLOROTALONIL	BRAVO DIAPROTEC-P DACOBRA-M DACONIL KAPTO DRAGON LACANIL POLVO DIAMOND DIAPROTEC -L
		DICLOFLUANID	EUPAREN
BENOMYL	NORIK PROMIL MYNOLATE	DIMETIRIMOL	MILCURB
		DINOCAP	KARATHANE
CAPTAFOL	DIFOLATAN HAIPEN HELIOTAN YAKUSI	DODINE	CARPENE PB 65 MELPREX
		EDIFENFOS	HINOSAN
CAPTAN	CAPTAN FLUTAN 480 LACANIO	ESTREPTOMICINA	AGRY-MICIN 17 AUSA-MIC 100
		ETOPROP	MOCAP

NOMBRE COMUN	NOMBRE COMERCIAL	NOMBRE COMUN	NOMBRE COMERCIAL
FENAMINDSULF	UPRITAN		MANGANEH MANGANESO 5.6 MANZATE-D MANEX QJIMZATE UNICAR M 80%
FENTIN ACETATO	BRESTAN		
FOLPET	FOLPET		
HIDROXIDO CUPRICO	COSIQUIM LACASIDE HIDROCOB HIDROQUIM HIDROXIL KOCIDE-101 KOCIFOL 120 HIDROX. CUPR.	METALAXIL + MANCOZEB	RIDDMIL MZ-58
KASUGAMICIN	KASUMIN	ORTOFENILFENOL	DECCO DECCOSOL
MANCOZEB	MANEB-ZINC QOMSA MANGAZIN MANZATE 200 MANZIN MANZINEB	OXICLORURO DE COBRE	BASICOP-80 COBIX COBREZATE M CLORICUPRIL CUPRATON CUPRAVIT FUNGISAN 50 GY-COP EXTRA 86 GY-COP 8L MAGNUM-M MAGNUM OXICLORURO OXICLORURO DE COBRE OXICOB-50 OXICLORAL OXIQUIM PROTAID
MANEB	BASF-MANEB BENAM CRYS-MANEB L CRYSLOX M DITHANE M-45 FUNGISOL M HELIOTANE KIMEB MN 80% KOCIFOL M MAGREEN 80 MAN-ITAASA MANEB	OXIDO CUPROSO	CUPROCOB-50 CUPROSOL OXICRUP OXI-GREEN



NOMBRE COMUN	NOMBRE COMERCIAL	NOMBRE COMUN	NOMBRE COMERCIAL
OXITETRACICLINA	TERRAMICINA 5.5%		HELICOB MAGNUM TRIBASICO MORTANE CU PODASOL Q-FOL 60 TOXICOBRE 7% POLVO TRICOBRE DRAGON TRICUP TRIOXIL
PIRAZOFOS	AFUGAN		
PROPINEB	ANTRACOL		
QUINTOZENO	PCNB PENTAFLORONITROBENCENO TERRA-SAN 75% TRIGRAN S		
SALES DE COBRE DE ACIDOS GRASOS Y RESINICOS ( ORGANICOS )	COMPLEX-200 CRYSOCOBRE CUPROLEO 54 L MAGNUM PENTAHIDRATADO SUPERLOX CU	TCMTR	AGRO SAND BUSAN 30 EC BUSAN 30 CE NUSAN 30 CE
SULFATO DE COBRE PENTA- HIDRATADO	SULCOBRE SULFACOB SULFATO DE COBRE SULFATO DE COBRE PENTAHIDRATADO	THIRAM	ARASAN 75 GUSTAFSON 42-S KIMOSAN NITRASAN TERSAN 75 THIRAM 75 TIRASAN 75
SULFATO TETRAMINO CUPRICO	OXI-COP 8L	TRIFORINE	SAPROL
SULFATO TRIBASICO DE COBRE	COPERTRYL COTRI 50 TRIDENTE CUPER QUIM CUPRAMIN CUPROQUIM-31 L DIFACOB 53 FUNGISOL CU GY-COP LIQUIDO	TIABENDAZOLE	TECTO
		TIOFANATO METILICO	CYCOSIN 70
		TRIADIMEFON	BAYLETON 70

---

NOMBRE COMUN

NOMBRE COMERCIAL

---

ZINEB

BASFZINEB  
CRYSLOX-Z  
FUNGISOL-Z  
KIMEB ZN 80  
KOCIFOL-Z  
MICOZIN  
PARZATE-C  
QUIMOZIN  
ZINGREEN 80  
ZINCANEB  
ZINEB  
ZINEX

SINONIMIA DE HERBICIDAS

NOMBRE COMUN	NOMBRE COMERCIAL	NOMBRE COMUN	NOMBRE COMERCIAL
ALACLOR	HERBILAZ LASSO		HIERBAMINA HERBIPOL MATABROSA HERBIPOL 2,4-D. AMINA SUPERHIERBAMINA TRANSESTER 4
AMETRINA	AMETREX GESAPAX		
ATRAZINA	ATREX AZINTOX ATRAMEX GESAPRIM	2,4-D SAL SODICA	SAL SODICA DEL 2,4-D
		DALAPON	BASFAPON DOWPON GRAMEVIN
BARBAN	CARBYNE LACACARB		
		DICLOFOP-METIL	ILOXAN
BENSULIDE	PREFAR	DCPA	DACTAL
BENTAZON	BASAGRAN	DIFENAMIDA	ENIDE
BROMOXINIL	BROMINAL BROMOXOL	DIFENZOQUAT	FINAVEN LACAVERN
BUTILATO	SUTAN	DINOSB	DINITRO PREMERGE
CLORBROMURON	MALORAN	DIURON	KARMEX
2.4-D. AMINA	AMINA-4 AMINA-6 D M A-4 D M A-6 DACAMINE ESTAMINE	E P T C	ERADICANE EPTAM

NOMBRE COMUN	NOMBRE COMERCIAL	NOMBRE COMUN	NOMBRE COMERCIAL
GLIFOSATO	FAENA ROUND-UP RANCAP	TRIFLURALINA	HELIOFLAN CE HERBAN HERBIFLUR LACAFLAN OTILAN TRETDX TREFLAN
LINURON	AFALON AMIGO LORDX	THIOBENCARB	BOLERO
METOLACLOR	DUAL	VERNOLATO	VERNAM 720-E
METRIBUZIN	LEXONE LAZACOR SENCOR		
MOLINATE	ORDRAM		
NAPROPAMIDA	DEVRINDL		
OXADIAZON	RONSTAR		
PROPANIL	FITO-ARROZ HERBAX PROPANEX PANTOX ORIZAN STAM LV 10 SURCOPUR		
SIMAZINA	SIMEX GESATOP		

SINONIMIA DE FUMIGANTES Y NEMATOCIDAS

NOMBRE COMUN	NOMBRE COMERCIAL	NOMBRE COMUN	NOMBRE COMERCIAL
BROMURO DE METILO	BROMURO DE METILO DEGESCH BROMURO DE METILO DOWFUME MC-2 FUMIGANTE GL-2 FUMIGRAN	FORMALDEHIDO	FORMALDEHIDO
DAZOMET	BASAMID GYZOMET	FOSFURO DE ALUMINIO	CELPHOS TABLETAS FUMI- GANTES COBRA F-A DEGESH-PHSTOXIM DELICIA DETIA-GAS-EX-B DETIA-GAS-EX-T DETIA GRAGEAS FOSFAMI- NAPH-3 GASTION GRANERIL 21 QUICK-PHOS PHOSFUME PHSTOXIN
DIBROMURO DE ETILENO	DIBROMURO DE ETILENO FUMISUEL	ISOTIOCIANATO METIL	VORLEX
1,3-DICLORO PROPENO	D D TELONE	PENTACLOROFENOL	PENTA DRAGON 50 PIND
DICLORVOS	D D V P FIPOL 70 LUCAPHOS NAHUIL	METAN SODIO	VAPAM
FENAMIFOS	NEMACUR		

BIBLIOGRAFIA

1. ALEXANDER, G. "Zoología general". C.E.C.S.A. 1982.
2. AMAYA, R. R. "Verdad y ficción sobre el uso de plaguicidas agrícolas en México". Trabajo presentado en la Primera Reunión Nacional de Ecología. 1984.
3. AMBROSE, D. "Gas chromatography". Butterworth group. England. - 1971.
4. ANSON, M. H. "Analysis of pesticide residues". John Wiley & Sons. 1981.
5. "Anuncia EU que no permitirá importar frutas con residuos de fumigantes". Excelsior. 9 de abril de 1984.
6. APHA, AWWA, WPCF. "Standard methods for the examination of water and wastewater". 15 th. edition. 1980.
7. "Aplicación aérea de pesticidas". Agro-síntesis, 14, 10 (1983), 64-67.
8. AUDUS, L. J. "Herbicides physiology, biochemistry, ecology". Academic Press. 1976.
9. BARBERA, C. "Pesticidas Agrícolas". Ediciones Omega, S. A. Barcelona. 1976.
10. BAYER, E. "Gas chromatography". Elsevier. 1961.
11. BEATTY, R. G. "The D.D.T. myth; triumph of the amateurs". The Day Company. 1973.
12. Biblioteca Salvat Grandes Temas. "La contaminación". Salvat. 1979.
13. BLAS, L. "Química de los insecticidas". Aguilar. Segunda edición. 1961.
14. BOLAÑOS, F. Naturaleza, 13, 1 (1982) 52-56.
15. BORAIKO, A. A. "The pesticide dilemma", National Geographic, 157, 2 (1980), 145.
16. BROWNING, D. R. "Cromatografía". Toray Masson. 1971.
17. "Campaña contra el lirio acuático". Novedades. 27 de mayo de 1984.
18. CANTON, Z. C. "Severa contaminación sufren 10 Estados del Centro del País". Excelsior. 9 de mayo de 1984.
19. CAPURRO, L. F. y Vergara R. R. "Presente y futuro del medio humano". C.E.C.S.A. 1975.

20. CARAGAY, A. B., Levins P. L. and Little A. P. "Evaluation of protocols for pesticides and PCB'S in raw wastewater". Environmental Protection Agency. Cincinnati, Ohio. 1979.
21. CARDARELLY, N. "Controlled release pesticides formulations". C.R. C. Press, Inc. 1976.
22. CARSON, R. "Silent Spring". Houghton Mifflin. Boston. 1962.
23. CENTRO DE ESTUDIOS ECOLOGICOS PARA EL MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES. "Mecanismos técnicos y administrativos para el control de la contaminación del agua". S.A.R.H. 1980.
24. DESARMAN, F. "Paisaje roto. La ruta del ecocidio". Ediciones Océano, S. A. 1984.
25. CHAPMAN, D., Pratt, P. F. "Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas". Trillas. 1973.
26. CHIMELY, E. "Cuantiosos daños ha causado la garrapata en Jalisco". Excelsior. 25 de marzo de 1984.
27. CHIMELY, CH. E. "Prohíben en Jalisco el uso de un insecticida para el mango". Excelsior. 12 de febrero de 1984.
28. COCHRANE, W. P., J. Chromatog. Sci., 17, 3 (1979) 124-137.
29. CONACYT. "Los reguladores de las plantas y los insectos". Tercera edición. 1981.
30. CONFEDERACION NACIONAL AGRONOMICA. "Pérdida de grandes superficies productivas a causa del continuo deterioro ecológico". UNOMAS-UNO. 28 de mayo de 1984.
31. "Contaminación ambiental. Nueva Espada de Damócles". Editorial SAMO, S. A. México. 1972.
32. "Controlan el manejo de insecticidas en ANDSA". Excelsior. 14 de mayo de 1984.
33. CORBETT, J. R. "The biochemical mode of action of pesticides". Academic Press. 1974.
34. CORDOVA, A. "Daña a la ecología el uso de plaguicidas". Excelsior. 6 de agosto de 1984.
35. CORDOVA, A. "En peligro de extinción crías de peces y camarón en ríos contaminados de Chiapas". Excelsior. 1 de abril de 1984.
36. CREMLYN, R. J. "Plaguicidas modernos y su acción bioquímica". Limusa. 1982.

37. CRIPPEN, R. C. "Identification of organic compounds with the aid of gas chromatography". Mc. Graw Hill Book. 1973.
38. CSABA, H. "High performance liquid chromatography: advances and - - perspectives". Academic Press. 1980.
39. CSERNA, Z., Mosiño, P. A., Benassini, O., "El escenario geográfico. Introducción ecológica". I.N.A.H. 1974.
40. "Cuantiosas pérdidas de cítricos en varios Estados de la República". Excelsior. 14 de agosto de 1984.
41. DABRID, G. M. U. "Cromatografía de gases". Alhambra. 1979.
42. DE HAENE, H., Geo, 1, 3 (1976) 40-69.
43. DE HUMBOLDT, A. "Ensayo político sobre el reino de la Nueva España". Porrúa (Colección Sepan Cuantos, 39). Tercera edición. 1978.
44. DE LA JARA, F., De la Parra, C. A. "Manual de toxicología y tratamiento de las intoxicaciones con plaguicidas". Asociación Nacional de la Industria de plaguicidas y fertilizantes, A. C. Distribuidora Shell, S. A. Tercera edición. 1982.
45. DE LA JARA, F., De la Parra, C. A., PANAGFA, 7, 66 (1979) 12, 15-16.
46. DEL NOGARE, S. "Gas liquid chromatography". Interscience. New - - York. 1962.
47. DEPARTAMENTO DE SANIDAD DEL ESTADO DE NUEVA YORK. "Manual de tratamiento de aguas". Limusa. 1981.
48. DEPARTMENT OF FOOD AND AGRICULTURE. "Report on environmental assessment of pesticide regulatory programs". Sacramento, C. A. 1979.
49. "Depredación forestal, macroproblema", El Noticiero Semanal Acierto, 1, 22 (1984) 4-7.
50. "Desaparecen 91,000 kilómetros de bosques tropicales húmedos al año". Excelsior. 11 de agosto de 1984.
51. "Desnutrida un tercio de la población de al." Excelsior. 11 de - - agosto de 1984.
52. DETROUX, L. "Los herbicidas y su empleo". Dikos-Tau, S. A. Barcelona, España. 1966.
53. DE WALLE, F. B., Sung, C. Lo. J., Kalman, et. al., Journal of water - pollution control Federation, 54, 6 (1982), 555-557.
54. DE WAYNE, C. T. "Fungicides advanced treatise". Academic Press. - 1969.



55. DIAZ, L. M. "Responsabilidad del Estado y contaminación. Aspectos - Jurídicos". Porrúa. 1982.
56. "10 millones para erradicar una plaga". UNOMASUNO. 30 de junio de 1984.
57. DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES. "Manuel des methodes analytiques". Direction de la gualite de l'eau. Ottawa, Canada. - 1974.
58. D'ITRI, F. M. and Kamrin, M. A. "PCB'S: Human and environmental - - hazards". Butterworth publishers. 1983.
59. DRUSHEL, H. V., Journal of chromatographic science, 21 (1983) 375-384.
60. DURAN de la Sierra, N. "D. F., zona de desastre". E.D.A.M.E.X. - 1983.
61. DUVIGNEAUD, P. "La síntesis ecológica". Alhambra. 1981.
62. EDWARDS, D. I. "Cromatografía: principios y técnicas". El Manual - Moderno, S. A. 1975.
63. "El gobierno colombiano enfrenta demanda por daños a la ecología". - El Día: Vocero del pueblo mexicano. 2 de julio de 1984.
64. "Elevado índice de picados de alacrán en Ixtapan". Excelsior. 6 de agosto de 1984.
65. "El lirio acuático en la alimentación animal", PANAGFA, 7, 66 (1979) 52-62.
66. ENCICLOPEDIA DE LA VIDA ANIMAL. Bruguera. 1979.
67. ENCICLOPEDIA EL MUNDO ANIMAL. U.T.E.H.A., S. A. de C. V. 1983.
68. ENCICLOPEDIA HISTORIA DE MEXICO. Salvat. 1978.
69. "Encontraron al Basillus Thuningenesis en Monterrey", Ciencia y Desarrollo, 57 (1984) 165.
70. ENGELHARDT, H. "High performance liquid chromatography". Springer Verlag. 1979.
71. "En México, 2.38 metros cuadrados de áreas verdes por habitante; 11 en Moscú y New York. UNOMASUNO. 10 de junio de 1984.
72. ENTOMOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA. "Pesticide handbook". Entoma. - 1976.
73. E.P.A. "Ambient water quality criteria for endosulfan: office of - water regulations and standards". The national technical information service. 1980.

74. E.P.A. "Methods for organic pesticides in water and waste water". - National environmental research center, Analytical quality control laboratory. Cincinnati, Ohio. 1971.
75. E.P.A. "National conference on polychlorinated biphenyls". U.S.A. 1975.
76. E.P.A. "Suspended and cancelled pesticides". 1979.
77. "Está a punto de ser controlada la plaga de chapulín, en Chihuahua". Excelsior. 10 de agosto de 1984.
78. ESTRADA, L., Cañedo, L. "La ciencia en México". Fondo de Cultura - Económica. 1976.
79. ESTRADA, M. E., Sociedad Química de México, 27, 5 (1983) 281.
80. ETO, M. "Organophosphorus pesticides, organic and biological chemistry". C.R.C. Press inc. U.S.A. 1979.
81. "Evalúan en Hidalgo la contaminación que producen las aguas negras - del D.F." Excelsior. 4 de julio de 1984.
82. "Evitan daños a las cosechas con virus". UNOMASUNO. 19 de julio de 1984.
83. FAIR, G. M., Geyer, J. H., Okun, D. A. "Ingeniería Sanitaria y de - Aguas Residuales. Purificación de aguas y tratamiento y remoción de aguas residuales". Limusa. v. II. 1981.
84. FALCON, L. A. "An environmental and economic study of the consequences of pesticide use in Central American cotton production". Trabajo presentado en el XII Congreso Nacional de Entomología. México. 1978.
85. FAUST, S. D. "Fate of organic pesticides in the aquatic environment" American chemical Society. Washington. 1972.
86. FAUST, S. D., and Hunter, J. V. "Organic compounds in aquatic environments". Marcel Dekker, inc. New York. 1971.
87. FEINBERG, J. G., Smith, I. "Cromatografía sobre papel y fina. Electroforesis". Alhambra. 1979.
88. FELL, B. "Introduction to marine biology". Harper & Row Publishers. 1975.
89. "Feromonas", Información científica y tecnología, 6 (1984) 6-7.
90. FERRERO, J. H. "Depuración biológica de las aguas". Alhambra. 1974.
91. "Fertilizantes y pesticidas deterioran el suelo y agua en el Valle - de Culiacán". El Universal. 4 de febrero de 1984.

92. FEST, C. and Schmidt, K. J. "The chemistry of organophosphorus pesticides". Springer Verlag. Berlin. 1973.
93. FICHTER, G. S. "Insect pests". Golden Press. New York. 1966.
94. FLORESCANO, E. "Bibliografía del maíz". CONASUPO. México. 1972.
95. FLORESCANO, E. "Origen y desarrollo de los problemas agrarios de México". ERA. 1979.
96. GALVAN, V. N. "Las costas del Golfo de México, las más contaminadas del País". El Universal. 8 de agosto de 1984.
97. GARCIA, A. M. "Patología vegetal práctica". Limusa. México. 1980.
98. GARCIA, V. M., PANAGFA, 7, 66 (1979) 31-34.
99. GARCIA SORDO, M. "México produce solo 56% de las semillas mejoradas que requiere, fracasó la revolución verde, opinan científicos". UNOMASUNO. 11 de junio de 1984.
100. GARZA. "Contaminación de mantos acuíferos". UNOMASUNO. 20 de agosto de 1984.
101. GIDDINGS, J. C. "Chemistry, man and environmental change". Canfield Press, San Francisco. 1973.
102. GILMOUR, D. "Metabolismo de los insectos". Alhambra. 1968.
103. GOGERTY, R., El surco, 1 (1983) 2-4.
104. GONZÁLEZ, A. "Peligra la fauna del río Balsas y del Pacífico por la contaminación". Excelsior. 4 de julio de 1984.
105. GONZALEZ, C. "Impostergable, la protección del medio ambiente". - Excelsior. 13 de agosto de 1984.
106. GONZALEZ, C. M. "La agroquímica y la ingeniería química en la industria alimentaria". Trabajo presentado para la I.M.I.Q. de México. 1973.
107. GONZALEZ DE COSIO, M. "Especies vegetales de importancia económica en México". Porrúa, S. A. 1984.
108. GONZALEZ, R. A. "Roedores plaga en las zonas agrícolas del Distrito Federal". Instituto de Ecología, A. C. 1980.
109. GROB, R. L. and Kaiser, M. A. "Environmental problem solving using gas and liquid chromatography". Journal of chromatography - library. v. XXI. Elsevier Science Publishing. 1983.
110. GUDZINOWICZ, B. "Fundamentals of integrated GC-MS". Marcel Dekker. New York. 1976.

111. GUDZINOWICZ, B. "Gas chromatographic analysis of drugs and pesticides". Polaroid Corporation. Waltham, Massachusetts. Marcel Dekker, inc. New York. 1967.
112. GUTHER, F. A., Jeppson, L. R. "Insecticidas modernos y la producción mundial de alimentos". C.E.C.S.A. 1964.
113. HALFTER, G., Ciencia y Desarrollo, 57 (1984) 154-156.
114. HANSON, D. J., Chemical and engineering news, 62, 10 (1984) 13-16.
115. HARRD, V. A. "En peligro de perderse, 5 mil hectáreas de sorgo en Irapuato". Excelsior. 14 de agosto de 1984.
116. HARTLEY, G. S., and West, T. F. "Chemicals for pest control". Pergamon Press. 1969.
117. HASSALL, K. A. "World crop protection". v. II, Pesticides. London Liffe Books, L.T.D. 1969.
118. HAYES, W. J. "Toxicology of pesticides". Williams & Wilkins Company. U.S.A. 1975.
119. HEADLEY, J. C. "The pesticide problem: an economic approach to public policy". Washington resources for the future. 1967.
120. HERNANDEZ, J. E., Benderly, A., Ciencia y Desarrollo, 47 (1982) 52-62.
121. HERNANDEZ, L. "Infectadas de roya, más de 86,000 hectáreas de café en Soconusco". Excelsior. 8 de mayo de 1984.
122. HINDIN, E., Bennet, P. J. "Transport of organic insecticides to the aquatic environment". Advances in water pollution: 5th international conference. San Francisco and Hawaii. 1970.
123. HOLY, M. "El agua y el medio ambiente". O.N.U., F.A.O. Roma. 1974.
124. HOROWITZ, W. "Official methods of analysis of the association of official analytical chemists". Association of Official Analytical Chemists. 12 edition. Washington, D. C. 1975.
125. HUERTA, W., Calderón, H., Revista del Consumidor, 79 (1983) 4-11.
126. HUFFAKER, C. B. "New technology of pest control". John Wiley & Sons. New York. 1980.
127. "Indemnizarán a soldados de EU dañados con dioxina". Excelsior. 8 de mayo de 1984.
128. INFORME PATROCINADO CONJUNTAMENTE POR F.A.O. Y O.M.S. "Residuos de plaguicidas en los alimentos". 1981.

129. INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL. "La Ciudad de México, una de las -  
urbes más contaminadas del mundo". UNOMASLNO. 25 de mayo de  
1984.
130. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. "Sterility principle for in-  
sect control". Vienna. 1975.
131. "Irán se queja de que Irak lo ataca con armas químicas". Excelsior.  
11 de agosto de 1984.
132. "Invaden las plagas sembradíos del EdeM". Excelsior. 22 de agosto  
de 1984.
133. JACCHIA, E. "Armas químicas, un peligro que arranca". Excelsior.  
2 de junio de 1984.
134. JACOBSON, M. "Insecticides of the future". Marcel Dekker, inc. -  
New York. 1975.
135. JACOBSON, M. "Naturally occurring insecticides". Marcel Dekker, -  
inc. New York. 1971.
136. JARA, L. A. "Grave penuria del agro de AL". Excelsior. 11 de ma-  
yo de 1984.
137. JENNINGS, W. G. "Comparisons of fused silica and other glass -  
columns in gas chromatography". Alfred Hüthig Verlag. 1981.
138. JENNINGS, W. G. "Gas chromatography with glass capillary columns".  
Academic Press. 2nd. edition. 1980.
139. JUAREZ, V. M. "40% de los mexicanos, subalimentados: SSA". UNOMAS  
UNO. 8 de agosto de 1984.
140. "Juicio contra el gobierno de EU por usar armas químicas en Viet--  
nam". Excelsior. 7 de mayo de 1984.
141. KALASINSKY, K. S., Journal of chromatographic science, 21 (1983) -  
246-253.
142. KEARNEY, P. C. and Kaufman, D. D. "Degradation of herbicides". -  
Marcel Dekker, inc. New York. 1969.
143. KHAN, M. A. Q. "Pesticides in aquatic environments". Plenum Press.  
New York. 1977.
144. KILGORE, W. W., and Douth, R. L. "Pest control, biological, physi-  
cal and selected chemical methods". Academic Press. New York  
and London. 1967.
145. KIRCHNER, J. G. "Thin layer chromatography". Wiley. 2nd. edition.  
New York. 1978.

146. KIRK-OTHMER. "Encyclopedia of chemical technology". John Wiley & Sons. 3rd. edition. 1981.
147. KISELEV, A. V. "Gas-adsorption chromatography". Plenum Press. - 1969.
148. KORZUN, V. I. y Sokolov, A. A., El correo de la UNESCO, 2 (1978) - 5-9.
149. "La abeja africana ataca de nuevo". Ciencia y Desarrollo, 57 --- (1984) 164.
150. LAGUNES, T. A. "Manejo de insecticidas piretroides". Colegio de - Postgraduados, Chapingo. 1982.
151. "Las ratas infestan las computadoras". UNOMASUNO. 9 de agosto de 1984.
152. "La vida en el planeta tierra. Contaminación". Breach I. v. XVII. Montaner y Simon, S. A. Barcelona. 1978.
153. "La vida en el planeta tierra. La conservación del medio ambiente". Crawford, M. v. XVIII. Montaner y Simon, S. A. Barcelona. 1978.
154. LEONI, V., Puccetti, G., et. al., Journal of Chromatography, 125 - (1976) 399-407.
155. LEON-PORTILLA, M. "Los Antiguos Mexicanos a través de sus crónicas y cantares". Lecturas Mexicanas. 1983.
156. LOBATO, P. "Severas medidas sanitarias para evitar el dengue y el paludismo". Excelsior. 9 de agosto de 1984.
157. LOPEZ AUSTIN, A. "Textos de medicina náhuatl". U.N.A.M. Instituto de Investigaciones Históricas. 1975.
158. "Los recursos del mundo en el año 2 000". Ciencia y Desarrollo, 52 (1983) 5-33.
159. LUKENS, R. J. "Chemistry of fungicidal action". Springer Verlag. Berlín Heidelberg. 1971.
160. "Manejo seguro de plaguicidas", Agro-síntesis, 14, 10 (1983) 70-73.
161. MANJARREZ, A. "Contaminado el Lago de Valsequillo, afirma Guzmán - A. Director de Ingeniería Q, en la UAP". Excelsior. 15 de - agosto de 1984.
162. MARQUEZ, D. y Coronado, P. R. "Introducción a la entomología". Li - mosa. 1975.

163. MARIN, N. "Incremento alarmante de acidez en las lluvias del DF". Excelsior. 19 de agosto de 1984.
164. MARIN, N. "No moriremos callados dicen los purepechas". Excelsior. 19 de agosto de 1984.
165. MARTIN, H. "The scientific principles of crop protection". Edward Arnold. Sixth edition. 1973.
166. "Más de cien millones sufren desnutrición y pobreza en AL". El Heraldo de México. 11 de agosto de 1984.
167. MA, TSU, S. "Organic functional group analysis chromatography". - Academic Press. 1976.
168. McCLINTIC, D., El surco, 3 (1984) 12.
169. McEWEN, F. L., and Stephenson, G. R. "The use and significance of pesticides in the environment". John Wiley & Sons. New York. 1979.
170. MCGREGOR-LOAEZA, R., Revista de la Universidad de México, 29, 6-7 (1975) 8-13.
171. MCGREGOR, R. "Guía de insectos nocivos para la agricultura en México". Alhambra. 1983.
172. McKAY, D. and Wolkoff, A. W., Can. Research, vol. VII, 7 (1973) -- 611-614.
173. McNAIR, H. M. "Cromatografía líquida de alta presión". Unión Panamericana. Depto. de Asuntos Científicos. 1973.
174. McNAIR, H. M., Journal of chromatographic science, 21 (1983) 529-540.
175. MEJIA, L. "Lo grave es la falta de colaboración ciudadana para atacar la contaminación". El Día: Vocero del pueblo mexicano. - 4 de junio de 1984.
176. MESTRES, R. "Avant-projet de norme: Dosage des résidus de pesticides dans les eaux". Doc. A.F.N.O.R., C.E. Eaux-Pesticides, - T 91-M-doc. 1976.
177. MESTRES, R. "Caracteres généraux des pollutions collectives. Pollution par les pesticides". Congrés pollution et traitement des eaux, Montpellier. 1970.
178. MESTRES, R., Leonard, M. G., Chevalier, M. C. "Etude sur la mesure des résidus de pesticides dans les eaux naturelles". Délégation a l'Aménagement du Territoire et a l'action régionale. - Ed. Faculté de Pharmacie, Montpellier. 1968.

179. METCALF, R. L. and Flint, W. P. "Destructive and useful insects: - their habits and control". McGraw Hill Book Co. Inc. New - - York. 1962.
180. METCALF, R. L. and Luckmann, W. "Introduction to insect pest management". Wiley interscience. New York. 1975.
181. MEXICO A TRAVES DE LOS SIGLOS. Publicada por Vicente Riva Palacio. Cumbre, S. A. 1981.
182. MINISTRY OF THE ENVIRONMENT. "Surface water treatment workshop. Training and certification section". Ontario, Canada. 2nd. edition. 1975/1976.
183. MITCHELL, E., McLaughlin, J., et. al., El surco, 3 (1984) 14.
184. MONTIJO, M. "Alta cantidad de residuos tóxicos en vegetales por - abuso de pesticidas". Excelsior. 4 de marzo de 1984.
185. MONTIJO, M. "EU detiene la entrega del mango mexicano". Excelsior. 20 de agosto de 1984.
186. MONTIJO, M. "Peligran 100 000 Has. de cártamo en Sinaloa por un - virus: UAS". Excelsior. 8 de mayo de 1984.
187. MORENO, D. "Habr  100 mil toneladas de naranjas de Yucatán". El - Herald de México. 11 de agosto de 1984.
188. MOORE, L. F., Collins, J. "El hambre en el mundo diez mitos". Co- pider. 1984.
189. MOVIMIENTO ECOLOGISTA MEXICANO. "Peligro de desastre ecológico en la ciudad por falta de conciencia social". UNOMASUNO. 23 de mayo de 1984.
190. MOVIMIENTO ECOLOGISTA MEXICANO. "Subió a 97.5% el índice de conta- minación en la ciudad de México, dice el movimiento ecologista". UNOMASUNO. 26 de mayo de 1984.
191. MUSKAT, L. and Aharonson, N., Journal of chromatographic science, - 21 (1983) 411-414.
192. "Naranjas insecticidas". UNOMASUNO. 2 de agosto de 1984.
193. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. "Desarrollo y control de las enferme- dades de las plantas. Control de plagas de plantas y animales". Limusa. v. I. 1981.
194. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. "Efectos de plaguicidas en la fisio- logía de frutas y hortalizas. Control de plagas de plantas y animales". Limusa. v. VI. 1980.



195. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. "Manejo y control de plagas de insectos. Control de plagas y animales". Limusa. v. III. 1982.
196. NATIONAL BIODENVIRONMENTAL RESEARCH CENTER. "Analysis of pesticide residues in human and environmental samples". U.S.A. 1972.
197. NAVA, C. C. DE. "Manual de métodos para la identificación de mutágenos y carcinógenos químicos ambientales". Instituto de Investigaciones Biomédicas. v. I. 1980.
198. NEEDHAM, J. G. y P. R. Needham. "Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces". Reverte, S. A. 1978.
199. "Nuevos cancerígenos". UNOMASUND. 2 de agosto de 1984.
200. NULTON, C. P. and Johnson, D. E., "Aromatic hydrocarbons in marine tissues from the central Gulf of Mexico". Journal of Environmental Science. Health A., 16, 271 (1981).
201. NYAGAH, G., Journal of chromatographic science, 19 (1981) 500-502.
202. O'BRIEN, R. D. "Insecticides action and metabolism". Academic - Press. 1977.
203. ODELL, R. "Environmental awakening (the new revolution to protect the earth)". The Conservation Foundation. Ballinger. 1980.
204. OLMEDO, R. "La política ecológica. Los cuarenta". Excelsior. - 5 de julio de 1984.
205. OLMEDO, R. "La política ecológica. Lluvia ácida y desnutrición". Excelsior. 22 de agosto de 1984.
206. OMI/FAO/UNESCO/OMM/OMS/OIEA/NACIONES UNIDAS/PNUMA. "Informe del - décimo tercero período de sesiones, grupo mixto de expertos, - sobre los aspectos científicos de la contaminación de las - - aguas del mar". (GESAMP) Ginebra. 1983.
207. O.N.U. "Resolución 37/137 de la Asamblea General sobre Protección contra los productos perjudiciales para la salud y el medio - ambiente". 1983.
208. "Otros plaguicidas", Naturaleza, 13, 2 (1982) 79.
209. PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION. "Instrumental analysis of water pollution control". Pan American Sanitary Bureau, Regional - Office of the World Health Organization. 1975.
210. "Para destruir la dioxina", Naturaleza, 13, 2 (1982) 77.
211. PASH, G. L., Naturaleza, 13, 1 (1982) 47-51.

212. PEDROZA, F. E. "Dos intoxicados con frijol negro en Ciudad Victoria". Excelsior. 11 de marzo de 1984.
213. PERALTA, A. "Severo quebranto ecológico en 14 Municipios del Estado de Hidalgo". El Día: Vocero del pueblo mexicano. 4 de julio de 1984.
214. "Pérdidas anuales por 2 185 millones de pesos por los daños que provoca el gusano barrenador en Jalisco". El Universal. 27 de mayo de 1984.
215. "Pérdidas por la viruela del algodón". Excelsior. 10 de agosto de 1984.
216. PEREZ, M. G. "Poca importancia dan en AL a accidentes causados por sustancias químicas". Excelsior. 10 de agosto de 1984.
217. PEREZ, R., Berud, G., Arenas, V., "La contaminación en el medio marino". Secretaría de Marina. Dirección General de Oceanografía y Señalamiento Marítimo, (1974) 12-18.
218. PESSON, P. "La contaminación de las aguas continentales: incidencias sobre biocenosis acuáticas". Mundi Prensa. Madrid. 1979.
219. "Pesticida viviente", Agro-síntesis, 14, 10 (1983) 46.
220. PFEIFFER, C. D. et al., Journal of chromatographic science 18 (1980) 330-332.
221. PHILBRICK, J. and Philbrick, H. "El libro de los insectos. Control inofensivo de insectos". C.E.C.S.A. 1980.
222. PINKERTON, C., Cohen, V. M. "Widespread translocation de pesticides by air transport and rain". American Chemical Society. - Atlantic City. 1965.
223. POPI, M., et. al., Journal of chromatographic science, 21 (1983) - 39-42.
224. POPOL VUH. ANTIGUAS HISTORIAS DE LOS INDIOS QUICHES DE GUATEMALA. Porrúa (Colección Sepan Cuántos, 36). Tercera edición. 1968.
225. PRESTON, S. T. Jr. "A guide to analysis of pesticides by gas chromatography". Polyscience Corporation. U.S.A. 1967.
226. PRIMO YUFERA, E. "Química agrícola. Plaguicidas y fitorreguladores". Alhambra. v. II. 1980.
227. "Pronatura.- El DDT y sus consecuencias". Excelsior. 4 de julio de 1984.
228. "¿Qué causa las enfermedades de las plantas?", Agro-síntesis, 14, - 10 (1983) 17-19.

229. RAMANATHAM, M., Gady, A. F. Jr., and Cook, E. E. "Selected analytical methods for research in water pollution control". Bioenvironmental Engineering school of Civil Engineering, Oklahoma State University, Stillwater, Oklahoma. Publication M-2 of the Center of Water Research in Engineering.
230. RAMIREZ, M. M., *Naturaleza*, 12, 2 (1982) 92-102.
231. "Reactivan la campaña contra el dengue". *Excelsior*. 9 de agosto de 1984.
232. "Reformas y adiciones a leyes sobre ecología". *El Día: Vocero del pueblo mexicano*. 4 de julio de 1984.
233. REYES, C. P. "Historia de la Agricultura, Información y Síntesis". AGT Editor, S. A. 1981.
234. REYES, E. J. "Drásticas medidas para evitar que sigan contaminando se los litorales nacionales". *UNOMASUNO*. 30 de julio de 1984.
235. RIEGEL'S. "Handbook of Industrial Chemical". Van Nostrand. New York. 1979.
236. "Riesgos de las sustancias químicas". *UNOMASUNO*. 9 de agosto de 1984.
237. ROCHE, L. "Intoxications par les pesticides, prevention dans les pays en developpement". Masson. 1981.
238. RODIER, J. "Análisis de las aguas". Omega. Barcelona. 1981.
239. ROJAS, R. "Uso indiscriminado, inadecuado y sin control de los plaguicidas en México". *UNOMASUNO*. 3 de octubre de 1983.
240. RUBY, J. "Vietnam: los muertos vivientes que dejó E.U.", *Excelsior*. 7 de mayo de 1984.
241. SAENZ, L. "Peligra la ecología de Costa Rica -emplean agroquímicos para combatir la roya-". *Excelsior*. 6 de marzo de 1984.
242. SALDAÑA, H. J. "Cosecha récord de trigo en el país: 4 millones 500 mil toneladas". *El Heraldo de México*. 11 de agosto de 1984.
243. SCIENTIFIC AMERICAN (SELECCIONES). "Química y ecósfera". Ediciones Hermann Blume, Madrid, España. 1973.
244. SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS. "Manual de plaguicidas autorizados en cultivos de hortalizas para 1984". Dirección General de Sanidad Vegetal.
245. SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS. "Manual de plaguicidas autorizados para 1984". Dirección General de Sanidad Vegetal.

246. SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS. "Necesidades de Agroquímicos para 1984". Comité Nacional Calificador de Insumos.
247. SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS. "Reglamento para el control y uso de herbicidas 1980". Dirección General de Salud Vegetal.
248. SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS. "Ley Federal de aguas". 1976.
249. SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA. "Cuadernos de la Secretaría de Salubridad y Asistencia Nº 4. Foro de consulta popular para la Planeación Democrática de Salud". Dirección General de Comunicación Social. 1983.
250. SEINFELD, J. H. "Contaminación atmosférica, fundamentos fisicoquímicos". Instituto de Investigaciones de Administración Local. Madrid. 1978.
251. "Severa desnutrición padece América Latina". Excelsior. 10 de - - agosto de 1984.
252. SHARVELLE, E. G. "Chemical control of plant diseases". Grant Davies Companies. 1969.
253. SHERMA, J. and Zweig, G. "Analytical methods for pesticides and - plant growth regulators - thin layer and liquid chromatography: pesticides on international importance". Academic Press. - U.S.A. 1973.
254. SIEGRIST, T. W., Journal of water pollution control Federation, 54, 6 (1982) 737-749.
255. "Siembras de trigo contaminadas en BCN". Excelsior. 14 de mayo de 1984.
256. SMITH, R. L. and Pietrzyk, D. J., Journal of chromatographic science, 21 (1983) 282-287.
257. SMUTS, T. W. and Bolshoff, P. R., Journal of chromatography science, 18 (1980). 315-323.
258. SOCIETY OF CHEMICAL INDUSTRY. "Physico-chemical and biophysical - factors affecting the activity of pesticides". S.W.I. 14 Belgrave-Square London. 1968.
259. SORIA, P. F. M. "Contribución al estudio de los hemiptera-heteroptera de México. XVIII Revisión de la tribu harmostini etal - - (Rhopalidae) y descripción de una nueva especie". An. Ins. - Biol. U.N.A.M. 51 (1980) Ser. Zool. (1): 123-168, 28-XII-1981.

260. SOSA, R. "Pastel de boda contaminado, hay 25 intoxicados". Excelsior. 4 de julio de 1984.
261. STEEL, E. W. and Terence Mc Ghee. "Water supply and sewerage". - McGraw Hill. Fifth edition. 1979.
262. STEWART, B. A., Woolshier, D. A., Wischmeier, W. H., Caro, J. H., - Frere, M. H. "Control of water pollution from cropland, Volume I, A manual for guideline development". Agricultural - - Research Service U. S. Department of Agriculture, E.P.A. Office of Research and Development. 1975.
263. STORCH DE GRACIA, J. "Fundamentos de la cromatografía de gases". - Alhambra. 1975.
264. STREET, J. C. "Pesticide selectivity". Marcel Dekker, inc. New - - York. 1975.
265. STROBBE, M. A. "Origenes y control de la contaminación ambiental". C.E.C.S.A. 1973.
266. SZEKELY, F. "El medio ambiente en México y América Latina". Nueva Imágen. 1978.
267. TARDAT, M., et Beaudry, J. P. "Chimie des eaux". Griffon D'argile, inc. 1984.
268. THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. "Controlled release pesticides". A Symposium Sponsored by the Division of Pesticide Chemistry at the 173rd. meeting. New Orleans. 1977.
269. THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. "Organic pesticides in the environment". A Symposium co-sponsored by the Division of Water, Air and Waste Chemistry and the Pesticide Subdivision of the Agricultural and Food Chemistry at the 150th meeting. Atlantic - City. 1965.
270. THE CHEMICAL SOCIETY. "Chemistry and Agricultural1. Proceedings - of a Symposium organized by the Industrial Division of the - - Chemical Society as part of the Annual Chemical Congress. Great Britain. 1979.
271. THE EDITORS OF FORTUNE. "The environment". Harper & Row. 1970.
272. THE FEDERAL WORKING GROUP ON PEST MANAGEMENT. "Proceedings of the National Conference on pesticide containers". U.S.A. 1972.
273. THE INTERNATIONAL TECHNICAL INFORMATION INSTITUTE. "Toxic and - - - hazardous Industrial Chemicals safety manual". Tokyo, Japan. 1978.
274. THE SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICAN. "Pesticides and their effects on soils and water ASA Special Publication number 8". Symposium papers. Published by the Soil Society of America, inc. 1966.

275. THE WORLD WILDLIFE FUND. "The world of wildlife". The Hamlyn Publishing Group. England. 1977.
276. THOMAS, Q. V., et. al., Journal of chromatographic science, 18 -- (1980) 583-593.
277. THOMSON, W. T. "Agricultural Chemicals book I, insecticides". -- Thomson Publications. 1976.
278. THOMSON, W. T. "Agricultural Chemicals book II, herbicides". -- Thomson Publications. 1976.
279. THOMSON, W. T. "Agricultural Chemicals book IV, fungicides". -- Thomson Publications. 1977.
280. TOLEDO, A. "Como destruir el paraíso". Océano. 1983.
281. TORRES, L. G. "Plagas e insecticidas en el campo de México". Segunda edición. 1966.
282. TRANCHANT, J. "Manual práctico de cromatografía en fase gaseosa". Toray-Masson, S. A. 1972.
283. TURK, A., Turk, J., Wittes, J. T. "Ecología -contaminación- medio ambiente". Nueva editorial Interamericana, S. A. de C. V. -- 1972.
284. "Urgen medidas contra la abeja africana". UNOMASUNO. 2 de agosto de 1984.
285. U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. "Biological agents for pest control, Status and Prospects". 1978.
286. "Vacuna contra la malaria", Ciencia y Desarrollo, 57 (1984) 8.
287. VAN VALKENBURG, W. "Pesticide formulations". Marcel Dekker, inc. New York. 1973.
288. VAZQUEZ, Y. C. "Deterioro ambiental sus causas y efectos". C.E.C. S.A. 1982.
289. VELEZ, L. E. "Notas del curso de parasiticidas agrícolas". Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo. 1977.
290. VELEZ, L. E. "Desarrollo de la Industria de parasiticidas agrícolas en México hasta 1964". Dirección General de Sanidad Vegetal. 1964.
291. VELEZ, L. E., Fitófilo, 79 (1979) 15-146.
292. VERSCHUEREN, K. "Handbook of environmental data on organic chemicals". Van Nostrand Reinhold, 2nd. edition. New York. 1983.

293. VILLEGAS Y DE GANTE, M. "Malezas de la cuenca de México". Instituto de Ecología, A. C. 1979.
294. VIZCAINO, M. F. "La contaminación en México". Fondo de Cultura Económica. 1975.
295. VON ELICKSTED, H., PANAGFA, 7, 66 (1979) 19-22.
296. WARD, W. R., De Graeve, M. G., Journal of water pollution control Federation, 50, 12 (1978) 2703-2722.
297. WARE, G. W. "Pesticides". W. H. Freeman and Co. 1975.
298. WEIR, D., Schapiro, M. "Círculo de Veneno". Terra Nova. 1982.
299. WEISER, T. "Avanzan desecación y azolve en Pátzcuaro". UNOMASUNO. 30 de julio de 1984.
300. WEISER, T. "No es solo responsabilidad del Estado la ecología, - afirmo DLM". UNOMASUNO. 10 de junio de 1984.
301. WEISER, T. "Se desconoce la contaminación del aire del D. F." UNOMASUNO. 29 de mayo de 1984.
302. WEISER, T. "Se necesita una solución integral al problema de la contaminación del D. F." UNOMASUNO. 28 de mayo de 1984.
303. WHITE-STEVENS, R. "Pesticides in the environment". Chairman, - Bureau of Conservation and environmental science college of - Agriculture and Environmental Science Rutgers University of - New Jersey. Marcel Dekker, inc. 1971.
304. WILLARD, H. H., Merritt, L. L. "Métodos instrumentales de análisis". C.E.C.S.A. 1976.
305. WILSON, C. L., Matthews, W. H. "La influencia del hombre en el medio global. Informe del SCEP". Fondo de Cultura Económica. 1976.
306. WINIKOFF, B., et al. "Nutrition and National Policy". The MIT Press. Boston. 1978.
307. WONG, R. "En peligro de extinguirse 435 000 hectáreas de bosques - en Hidalgo". Excelsior. 25 de marzo de 1984.
308. WOODS, A. "Pest control: A survey". Mc Graw Hill. 1974.
309. WOOLSON, E. A. "Arsenical pesticides". A symposium sponsored by - the Division of pesticide chemistry at the 168th meeting of - the American Chemical Society. Atlantic City A. C. S. Symposium serie 7. American Chemical Society. 1975.

310. WORLD HEALTH ORGANIZATION. "Safe use of pesticide". Technical - report serie number 513. GENEVA. 1973.
311. ZIM, S., and Cottam, C. "Insects a guide to familiar american - insects". Golden Press. 1982.