

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE QUIMICA**



“ IMPORTANCIA SOCIOECONOMICA DEL  
EMPLEO DE PLAGUICIDAS EN MEXICO ”

54

# **MONOGRAFIA**

**SILVIA CANSECO GONZALEZ**

**QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO**

**MEXICO, D. F.**

**1974**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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 esta 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.

A Mamá y Papá con inmenso cariño  
y reconocimiento

A José Antonio  
con amor

Con cariño a mis hermanos:  
Enriqueta, Irma, Martha, Mari Carmen,  
Mario y Armando.

A mis incontables  
queridos amigos

A mi Familia

A los Maestros que han contribuído a mi  
formación y a mis escuelas:  
" Las Tres Américas ",  
Escuela Secundaria Núm. 18,  
Escuela Nacional Preparatoria Núm. 4 y  
Facultad de Química.

Mi agradecimiento:

al Personal Administrativo de la Dirección  
General de Sanidad Vegetal, por su ayuda  
y al Personal Profesional de la misma por  
sus orientaciones e indicaciones.

Al Honorable Jurado

Y a mi hermana Ma. del Carmen, por su  
inapreciable ayuda en la elaboración de  
la presente monografía.

" IMPORTANCIA SOCIOECONOMICA DEL EMPLEO DE PLAGUICIDAS  
EN MEXICO "

- I. INTRODUCCION.
- II. JUSTIFICACION DEL USO DE PLAGUICIDAS COMO PROTECCION •  
A LA PRODUCCION AGRICOLA.
- III. DESCRIPCION.
- IV. ACCION BIOQUIMICA Y TOXICIDAD. •
- V. ASPECTO ECONOMICO.
- VI. CONSECUENCIAS DE LA APLICACION DE PLAGUICIDAS. •
- VII. CONCLUSIONES.
- VIII. BIBLIOGRAFIA.

## I. INTRODUCCION

Hace 2000 años en la Grecia antigua, se tenía conocimiento de más de 500 organismos animales y a mediados del siglo XIX, este número había aumentado varios cientos de miles.

Actualmente, el número de organismos en especies conocidas de animales y microorganismos rebasa los dos millones, de éstos, - más de 68000 insectos diferentes pueden provocar enfermedades al - hombre, animales domésticos y silvestres, asimismo a plantas y des componen o atacan a gran variedad de materiales. Puede decirse que el número de diferentes microorganismos dañinos y plantas no es menor.

Ha sido bien determinado que en agricultura, no menos de una tercera parte de la cosecha se pierde a causa de enfermedades y plagas y si éstas no son sistemáticamente controladas, las pérdidas pueden ser aún mayores.

De acuerdo con cálculos efectuados por especialistas, si las enfermedades y plagas de cosechas no se controlan adecuadamente, en el mejor de los casos no se obtendría ni el 50% de los cultivos de: papa, calabaza, manzana, durazno, etc. ( 12 ).

Las invasiones de insectos indeseables pueden ser combatidas con éxito, a veces temporalmente, con diferentes medidas de control



biológico tanto como químico, siendo este campo en que el hombre se ha esforzado con más ahínco para producir más y mejores alimentos. A través de todos los tiempos, ha experimentado diversas sustancias en su mayoría ignorando la acción real, en su incansable lucha por arrebatarse a los insectos su propio alimento. El objeto final práctico del control que trata de ejercer, es reducir al mínimo el ataque y daños de los insectos a su salud y posesiones.

Los insecticidas y acaricidas matan a los insectos y ácaros, respectivamente, debido a la acción química que ejercen sobre la biología de la plaga en cuestión. La historia de los intentos de control químico empezó técnica y realmente en 1850; el desarrollo del control de plagas por medios químicos se ha expandido enormemente — desde sus comienzos y ya en 1900 eran de uso general una gran variedad de mezclas de plaguicidas ( 8 ).

## II. JUSTIFICACION DEL USO DE PLAGUICIDAS COMO PROTECCION A LA PRODUCCION AGRICOLA

A través de toda la existencia del hombre sobre la Tierra, millones de insectos han masticado, chupado, mordido y barrenado su persona, ganando cosechas, jardines, etc.; ya que todos los suelos agrícolas tienen insectos en abundancia. Es muy difícil valorar las pérdidas actuales causadas por insectos, debido a que muchos factores no se puede correlacionar de inmediato con la actividad del insecto o se enmascaran unos a otros por su naturaleza.

No cabe duda que los ataques de los insectos reducen el rendimiento de las cosechas bajando su calidad, aumentando el costo de producción y requiriendo considerables gastos adicionales para su control.

Métodos apropiados para mantener el daño causado por insectos dentro de los límites económicos, son esenciales para la alimentación adecuada de la población mundial actual. La creciente demanda de alimentos no puede satisfacerse aumentando las áreas de cultivo y la única respuesta práctica es tener una producción más eficiente, esto puede lograrse únicamente por los diferentes tipos de control, aplicando en cada caso lo que particularmente convenga y más al alcance esté del agricultor; los tipos de control son dos grandes grupos: artificial y natural. Dentro del artificial se incluye: control químico, control físico y mecánico, control por rotación de cultivos, control biológico, control legal.

Dentro del control natural: factores climáticos, accidentes topográficos, insectos predadores, enfermedades de los insectos, etc.

El uso de medios físicos para controlar ciertas plagas se está haciendo patente en la actualidad como se ha demostrado en el empleo de barreras de aire para prevenir la entrada de moscas a locales: si la velocidad del aire es de 1536 a 2200 pies por minuto, sólo del 8 al 20% de las moscas es capaz de pasar esta barrera; se llega a obtener una exclusión hasta del 92% cuando el aire se descarga dentro de un cuarto con un ángulo de  $15^\circ$  y una velocidad de 1793 pies/min. El uso de velocidades superiores a 1500 pies/min., en establecimientos donde se maneja alimentos, no parecen muy factibles desde el punto de vista de aceptación pública ( 10 ).

Este tipo de control es bastante impracticable en nuestro medio y sobre todo si se tiene en cuenta que los mayores problemas causados por insectos, en la actualidad, se encuentran en los campos agrícolas.

Los métodos de control son dirigidos por el hombre en contra de los insectos dañinos que han escapado a las influencias represoras de los factores naturales.

La conciencia de que los ataques por insectos podrían suprimirse hasta niveles de importancia económica por medios químicos, enfatizó la necesidad de estudios más cuidadosos de la vida de los insectos

Una sustancia química para control de insectos no debe ser - exclusivamente una sustancia tóxica sino que existen otros factores a considerar: el principal, es la posible acción adversa sobre el animal o la planta bajo tratamiento, el costo del insecticida, naturaleza y grado de persistencia de los residuos del insecticida, además factores de costo y facilidad de aplicación ( 8 ).

Existen muchos ejemplos de destrucción en masa de diversos cultivos debidas a enfermedades y plagas: en 1845-51, en Irlanda, a - resultas de una infección masiva de hongos *Phytophthora* en papas, la mayor parte de esta cosecha se perdió, dando por resultado la muerte de cerca de un millón de personas. Este infortunio se multiplicó por la superstición popular de no usar las papas infectadas como alimento. En 1930, en los Estados Unidos, se perdió más del 30% de la cosecha de avena y en 1954 en Canadá oriental, se destruyó cerca de - - tres millones de toneladas de cosecha.

Además de las plagas vegetales, hay representantes de varios organismos vivos: insectos, ácaros, moluscos, nemátodos, hongos, - bacterias, virus y plantas parasitarias. Un gran número de microorganismos fitopatógenos e insectos infectan: papas, maíz, cereales, frijol, frutas y verduras, algodón, etc., sin considerar aquéllos que atacan - madera, papel, productos del algodón, lana, hule, plástico, pieles, - los que actúan como vectores de enfermedades y representan un grave peligro para la salud de animales domésticos y del hombre ( 12 ).

Es verdaderamente aterrador el daño causado por los insectos cuando se considera las pérdidas desde un punto de vista mundial; aun que no existen datos completamente confiables, se puede tomar como base las pérdidas causadas en E.U.A. para calcular las existentes en otros países, estimadas sobre la base de terreno cultivado, y representarán las pérdidas mínimas que se pueda tener.

CALCULO DE PERDIDAS ANUALES MINIMAS, CAUSADAS POR INSECTOS ( 8 ).

PAIS	Area Total Miles de Hectáreas	Tierra Cultivada	Pérdida Anual Millones de Pesos
Australia	775	29	3,500.00
Brasil	850	19	5,300.00
Canadá	920	37	11,000.00
China	960	90	25,000.00
Dinamarca	4.4	3	800.00
Francia	54	20	6,000.00
Costa de Oro	20	1	340.00
India	270	120	34,400.00
Italia	30	15	4,250.00
Reino Unido	24	7	2,020.00
E. U. A.	770	180	51,000.00
Rusia	2,200	220	62,000.00
Alemania Occid.	24	9	2,350.00

Los problemas causados por plagas de insectos no se pueden - reducir a datos meramente de índole económica, sino mirar hacia ade

lante y tener en cuenta las consecuencias en cuanto a la reducción en cantidad y calidad de los alimentos.

PERDIDAS POR PLAGAS EN ALGUNOS CULTIVOS DE IMPORTANCIA ECONOMICA  
EN MEXICO ( AÑO DE 1966 ) ( 22 )

CULTIVO	Cosecha en Toneladas	Valor de la Cosecha \$	Pérdida en Toneladas	Valor de la Pérdida \$
Ajo	16,965	34,354,125.00	2,994	6,062,493.00
Alfalfa	5,724,000	686,880,000.00	1,010,117	121,214,117.00
Algodón	636,328	4,167,948,400.00	112,293	735,520,305.00
Arroz	389,615	423,472,650.00	68,755	76,318,702.00
Avena	19,810	17,829,000.00	3,495	3,146,294.00
Cacahuete	95,450	128,857,500.00	16,844	22,739,558.00
Caña de azúcar	23,400,000	1,321,000,000.00	4,129,411	233,117,647.00
Cártamo	195,122	292,683,000.00	34,433	51,649,941.00
Cebolla	107,950	82,042,000.00	19,050	14,478,000.00
Chile verde	137,275	155,807,125.00	24,225	27,495,375.00
Fresa	120,672	271,512,000.00	21,295	47,913,882.00
Frijol	1,001,719	1,753,008,250.00	176,773	309,354,397.00
Jitomate	529,164	550,330,560.00	93,381	97,117,157.00
Mafz	9,105,397	8,559,073,180.00	1,606,834	1,510,424,678.00
Melón	210,567	141,079,890.00	37,158	24,896,451.00
Papa	319,579	287,621,100.00	56,396	50,756,664.00
Piña	215,658	163,900,080.00	38,057	28,923,543.00
Remolacha forraj.	48,300	4,347,000.00	8,523	767,118.00
Semilla de algodón	946,286	832,731,680.00	166,991	146,952,649.00
Tabaco en rama	68,900	282,490,000.00	12,158	49,851,176.00
Soya	78,517	125,627,200.00	13,885	22,169,505.00
Trigo	1,608,888	1,468,914,744.00	283,921	259,220,248.00
Aguacate	131,950	229,593,000.00	23,285	40,516,411.00
Cacao en grano	24,500	137,200,000.00	4,323	24,211,764.00
Café beneficiado	185,000	1,202,500,000.00	32,647	212,205,882.00
Copra	170,000	395,250,000.00	30,000	69,750,000.00
Henequén en rama	176,000	352,000,000.00	31,058	62,117,647.00
Limón agrio	142,400	122,464,000.00	25,129	21,611,294.00
Mango	203,392	195,256,320.00	35,892	34,456,997.00
Manzana y perón	125,925	193,924,500.00	22,222	34,221,970.00
Naranja	880,000	774,400,000.00	155,294	136,658,823.00
Plátano	542,900	407,175,000.00	95,805	71,854,411.00
Uva	95,780	191,400,000.00	16,888	33,776,470.00

### III.- DESCRIPCION

Desde un punto de vista meramente químico, los compuestos activos de los insecticidas y acaricidas, se clasifican como compuestos orgánicos e inorgánicos; los primeros, clásicamente son compuestos que tienen átomos de carbono ligados a otra variedad de átomos e incluyen por lo tanto, productos insecticidas obtenidos directamente de plantas y animales, los inorgánicos son derivados de metales y sus sales ( 8 ).

\* Los organismos de cualquier tipo pueden ser eliminados físicamente o químicamente. Los organismos vivos tienen un perfecto balance en cuanto a sus componentes orgánicos e inorgánicos, cuya habilidad de llevar a cabo los procesos vitales, como la utilización de sus recursos energéticos, síntesis de los constituyentes del organismo, movimiento y reproducción, depende de la actividad integrada de esos componentes. Aunque los organismos difieren en la forma en que les afecta cualquier alteración en ese orden, todos pueden ser letalmente atacados por las tres formas mencionadas.

La forma mecánica significa una destrucción tosca: por fuego, matamoscas, por aplastamiento y por materiales embrollantes, como Tanglefoot o polibutenos y por abrasivos mecánicos, como los polvos inertes.

Dentro de la forma física entran los agentes que matan por in-

teracción con los componentes del cuerpo, pero no químicamente.

Ejemplos de este tipo pueden ser aquellos fumigantes o disolventes orgánicos que se cree que actúan modificando las propiedades físicas de determinada biofase lípida, por ejemplo, o como los aerogeles de sílica que absorben la grasa cuticular y propician la desecación. Las propiedades de un tóxico de acción física son: poca dependencia entre la actividad y determinada estructura, especificidad muy relativa en cuanto a especies, síntomas comunes a una diversidad muy grande de agentes, generalmente poco grado de toxicidad y casi siempre una reversibilidad rápida.

Pero los agentes de mayor interés para químicos y biólogos son aquéllos que matan químicamente, por ejemplo: reaccionando específicamente con un componente del organismo, en general. Esta clase de compuestos incluyen la mayoría de los insecticidas. En algunos casos se lleva a cabo una reacción claramente química por medio de uniones covalentes, como sucede con algunas hidracidas que reaccionan con el fosfato de piridoxal ( Vit B<sub>6</sub> ) para formar una base de Schiff, o la de los carbamatos que forman los carbamato-colinesterasa. En algunos otros casos reaccionan con uniones más fuertes, como las iónicas, - Van der Waals o puentes de hidrógeno, pero la especificidad molecular de la reacción y el hecho de que no es solamente una modificación en las propiedades físicas de la fase, hace que este tipo de reacción se clasifique como química. Ejemplos claros pueden ser el envenenamiento

✓

to por inhibidores enzimáticos como el malonato o los organomercuriales. Hay algunos casos difíciles de clasificar, como el de los hidrocarburos clorados, que parece que causan una modificación específica en las propiedades eléctricas de un componente nervioso y que muestra una marcada dependencia de la actividad sobre la estructura ( 13 ).

De acuerdo a su acción biológica, una clasificación bastante general es:

A) Venenos estomacales.- Como sales inorgánicas, arseniatos, sustancias iónicas o ionizables que aún siendo orgánicas se puede considerar dentro de esta clasificación; el problema principal es la acción diferencial entre veneno animal y su fitotoxicidad, aunque se puede usar fórmulas que por su solubilidad en ceras animales o vegetales no tienen efecto sobre la planta o la plaga, respectivamente. La relativa velocidad de absorción de los venenos estomacales de origen inorgánico en el tracto digestivo del insecto, influye en su efectividad ya que los que son irritantes son resurgitados por el insecto antes de que ejerzan su acción. En el campo, los depósitos de este tipo de materiales se transforman en sustancias que pueden atenuar el crecimiento de las plantas y además se requieren aplicaciones recientes para mantener su eficacia.

B) Insecticidas de contacto.- De acción directa, son los que matan por contacto íntimo y directo del cuerpo del insecto con el insecticida, incluye los que penetran directamente a través de la pared del cuerpo

del insecto, fumigantes que penetran por la tráquea y los aceites minerales que se supone que matan solamente por acción mecánica: los insecticidas de contacto son de origen natural o compuestos orgánicos sintéticos y mezclas de ellos. Ejemplos de los primeros: nicotina, piretrina, rotenona; de los segundos: el hexacloro ciclohexano, D.D.T., Parathion, etc.; en general son solubles en aceites, grasas y ceras animales, requisito indispensable en ellos. Para ser efectivos en las condiciones de campo y a las dosis requeridas, actúan por tres mecanismos diferentes pero independientes:

- a) Transporte desde la cutícula al sitio de acción.
- b) La acción o proceso primario en el que el insecticida al entrar, provoca inhibición enzimática u otras interacciones proteicas.
- c) Proceso secundario subsecuente o acción sobre el sistema nervioso, respiratorio u otros sistemas envueltos en las consecuencias bioquímicas de la primera acción.

La atenuación rápida que se presenta en algunos casos, puede tener ventajas para aplicaciones a cultivos próximos a cosecharse, ya que las sustancias químicas de acción más prolongada pueden dejar -- residuos tóxicos al hombre y animales.

C) Insecticidas sistémicos.- Reciben este nombre porque invaden el sistema de la planta después de ser aplicados por aspersión, pintura, inyección o alimentación por el sistema reticular; la mayoría son derivados orgánicos de los ésteres del ácido fosfórico y tiofosfórico. Las

sustancias originales pueden no ser particularmente letales para los organismos animales y a menudo son transformados por la planta o el organismo animal en sustancias sumamente activas y venenosas; - este sitio de transformación en los vegetales aún no se conoce, en los insectos parece ser el hígado y tracto intestinal, en los tubos de Malpigio o en otras partes de las vías digestivas.

D) Fumigantes.- Son venenos que son aplicados en forma gaseosa; se aplica directamente como gases, se usa para combatir toda clase de insectos. ( 3 ).

#### IV. TOXICIDAD DE PLAGUICIDAS

La aplicación de plaguicidas en agricultura entraña en todo producto empleado, un riesgo de toxicidad inherente al mismo, la toxicidad de los plaguicidas presenta distintos aspectos, según su trascendencia, al respecto se cita las definiciones oportunas al caso:

Toxicidad oral aguda: Se refiere a la ingestión, en una sola vez, de un producto tóxico, se expresa en términos de "dosis letal media" --  $LD_{50}$  -- que significa la cantidad de tóxico ingerido necesaria para matar al 50% de los animales en experimentación ( ratas, ratones, conejos, cobayos ), expresándose comunmente en miligramos de tóxico por kilogramo de individuo. Se presenta a continuación un cuadro en que se relaciona las  $LD_{50}$  para varios plaguicidas de uso común.

##### I. CUADRO DE TOXICIDAD AGUDA PARA PLAGUICIDAS ( 3 )

PRODUCTOS	$LD_{50}$	ORAL AGUDA mg/kg
Aldrin	40	- 50
Clordano	200	- 750
D.D.T.	110	- 250
Dieldrin	40	- 65
Endrin	7 - 18	10 - 12
H.C.H. Técnico		1000
Heptacloro		90

PRODUCTOS	LD <sub>50</sub> ORAL AGUDA mg/kg
Kepona	126
Lindano	85 - 200
Metoxiclor	5000 - 7000
Strobane	200
Telodrin	7
Thiodan	110
Toxafeno	60 - 90

#### PESTICIDAS FOSFORICOS

Aspan	890
Chlorthion	1500
D.D.V.P.	70
Delnau	50 - 176
Demeton ( Systox )	2 - 20
Diazinon	435
Diebrom	430
Dicapton	400
Dimefox	5
Dimetoato ( Rogor )	130 - 150 245
Disyston ( Ekatin )	12
Dipterex	12 630 450 - 500
Endothion	31
Ethion	128 - 340
Etil Guthion	7 - 17

## PESTICIDAS FOSFORICOS

LD<sub>50</sub> ORAL AGUDA

Fac	11 - 29	
Fitios B/77	125 - 350	
Guthion	10 - 15	16 - 80
Imidan	147	
Lebaycid	200 - 220	190 - 310
Malathion	480 - 1400	1400 - 5800 2830
Mecarbam	35	
Menazon	1950 - 1980	
Metildemeton ( Metasystox )	Aprox. 100	40 - 180
Metil Parathion	10 - 35	
Metil Trition	200	
Morfotion	190	
Parathion	3 - 15	
Phorate ( Thimet )	Aprox. 4	
Phosdrin	4 - 17	
Phosphamidon	12 - 22	17 - 50
Scharadan ( OMPA )	10	
Tepp	1 - 3	
Trition	55	

## ACARICIDAS

Aramite	3900
Kelthane	575
Karathane	1000

ACARICIDAS	LD <sub>50</sub> ORAL AGUDA mg/kg
Clorobenzilato	3200
Ovotran ( PCPBS )	2050
Tedion ( Tetradifon )	14700

#### FUNGICIDAS

Captan	Superior a 15000
Difolatan	4600 - 6200
Dodine ( Cyprex )	1000 - 2000
PCNB ( Pentacloronitrobenceno )	1650
Duter	500 - 600
Ferbam	700 - 1300
Maneb	7500
Phygon	2250
TMTD	210 - 865
Vapam	285 - 820
Wepsyn	20 - 30
Ziram	400 - 500

#### HERBICIDAS

Casoron 133	Superior a 6800
2, 4, D	500
Dicryl	3160
2, 4, 5, T	100
Hidracida Maleica	4000

## HERBICIDAS

LD<sub>50</sub> ORAL AGUDA  
mg/kg

Atrazina	3080
Avadex	395
CIPC	6000
Divron	3400
Diquat	400 - 440
Endothan	38
IPC	Superior a 4500
Linuron ( Lorox )	1500
Monuron	3500
Neburon	Superior a 11000
Paraquat	157
Prometona	Superior a 3000
Simazina	Superior a 5000
Propazina	Superior a 5000
Solan	Superior a 10000
Stam	1380
SWEP	550
Tenoran ( Clorofenocab )	1000 - 3000
Vegadex	850

## PESTICIDAS VARIOS

Arseniato de calcio	35
Arseniato de plomo	50

PESTICIDAS VARIOS

LD<sub>50</sub> ORAL AGUDA  
mg/kg

Arsenito sódico

10 - 50

DNOC

26

Nicotina

10 - 30    24 - 60

Sevln

500 - 850

Toxicidad dérmica: Se expresa también en términos de  $LD_{50}$ , se refiere a la absorción del tóxico a través de la piel, por contacto directo y prolongado con el mismo. Los experimentos referentes a este tipo de toxicidad se realizan también sobre animales, por pincelación del tóxico, puro o diluido en algún disolvente apropiado, sobre la piel lisa y afeitada.

#### CUADRO DE TOXICIDAD DERMICA DE PLAGUICIDAS ( 3 )

DERIVADOS CLORADOS	$LD_{50}$ DERMICA mg/kg
Aldrin	50 - 100
Clordano	700 - 2000
D.D.T.	2500 - 3000
Dieldrin	60 - 90
Endrin	15 - 30
Heptachlor	2000
Lindano	50 - 100
Metoxiclor	7000 - 2820
Pentacloronitrobenceno	Irritante en aplicación repetida o contacto continuado.
Telodrin	30
Toxafeno	2000
DERIVADOS FOSFORICOS	
D.D.V.P.	900

## DERIVADOS FOSFORICOS

LD<sub>50</sub> DERMICA  
mg/kg

Delnav	106
Demeton ( Systox )	7 - 15
Diazinon	4000
Dimetoato ( Rofor )	Superior a 120
Dipterex	2000
Ethion	515 - 1620
Fac	14 - 22
Fitios B/77	Superior a 2000
Guthion	20 - 250
Malathion	4000 - 5000
Metil Paration	50 - 100
Parathion	10 - 50
Phosdrin	5 - 10
Phosphamidon	267
Tepp	5 - 15
Trition	1270

## ACARICIDAS

Kelthane	1230
Tedion	10000

## FUNGICIDAS

Captan	No es absorbido por la piel
--------	-----------------------------

## FUNGICIDAS

LD<sub>50</sub> DERMICA  
mg/kg

Dodine ( Cyprex )	2100
Maneb	Irritable a mucosas y piel, causa dermatitis.
T.M.T.D.	
Vapam	800
Zineb	Causa irritación pero no es tóxico dérmico.

## HERBICIDAS

2, 4, D	Superior a 600
Dicryl	10000
Hidracida Maleica	Superior a 4000
Solan	Superior a 10000
Tenoran	Sin efecto dérmico.

## PESTICIDAS VARIOS

Arseniato de calcio	Ligera toxicidad dérmica
Arseniato de plomo	Ligera toxicidad dérmica
Arseniato sódico	35 - 100
D.N.O.C.	500
Nicotina	40 - 50
Sevin	Superior a 15000

✓

Toxicidad crónica: A través de dietas alimenticias preparadas con el tóxico, puede observarse, a partir de ciertos niveles, síntomas de intoxicación en los animales sometidos a ensayo. A veces estos síntomas sólo se hacen patentes a lo largo de muchos días, semanas, meses e incluso años de suministrar dietas alimenticias intoxicadas a los animales. Los datos obtenidos de estos ensayos señalan los posibles riesgos de una toxicidad crónica cuando una persona o animal doméstico se alimenta con comestibles que se encuentren contaminados con pesticidas. ( 3 )

PRODUCTO	Partes p/millón en dieta alimenticia.	Días de ali- mentación.	EFECTO
Ferbam	5000	30	Elevada mortalidad
Heptachlor	1.0	365	65% mortalidad
	5.0	90	90% mortalidad
	50	730	Máximo tolerado
	100	730	Toxicidad evidente
Phosphamidon	3.5	10	Sin efecto
	7.0	10	60% mortalidad
	17.5	7	100% mortalidad
Scharadan	10.0		Depresión fuerte de colinesterasa
Systox ( Demeton )	10.0	90	Depresión colinest.
	50 - 100	90	Depresión fuerte de colinesterasa
T.M.T.D.	500	450	Sin efecto
Toxafeno	10.0	33	50% mortalidad
	25.0	1	100% mortalidad
Lindano	50	730	Máximo tolerado
	100	730	Toxicidad evidente
Malathion	5000	730	Depresión de colines- terasa sin efecto ad- verso.

Es necesario una adecuada interpretación de cada uno de estos tipos de toxicidad, ya que cada cual tiene su trascendencia; en realidad, la aguda es poco probable de presentarse, ya que la cantidad de tóxico necesaria, o mayor aún en preparación comercial, para causar la muerte es demasiado grande y sólo se puede presentar en caso de tentativas suicidas o de una manifiesta ignorancia. En cambio, la toxicidad dérmica, quizá menos evidente, presenta riesgos mayores para el operador, pues éste se encuentra continuamente en contacto con el tóxico; tal vez los daños que éste cause no sean alteraciones sensibles, pero a la larga pueden producir síntomas tóxicos y de difícil diagnóstico, por lo que todo operario que trabaje con plaguicidas deberá observar ciertas normas elementales en el manejo de estos últimos ( 3 ).

#### IV. ACCION BIOQUIMICA Y TOXICIDAD DE ORGANOFOSFORADOS

Los insecticidas organofosforados han sido el grupo más estudiado y del cual se conoce bastante de su acción, tanto a nivel molecular como celular.

Como los tiofosfatos, igual que otros organofosforados, son fabricados generalmente a altas temperaturas, es bastante común que contengan distintos isómeros, los cuales son los responsables directos de su olor desagradable, de la acción directa anticolinesterasa y la rápida hidrólisis que sufren las preparaciones crudas. Como tienen el efecto de la conversión  $P=S$  a  $P=O$ , es evidente que dicha isomerización aumenta la susceptibilidad a la hidrólisis. Esta es precisamente una razón paralela de que se aumente "in vitro", la potencia contra la colinesterasa.

La reacción de los organofosforados con la colinesterasa es generalmente la base de su actividad biológica, químicamente es un ataque nucleofílico del grupo OH sobre el fósforo, consecuentemente el grado de hidrólisis se determina por las propiedades del grupo que ataca al fósforo y esencialmente es lo que ocurre cuando un OH de una molécula de serina de la colinesterasa ataca a un compuesto organofosforado; debido a la inclinación general de pensar que el compuesto organofosforado es el reactivo, es común el decir que éste es el que ataca a la colinesterasa. La serina que interviene en esta reacción se -

encuentra en el sitio activo de la colinesterasa, por lo cual es esencial en el funcionamiento de la enzima. En el curso del ataque, el grupo saliente del organofosforado es reemplazado por la colinesterasa. La reacción no incluye solamente la formación de un complejo enzima-inhibidor, sino que es en realidad una reacción química bimolecular de fosforilación, con la formación de una unión covalente entre la enzima y el inhibidor, es una reacción progresiva ya que la cantidad global de reacciones aumenta conforme el tiempo transcurre, también se demuestra que la naturaleza de la enzima inhibida es independiente de la naturaleza del grupo saliente, así el Diclorvos da una enzima dimetil fosforilada y el TEPP da una enzima dietil fosforilada.

La velocidad a la que se lleva a cabo la reacción es determinada por la naturaleza de la colinesterasa en particular y del compuesto organofosforado en cuestión, se le asigna como la constante de velocidad bimolecular  $R_i$ .

En muchos casos la concentración de colinesterasa que se usa en la reacción es extremadamente pequeña ( $10^{-9}$  o  $10^{-10}M$ ), ya que ésta es suficiente para causar una hidrólisis rápida de la acetil colina, otras consideraciones prácticas hacen que se use concentraciones del inhibidor más grandes que lo señalado,  $10^{-5}$  o  $10^{-6} M$ , bajo estas condiciones la reacción entre el inhibidor y la enzima tiene la conformación de una reacción cinética de primer orden y el curso de la reacción se describe por ecuaciones del tipo:

$$\log. P = 2 - \frac{R_i I}{2.3} T$$

# #

En que  $P$  es el porcentaje de actividad enzimática que persiste después de la incubación de una concentración  $I$  del inhibidor durante un tiempo  $T$  y en que  $R_i$ , es la constante de velocidad. Una consecuencia de esta reacción es el hecho de que si se grafica  $\log. P$  contra  $T$ , da una línea recta con una pendiente de  $-R_i I/2.3$  y una intersección en  $y$  de 2. Para dichas pendientes se puede calcular  $R_i$  para cualquier enzima e inhibidor dados. De esta ecuación se puede deducir que para cualquier valor de  $T$  determinado, habrá una concentración  $I$  del inhibidor que reducirá  $P$  a la mitad; esta concentración se denomina  $I_{50}$ , como este valor es casi siempre pequeño, es más usual el logaritmo de  $I_{50}$  que se denomina como  $p I_{50}$  ( así la  $I_{50}$  de  $10^{-6}M$  también puede ser expresada como una  $p I_{50}$  de 6 ).

Por diversos experimentos se concluyó que para los comp. organofosforados existe un paralelismo singular entre la facilidad para sufrir hidrólisis alcalina y su potencia para actuar contra la colinesterasa; por evaluaciones más precisas y recientes, se encontró compuestos que no respondían la generalidad anterior, esa anomalía se explica porque dichas sustancias tienen poder mayor que el esperado o sea que no existe correlación alguna entre su susceptibilidad a la hidrólisis alcalina y su poder inhibidor; la explicación a este comportamiento, se ha considerado que es debido a la existencia de ciertas estructuras que previenen el ataque del inhibidor sobre la enzima ( 13 ).

Se ha aceptado el hecho de que los plaguicidas organofosforados

matan a los animales por acción inhibitoria sobre la colinesterasa con la consecuente interrupción de la actividad nerviosa ocasionada por la acumulación de acetil colina en las terminales nerviosas. Las evidencias para esta conclusión son: que la colinesterasa es una enzima vital, a juzgar por el hecho de que inhibiciones severas van asociadas con la muerte del sujeto; que los compuestos organofosforados matan afectando el sistema nervioso causando convulsiones y gran actividad parasimpática, como lagrimación y salivación excesivas; que los organofosforados o sus productos de activación son inhibidores potentes de la colinesterasa e inhibidores débiles de otras enzimas vitales, y que en general, los inhibidores potentes de colinesterasa son muy tóxicos y los inhibidores pobres no lo son.

Sobre los vertebrados, los síntomas son los de una clara estimulación parasimpática; defecación, urinación, lagrimación, contracción de la pupila, bradicardia y como consecuencia de ésta, hipotensión arterial; estos efectos se pueden neutralizar con la aplicación de atropina. La muerte puede sobrevenir por asfixia, causada ésta: centralmente, a través del centro respiratorio o periféricamente, a través de los músculos respiratorios, la contribución de uno y otro es diferente para cada especie y según el compuesto tóxico del que se trate.

En los insectos, cuya farmacología ha sido menos estudiada en comparación con los anteriores, los síntomas principian con una marcada excitabilidad, seguida de un estremecimiento en las extremida-

des principalmente, y al final parálisis y la muerte; estos síntomas pueden aparecer después de varias horas, especialmente si existen inhibidores latentes, la muerte ocurre después de un día cuando se aplica la LD<sub>50</sub>.

Además de la acción tóxica de los organofosforados, algunos de ellos tienen una acción específica sobre los vertebrados: parálisis flácida, en las piernas generalmente (aves y hombre), o en los miembros traseros de los cuadrúpedos. Al microscopio, esta acción ocurre por daño a la mielina que recubre a los nervios. Este síntoma se presenta sólo después de dos semanas de la intoxicación, aunque es común la recuperación (13).

Por investigaciones recientes se ha reportado que ciertos compuestos de este grupo tienen acción fungicida en algunas enfermedades de plantas, como la marchitación del arroz; actualmente se ha incrementado los ensayos sobre los fungicidas organofosforados, debido a su importancia económica.

La primera observación de la actividad fungicida de este grupo fue hecha por Erwin y Reynolds, quienes reportaron el efecto fungicida del forate (Thimet) en contra de *Rhizoctonia solani*; en la semilla de algodón en 1958.

Como tienen presión de vapor bastante alta, algunos organofosforados son efectivos contra hongos del suelo, bajo condiciones de cam

po; actúan inhibiendo la germinación de esporas y de crecimiento de micelio; no siguen la misma ruta que en su acción insecticida debido a que los hongos no tienen sistema nervioso no se ha encontrado colinesterasa en células fungales.

La persistencia de los fungicidas es menor que la de los compuestos organoclorados, no existe un problema real de residuos. La toxicidad aguda de estos fungicidas para los mamíferos es lo suficientemente baja en las condiciones de manejo ordinarias ( 19 ).

#### TOXICIDAD Y ACCION DE LOS CARBAMATOS

Este tipo de compuestos tiene acción inhibitoria sobre algunas enzimas esterhidrolíticas en los organismos vivos; son efectivos particularmente contra la colinesterasa, la cual hidroliza la acetil colina generada en las uniones mioneurales durante la transmisión de las órdenes motoras; en ausencia de colinesterasa activa, la acetil colina se acumula e interfiere con la respuesta de coordinación muscular, esta interferencia en los músculos de los órganos vitales produce síntomas serios y hasta la muerte ( 9 ).

Los carbamatos no siguen un patrón exacto en cuanto a su toxicidad selectiva sobre los insectos, no son insecticidas de amplio espectro. En general son inhibidores fuertes de colinesterasa y los síntomas que presentan los sujetos intoxicados son claramente colinérgi

cos, incluyendo lagrimación, salivación miosis, convulsiones y la muerte. Presentan propiedades antienzimáticas diferentes de la eserina ( carbamato colinesterasa ), la principal es que la eserina inhibe colinesterasas y que algunos insecticidas tipo carbamatos pueden inhibir aliesterasa de insectos tanto in vivo como in vitro.

No se ha encontrado una correlación entre la actividad anticolinesterasa y su propiedad insecticida; por ejemplo se han encontrado compuestos con buena actividad anticolinesterasa y sin embargo no son tóxicos para las moscas ( como el p-nitrofenil isopropilcarbamato ) y otros que, teniendo poca o ninguna actividad anticolinesterasa, presentan toxicidad para las moscas. Sin embargo, la no toxicidad de algunos buenos compuestos anticolinesterasa podría deberse a una rápida destrucción metabólica en el insecto. De hecho, no existe ninguna evidencia contra la creencia de que la inhibición de esta enzima es la causa de muerte en una intoxicación por carbamatos ( 8 ).

Los carbamatos reaccionan con la colinesterasa en forma análoga a como lo hacen los insecticidas organofosforados y la acetil colina; en todos estos casos, primero hay la formación de un complejo, después una fosforilación, acetilación o carbamilación del OH de la serina en el sitio activo de la enzima, en tercer lugar, una hidrólisis de fosforilación, deacetilación o decarbamilación, respectivamente para dar la enzima original.

Frecuentemente se encuentra que parte de la enzima inhibida está en la forma reversible y otra en la forma carbamilatada. Debido a la presencia de la forma reversible, se determinó experimentalmente que la inhibición depende de la concentración del sustrato -- usado y de la afinidad de la enzima por éste.

Al considerarse el metabolismo de los carbamatos, se debe tener en cuenta el reporte de que el suero humano purificado electroforéticamente presenta una albúmina con acción carbamatasa a cualquier rango para p-nitrofenilcarbamatos y carbaril, esa actividad se perdió en enzimas hidrolizadas como la colinesterasa del suero, aliesterasa, arilesterasa y quimotripsina. Entonces es posible que la degradación de los carbamatos pueda ser catalizada por proteínas no específicas.

El metabolismo en animales es bastante complejo, en la orina de conejos tratados con carbaril se localizaron más de 30 productos encontrados en preparaciones de hígado, ( algunos no identificados ). En experimentos realizados en ratas, se recuperó el 94% del total ingerido de carbaril en orina, heces y  $\text{CO}_2$  en el curso de 3 días ( 13 ).

De las pruebas para determinar el metabolismo de ciertos acaricidas de este grupo, se describe el del formetanato  $\text{C}^{14}$  en ratas, - en que se les administró oralmente y se analiza: orina, heces y ciertos tejidos seleccionados para determinar el destino que sigue el compuesto mencionado: es rápidamente absorbido, metabolizado y excre-

tado; el 80% de la dosis original fue eliminada por la orina y el 6% en las heces, después de 24 horas del tratamiento. Los tejidos seleccionados presentaron el 1.5% del total administrado, después de 72 horas. El formetanato y dos metabolitos conteniendo el grupo éster carbamato completo, inhibieron a la colinesterasa, " in vitro ", a altas concentraciones ( 16 ).

Los compuestos carbámicos son tóxicos a animales superiores por ser inhibidores potentes de colinesterasa, tal como sucede en los insectos, son menos tóxicos para los peces, se debe poner especial atención cuando se aplica insecticidas carbámicos en áreas muy grandes y en gran cantidad. Los plaguicidas carbámicos presentan menor problema en el aspecto residual ya que se descomponen fácilmente — después de la aplicación ( 2 ).

## COMPUESTOS ORGANOCOLORADOS

En este grupo se encuentra el 2,2-bis-( p-clorofenil )-1,1,1-tri cloroetano, conocido en todo el mundo como D.D.T., por lo que se hará consideraciones especiales debido a la importancia de este compuesto y se tratará en forma particular.

El modo de acción del D.D.T. y de otros insecticidas clorados no está completamente establecido a la fecha, aunque ha sido de los productos más estudiados, las investigaciones realizadas en las últimas décadas no han podido esclarecer totalmente su actividad; se conocen sus síntomas tóxicos, que se traducen en evidentes alteraciones

del sistema nervioso, pero el mecanismo de esta acción tóxica es desconocida; no existe ninguna evidencia de alguna reacción química que relacione claramente al D.D.T. con el desarrollo de la sintomatología; en general se reconoce que sus efectos primarios son, virtualmente, sobre el sistema nervioso tanto de animales vertebrados como invertebrados; las evidencias que se tienen para esta afirmación son:

- a) Los síntomas de un envenenamiento con D.D.T. sugiere un menoscabo en los nervios, por ejemplo: en la cucaracha americana principalmente con un estremecimiento en el cuerpo y apéndice, acompañado de hiperexcitabilidad, seguido de ataxia (pérdida de movimientos) y la parálisis aparente puede ser total en 24 horas. Estos síntomas varían según la sensibilidad de cada insecto, aparece normalmente en todos, pero a diferentes intervalos de tiempo, por ejemplo en insectos más sensibles como: moscas, moscas de furtas y abejas, aparecen los mismos síntomas pero más rápidamente en pocas horas. Síntomas similares se presentan en los mamíferos: hiperexcitabilidad y estremecimiento, que se hace más evidente en la cara, hay convulsiones que pueden dar lugar a que el animal permanezca rígido o que arquee la cabeza hacia atrás o que presente movimientos sin coordinación y finalmente se presente dureza y postración.
- b) Cuando se aplica D.D.T. a tejidos por separado y a enzimas, solamente el tejido nervioso es sensible aún a concentraciones muy bajas.
- c) En ratas tratadas con D.D.T. existe una magnífica correlación - -

entre los niveles de D.D.T. encontrados en el sistema nervioso central y la intensidad de los síntomas.

Se han propuesto diversas teorías para explicar su acción tóxica: Lauger P. propuso la teoría del equilibrio entre compuestos solubles en lipoides y en agua ( equilibrio lipófilo/hidrófilo ), solamente explica la introducción del D.D.T. en el cuerpo del insecto, pero no su verdadero mecanismo de acción; Martín H.J. creó la teoría de que la acción del D.D.T. está basada en una deshidrocloración, que es la formación de ácido clorhídrico por descomposición de la molécula de D.D.T. para formar D.D.E., que es un producto no tóxico, existe una controversia con lo anterior pues algunas especies resistentes, por la acción de la D.D.T.asa, son capaces de esta transformación induciendo la resistencia e inactivación; otras indican una reacción de reducción del  $CCl_2$  a  $CHCl_2$  con la consecuente formación de compuestos - ( en este caso D.D.E. ), con actividad insecticida; también se hace alusión respecto a la configuración especial del D.D.T. y de sus análogos, a la que se atribuye decisivo efecto sobre su toxicidad.

Estudios realizados por Yamasaki y Narahashi sobre el nervio crural de la cucaracha americana y usando electrodos intracelulares, encontraron que el D.D.T. afecta la acción potencial aumentando el potencial negativo posterior ( NAP ), como éste se encuentra asociado con el flujo de potasio en cucarachas y vertebrados, sugirieron que el D.D.T. inhibe específicamente ese flujo; pruebas realizadas por Matsumura y -

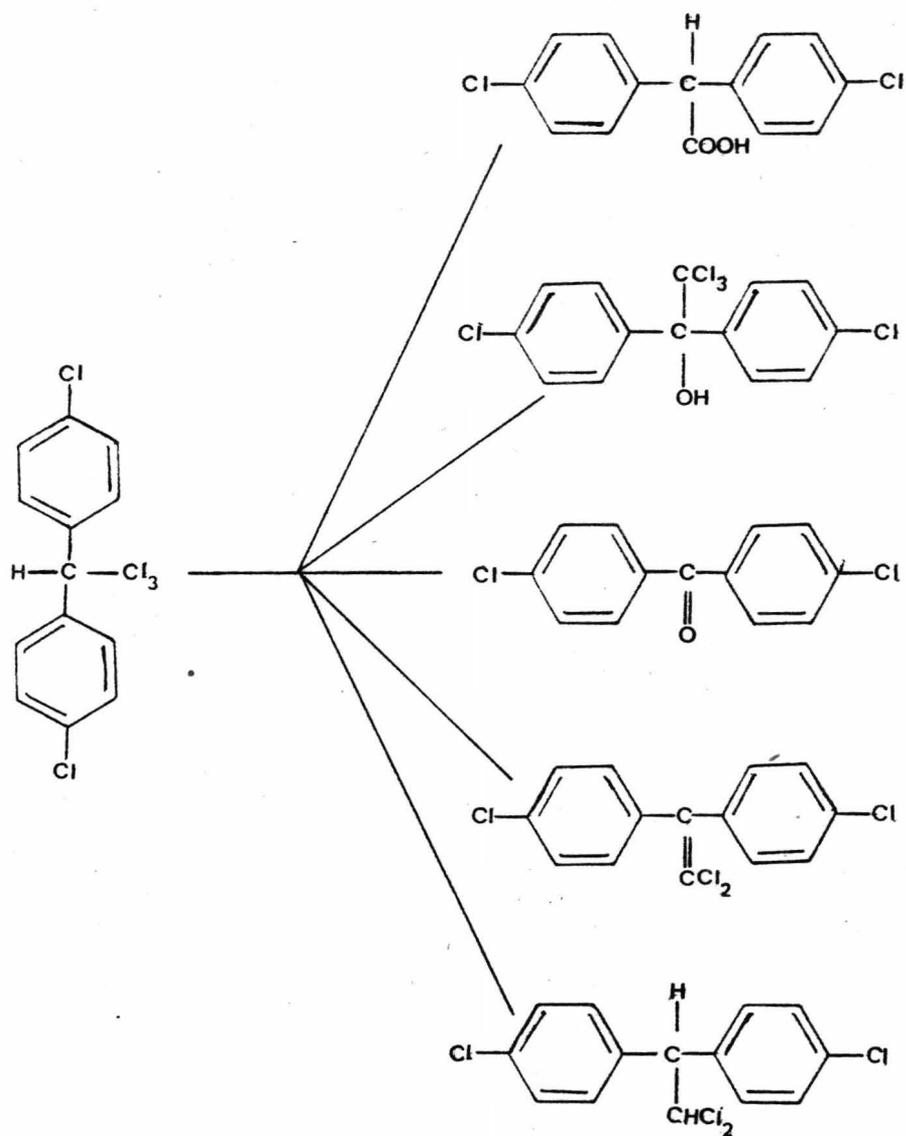
O'Brien con potasio radioactivo, mostraron que el D.D.T. incrementa la permeabilidad del potasio de los tejidos nerviosos de la cucaracha.

El D.D.T. sigue cinco rutas metabólicas en varios organismos:

- I) Oxidación a D.D.A.
- II) A Kelthane
- III) A benzofenona
- IV) Dehidroclorinación para formar D.D.E.
- V) Una declorinación reductiva para dar D.D.D.

En vertebrados, se sabe desde hace 20 años, el principal metabolismo en heces y orina es D.D.A., aunque también se presentan pequeñas cantidades de D.D.T. en los mismos desechos. En el hombre, la forma de almacenamientos del D.D.T. ingerido es el D.D.E. y como éste no sigue la ruta a D.D.A., esa ruta es inoperante para el hombre; como contraste, las ratas transforman sólo pequeñas cantidades de D.D.T. a D.D.E., los monos no realizan esa transformación.

RUTAS METABOLICAS DEL D.D.T.



El D.D.T. se utiliza extensamente en Agricultura, además en la lucha contra los insectos domésticos y en el saneamiento de ciertas zonas; debido a su propiedad lipofílica no se aconseja su aplicación sobre ganado vacuno y sus alimentos, ya que se acumula en la grasa y - pasan a la leche. Su persistencia es notable y eso hace que aumente su uso agrícola, pero esa persistencia y su propiedad liposoluble hacen que se deba tener cuidado con la presencia de sus residuos; como es metabolizable fácilmente en el cuerpo humano, se ha comprobado su presencia en la grasa de seres humanos en varias partes del mundo.

#### ANALOGOS DEL D. D. T.

Al tenerse conocimiento de las magníficas propiedades insecticidas del D.D.T., se extendieron las investigaciones para encontrar compuestos de constitución y propiedades análogas a él y así fue como se sintetizaron otros productos:

Metoxiclor.- Es el análogo p p' dimetoxi del D.D.T., se obtiene por una condensación del anisol con cloral. En general, no es tan activo como el D.D.T., su espectro de actividad es similar, pero más suave en acción, es más vulnerable al ataque bioquímico lo que hace que tenga menor tendencia a acumularse en los tejidos grasos y no pasa a la leche, por lo que es un magnífico sustituto del D.D.T. en la aplicación

sobre ganado vacuno y para combatir las moscas de los establos en los cuales el D.D.T. está proscrito y el metoxiclor si está permitido para estos propósitos, ya que se descompone en el organismo antes de llegar a la leche. Es más efectivo que el D.D.T. en contra de ciertos insectos y tiene menor toxicidad para los vertebrados: su  $LD_{50}$  para ratas es de 6000 mg/Kg, comparada con la del D.D.T. que es de 250 mg/Kg; es poco eficaz contra chupadores y presenta fitotoxicidad.

Rothane.- Es uno de los compuestos en que se alteró el centro alifático de la molécula, es el derivado dicloroetilado; se le conoce como D.D.D. o T.D.E., tiene uso limitado en E.U.A., en cosechas alimenticias; es de los productos que acompaña el D.D.T. técnico; es poco menos tóxico que el D.D.T. para los vertebrados; su  $LD_{50}$  para ratas es de 3400 mg/Kg. Desafortunadamente presenta efectos sobre la corteza suprarrenal de los vertebrados.

Prolan y Bulan.- De configuración semejante a la del D.D.T., pero contienen un grupo nitrado el cual les confiere características especiales; no se emplean independientemente sino en una mezcla que es 25% de Prolan y 75% de Bulan, es mejor que el D.D.T. en contra de ciertos insectos: pulgones y thrips y otras plagas, tiene menos toxicidad que el D.D.T. hacia los vertebrados: la  $LD_{50}$  oral para ratas e insectos es de 4000 y 330 mg/Kg respectivamente; a diferencia de otros -- análogos del D.D.T. o aún de este mismo, el Dilan no es fitotóxico -- contra cucurbitáceas. ( 13 ) ( 9 ) ( 3 ).

B. H. C.- Este insecticida organoclorado le sigue en popularidad al D.D.T., es el hexacloro ciclohexano; no es un producto puro sino - que es una mezcla de diversos isómeros de los cuales el único con - elevada actividad insecticida es el isómero gamma, por lo tanto, el valor insecticida del B.H.C. radica en su contenido de este isómero, el cual en su estado puro constituye el Lindano; en realidad el B.H.C. y Lindano son análogos, desde el punto de vista de acción insecticida y que el valor del primero es dependiente del segundo, aunque el producto técnico B.H.C. es el que se usa con mayor profusión, debido a ser una mezcla de isómeros, encuentra cierta restricción en la aplicación sobre determinados productos: uno de sus principales inconvenientes es su olor a moho que se fija en los cultivos alimenticios y su mayor aplicación se encuentra en cultivos industriales, como algodón. - Es fitotóxico a cucurbitáceas y también lo es cuando se aplica en condiciones climatológicas de calor, sobre ciertos cultivos.

El Lindano ( 99.5% de isómero gamma del B.H.C. ), tiene aplicación más amplia ya que no imparte olor ni sabor a las plantas tratadas; otra de sus ventajas es que no se acumula en tejido graso y por lo tanto, no pasa a la leche, de modo que en ganadería lechera tiene bastante uso, así también como insecticida doméstico; posee alta tensión de vapor por lo cual lo hace muy usado en tratamientos de suelos, sin problemas de fitotoxicidad y también sobre semillas, además que - en este tipo de aplicación parece que actúa también sistemáticamente.

Una ventaja más es que no deja residuos en cantidad ostensible y es de poca persistencia en suelos.

Es un insecticida de espectro bastante amplio, cuyas  $LD_{50}$  típicas varían de 1 a 10 mg/Kg, como muestra el siguiente cuadro, tiene baja toxicidad oral para mamíferos:

#### TOXICIDAD DEL LINDANO

ESPECIE	Ruta de Aplicación	$LD_{50}$ (mg/Kg )
Mosquito ( <i>Aedes segypti</i> )	aerosol	3
Mosca doméstica	aerosol	2
Cucaracha americana	tópica	5
Cucaracha alemana	tópica	3.8
Saltamontes	tópica	3.4
Escarabajo	tópica	32.5
Rata	oral	125
Ratón	oral	86
Cobayo	oral	127
Conejo	oral	200

Modo de Acción.- Los conocimientos que se tienen acerca de la acción de este insecticida son muy pocos; probablemente es un agente neuro - activo de acción similar a la que presenta el D.D.T., para llegar a tal conclusión se ha observado:

- a) Los síntomas de una intoxicación con lindano incluyen: temblores, ataxia, convulsiones y postración.

- b) Se presenta respiración excitada debido, tal vez, a la hiperactividad nerviosa y muscular, tal como ocurre con el D.D.T.
- c) Los niveles de acetilcolina en los nervios se eleva sustancialmente en los insectos tratados.
- d) Se presenta excesiva actividad eléctrica en los axones intoxicados.

Acerca del metabolismo del lindano se encontró que éste es -- rápidamente transformado por el ratón en compuestos desconocidos, e investigaciones posteriores en que se usó Lindano C<sup>136</sup>, demostraron que el 60% de los desechos urinarios radioactivos eran inorgánicos (cloruros y aniones semejantes), lo que es indicio de una descomposición total del producto original; esa descomposición probablemente se lleva a cabo a través del sistema microsomal hepático, por pre-tratamiento de los animales con fenobarbital el cual induce la formación de microsomas y aumenta la descomposición metabólica. Se encontró -- gran variación en la actividad de varios insectos y de tejidos de mamíferos y también en varias fases del desarrollo de moscas, pero no se encontró relación alguna entre la actividad enzimática y la toxicidad (3)(13).

Dentro de los plaguicidas organoclorados se halla un grupo muy importante que debido a su configuración química reciben el nombre de Insecticidas Ciclodiénicos, que son el resultado de una reacción -- Diels-Alder: la condensación de compuestos con el grupo dieno: --

$-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-$  y compuestos con doble ligadura para dar un aducto. Estos compuestos son cíclicos aunque los hay que no son dienos.

Los plaguicidas ciclodiénicos varían mucho en cuanto a su toxicidad para los mamíferos. Un examen en la toxicidad a insectos sugiere que son insecticidas de amplio espectro y que la marcada variabilidad tóxica para los mamíferos no se presenta tanto en los insectos.

En base a la sintomatología y a los efectos causados sobre preparaciones nerviosas, los plaguicidas ciclodiénicos parece que son neurotóxicos, aunque las bases moleculares y bioquímicas de esta acción no han sido demostradas. Todos los productos ciclodiénicos se caracterizan por su gran persistencia y generalmente no se aplica sobre los cultivos; su modo de acción, como ya se indicó no es bien conocido aunque parece ser que todos ellos sufren una transformación a los epóxidos correspondientes y que éstos son en realidad compuestos activos; todos ellos se acumulan en las grasas y son de difícil eliminación, por lo que su uso se encuentra bastante restringido y sólo se permite bajo autorización especial.

En vista de la copiosidad de datos, no se puede establecer mucho acerca de la acción de los plaguicidas ciclodiénicos, excepto que probablemente interfieren con los nervios. O'Brien opina que no son en realidad compuestos antienzimáticos pero sí que forman un complejo con la membrana neural de tal modo que altera sus propiedades. Es necesario efectuar experimentos directos para comprobar la capa

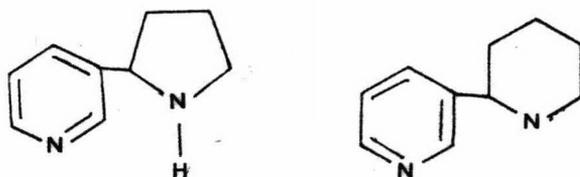
cidad de los ciclodiénicos para reaccionar con los componentes de membranas reales y de las consecuencias biofísicas de tales alteraciones, - como se ha probado con membranas tanto modelos como reales.

La vía metabólica mejor establecida para los plaguicidas ciclodiénicos es la formación del epóxido correspondiente, siempre y cuando exista la doble ligadura apropiada. Tanto el epóxido como el ciclo-dieno original se ha encontrado en la grasa del cuerpo y en otros tejidos, tanto de insectos como de vertebrados. Existen otras rutas de degradación, pero en todas ellas la epoxidización es el primer paso, - estas otras rutas se han demostrado particularmente con los propios epóxidos, especialmente dieldrin. En 1962 se demostró que en la orina de hombres expuestos al dieldrin contenía cuando menos dos metabolitos. La capacidad para la formación del epóxido es paralela a la toxicidad en las moscas. ( 13 ).

## NICOTINOIDES

Desde hace bastante tiempo la infusión de hojas de tabaco se ha usado efectivamente contra ciertos insectos. Sin lugar a dudas la efectividad de esa infusión se debe a que las hojas del tabaco tienen un contenido de 14% aproximadamente de nicotina. En la actualidad la nicotina se obtiene comercialmente del tabaco, ya sea por destilación con vapor o por extracción con disolventes; se ha intentado sintetizarla pero ha resultado antieconómico. La nicotina es L-3-( 1-metil-2-pirrolidil ) piridina. El nitrógeno del anillo de la piridina es muy poco bá

sico, debido a la aromaticidad del anillo; en cambio, el nitrógeno de pirrol, no aromático, tiene una basicidad moderada. En consecuencia, a pH de 7 el 90% del compuesto se encuentra protonado en el nitrógeno pirrolidínico. El compuesto también posee actividad óptica gracias a la asimetría del carbono 2 de la pirrolidina; la forma natural es el - - enantiomorfo L. El extracto de tabaco también tiene otros alcaloides insecticidas muy semejantes, de los cuales los más importantes son: Nornicotina y Anabasina.



La forma más frecuente en que se usa la nicotina es como sul fato.

En cuanto a la toxicidad de la nicotina, existen bastantes repor tes que desgraciadamente son muy diferentes. La acción tóxica de la nicotina varía mucho dependiendo del modo y la forma de aplicación. Hacia los vertebrados, presenta desde moderada hasta alta toxicidad: los valores de  $LD_{50}$  después de inyección intravenosa son: ratón 0.8; rata 1; conejo 9, perro y caballo 5. Los valores orales correspondientes son mucho más bajos por ejemplo: ratón 24, rata 55.

La nicotina ha sido de gran interés para los farmacólogos, debido a que imita ciertos efectos de la acetilcolina; bajo las condiciones correctas, la nicotina opera sobre el receptor de Acetilcolina o sea que éste no es capaz de distinguir entre ambos. Una complicación que se presenta es el hecho de que mientras un pequeño exceso de acetilcolina o nicotina producen actividad excesiva, un gran exceso bloquea la actividad; es frecuente que se observen estos dos efectos opuestos en secuencia primero, se presentan convulsiones y movimientos bruscos y en seguida, la parálisis. Así como la nicotina dilata la pupila de perros y gatos, contrae la de conejos y pájaros, mientras que en el hombre hay una contracción seguida de dilatación. Parece que existe diferente potencial respecto a los ganglios simpáticos y parasimpáticos incluidos.

Los animales vertebrados intoxicados con nicotina, los síntomas son los siguientes: salivación y vómitos, endurecimiento muscular y fibrilación, convulsiones y paro respiratorio; el envenenamiento puede ser tratado con fármacos, de los que se ignora la base molecular de su efecto, que son anticonvulsivos.

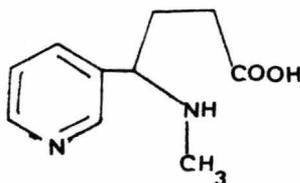
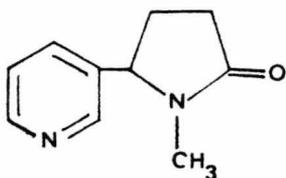
La nicotina mata a los insectos rápidamente, muchas veces - en menos de una hora; cuando se aplica en forma externa se observa: temblores y convulsiones, seguidos de parálisis. Tales síntomas son indicio de que la nicotina afecta la función nerviosa pero surgen las -

✓

preguntas: es en el ganglio ( en el caso de los insectos en el sistema nervioso central ) o es periféricamente, y si existe el caso; es en el axon nervioso o en qué otro sitio ?.

En trabajos efectuados sobre cucaracha americana, se encontró que la presencia de nicotina bloquea reversiblemente la transmisión sinóptica, la duración del bloqueo es dependiente de la forma de aplicación aunque no de la concentración. Yamamoto et al ( 1960 ), demostró que son dos los requerimientos esenciales para la actividad en los análogos de la nicotina sobre los insectos: 1) Deben imitar a la acetil colina respecto a su conformación y acepción de electrones; y 2) Necesitan ser bases fuertes, pero no cuaternarias, aunque un nitrógeno cuaternario es base fuerte, difiere de un nitrógeno terciario en que no tiene una forma sin ionizar con la cual está en equilibrio — ( 7 ).

La nicotina es metabolizada inicialmente en el hígado y aparece en la orina de perros y humanos en forma de cotinina y del ácido — del cual la cotinina es lactama.



También se ha reportado la presencia en orina humana de demetilcotinina y algunas ocasiones, de un derivado de la cotinina con el anillo de pirrolidina hidroxilado. En 1960 se demostró que el producto inicial de la descomposición metabólica de la nicotina es la 5-hidroxinicotina, que es rápidamente oxidada a cotinina. En otros estudios -- más recientes con conejos, se encontró otros numerosos metabolitos: demetilnicotina, demetilcotinina, ácido piridilacético y en ocasiones, derivados N-oxidados de nicotina, además de nicotirina.

Inicialmente también en insectos se determinó a la cotinina como principal metabolito, además de compuestos no identificados. Tratando de determinar el metabolismo de la nicotina en insectos, se encontró que ésta es rápidamente metabolizada y excretada.

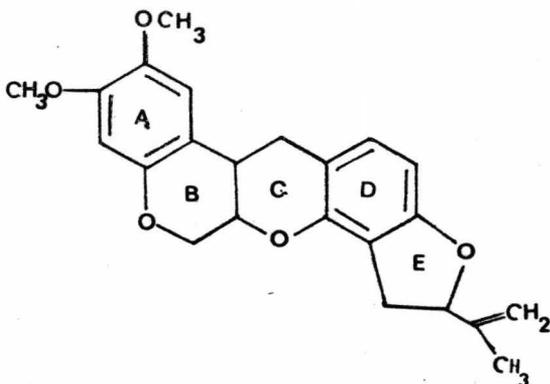
La serie de estudios y ensayos sobre el metabolismo de la nicotina ha sido una demostración de las numerosas vías que pueden seguir diferentes especies ante el mismo problema: algunos insectos han aprendido a metabolizar el insecticida; otro, a distinguir la parte en que se encuentra el insecticida y evita su ingestión y otro, que tiene un mecanismo excretor asombroso ( 13 ).

## ROTENOIDES

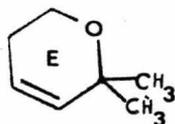
La rotenona y compuestos afines son compuestos de acción insecticida de origen vegetal, son derivados de raíces de plantas de especies tales como *Lierreis elliptica*, otras especies de *Lierreis* de Ma-

laya, ciertas variedades de Lonchocarpus proveniente de Sudamérica y de Tephrosia de Agrios del Este; se usan los materiales crudos directamente.

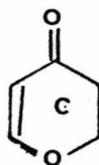
La estructura de la rotenona fué dilucidada en forma independiente en E.U.A., Inglaterra, Japón y Alemania:



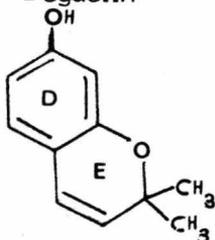
La rotenona se encuentra invariablemente con varios compuestos semejantes y algunos derivados; entre los compuestos semejantes:



Deguelin



7,8 Dehidrorrotenona



Toxicarol



Sumatrol

Modo de Acción de Rotenoides: Hasta hace muy poco, sólo se describían los síntomas de una intoxicación con este tipo de compuestos: un descenso en el ritmo cardiaco, depresión de los movimientos respiratorios, una disminución en el consumo de oxígeno y eventualmente, - parálisis flácida; en 1930 se estableció que la rotenona no tenía acción específica sobre nervios periféricos o centrales. Síntomas similares fueron observados en mamíferos: una gran estimulación seguida de profunda depresión. Se propuso que la causa del envenenamiento era un bloqueo en la utilización del oxígeno: la síntesis de ATP ( adenosín trifosfato ) a partir de ADP ( adenosín difosfato ), es resultado de la oxidación de ciertos compuestos, como: glutamato, piruvato y succinato; los cuales son derivados de azúcares y almidones ingeridos. La reacción global incluye la conversión de estos compuestos, denominados sustratos, a sus formas oxidadas y la consecuente reducción de oxígeno a agua. Ambas reacciones están ligadas por una compleja cadena de reacciones de oxidoreducción y un producto derivado vital de esta cadena es la fosforilación de ADP a ATP; por lo tanto, cualquier alteración en esta cadena de reacciones, corta la fuente de energía del organismo.

Un grupo de investigadores ( Fukami, et al ), encontró en tejido muscular de cucarachas intoxicadas con rotenona, una deficiencia para oxidar completamente al succinato con la consecuente utilización del oxígeno ( actividad succinoxidasa ), aunque la enzima deshidrogenada succínica no se inhibiese, se encontró bloqueo de los citocromos y

además una deficiencia en la síntesis de ATP a través de la fosforilación oxidativa. Este mismo grupo de investigadores reportó más tarde que la rotenona es inhibidora potente de la oxidación del ácido glutámico.

Lindahl y Oberg observaron, más recientemente, el bloqueo por rotenona de la oxidación del piruvato en mitocondrias de hígado de ratón.

Sin embargo, no se ha llegado a esclarecer por completo el por qué de la baja toxicidad de la rotenona hacia mamíferos y su alta toxicidad a insectos, peces y otros. La respuesta podría ser tal vez, diferentes intervalos de degradación ( 13 ).

## PIRETROIDES

Hacia 1800 en Armenia, el Sr. Juntikoff descubrió que ciertas tribus caucásicas usaban las flores molidas de una planta como insecticida, la planta fué identificada como *Chryanthemum* y al producto de ella se le denominó piretro; pero en 1840 se encontró que las especies *Cinerariasfolium* son más efectivas.

La forma más común en que se usan los piretroides, es como un extracto del piretro, obtenido por extracción de las flores molidas con algún disolvente: como metanol o acetona, por purificación y destilación del disolvente se obtiene la piretrina, que es una mezcla cruda de piretroides y es quizá el más antiguo de los insecticidas orgánicos.

cos, tal vez es, el más efectivo y selectivo de los insecticidas, su acción es casi instantánea aunque tiene el inconveniente de permitir una total recuperación de la víctima en algunas circunstancias. Su mecanismo de acción es poco conocido: causa parálisis rápidamente con efecto sobre los nervios (centrales o periféricos) o los músculos. Los estudios que se han hecho no han sido lo suficientemente reveladores para asegurar determinado mecanismo de acción; parece ser que una sustancia desconocida, tal vez un metabolito o el ion cloruro, se acumula dentro y fuera del nervio envenenado. La única evidencia existente, indica que debido a una estimulación rápida y repetida, el potencial post-negativo se acumula, exponencialmente y no en forma lineal, esto es como si después de cada estímulo se produce una cantidad de sustancia y adiciona su efecto al resultado total.

Una característica significativa de los piretroides es que presentan sinergismo con ciertos compuestos que por sí mismos son virtualmente inactivos; el fenómeno de sinergismo se presenta cuando el efecto, en este caso tóxico, de dos compuestos juntos es mayor que el que presentan cuando se aplican separados o sea que el efecto es mayor que el esperado: organofosforados, carbamatos, aceite de sésamo, butóxido de piperonilo, piperonil ciclonenos, etc., se encuentran dentro de los compuestos que sinergizan con los piretroides (13).

## V. ASPECTO ECONOMICO

El grado de peligrosidad de los nuevos productos parasiticidas ha sido objeto de críticas tendientes a lograr que no se use en los cultivos. Al respecto es necesario puntualizar que esto se debe básicamente a la discrecionalidad con que se usa y a la falta de conocimientos --- técnicos que se haya muchas veces entre las personas que manejan comercialmente estos productos y a la falta de preparación de los mismos usuarios, que en la mayoría de los casos usan estos compuestos sin --- basarse en ninguna opinión o recomendación técnica. Sin embargo, se debe reconocer que el uso de las sustancias químicas, entre las que se encuentra los plaguicidas, ha tenido un fuerte impacto en el desarrollo económico agrícola mundial y especialmente en nuestro país, que es --- muy superior al de la industria que los produce, debido a que estos materiales se emplean para proteger el suministro de alimentos del ataque de los insectos destructores, enfermedades de las plantas, malas yerbas y roedores, puesto que las sustancias químicas son empleadas oportuna y correctamente no solo permiten al agricultor controlar las plagas que atacan sus cultivos, sino que le facilita cultivar mayores --- extensiones de terreno, conservar las cosechas para la época de esca--- sez para lograr una distribución económica más eficiente de los productos y por lo tanto, una mayor estabilidad en el abastecimiento de --- artículos de primera necesidad, de mejor calidad y en mayor cantidad.

Un aspecto de máxima trascendencia socioeconómica, que es ---

necesario resaltar, lo constituye el hecho de que junto con el mejoramiento de la nutrición, el empleo de los parasiticidas ha influido, por lo menos parcialmente, para lograr una mayor productividad del rendimiento humano, que no hubiera sido posible lograr si no se contara con los modernos parasiticidas ( 18 ).

De acuerdo con algunos estudios recientes, más de 1300 millones de personas viven en una economía de autoconsumo en calidad de pequeños campesinos y muchos de ellos viven a un paso de la inanición. Estimaciones conservadoras muestran que si se desea cubrir las necesidades nutricionales básicas del mundo, es necesario que la producción de alimentos aumente al menos en 30%.

Los trabajos realizados sobre historia, teorías y políticas del desarrollo económico, han reconocido el lugar prominente que tiene la agricultura en los países subdesarrollados. Además de que el papel de la agricultura en el desarrollo económico depende fundamentalmente de la etapa de la historia económica en que un determinado país se encuentra y de la época en que el progreso económico se vuelve una gran aspiración social.

El aumento de la producción agrícola apoya y sostiene el crecimiento industrial de varias maneras. En primer lugar, permite a la agricultura transferir parte de su fuerza de trabajo a empleos industriales y satisfacer la creciente demanda de alimentos del sector no agrícola. Segundo, aumenta el ingreso agrícola con lo cual se crea poder de

compra en el sector agrícola, que es necesario para adquirir los nuevos bienes industriales permitiendo ahorros que pueden ser movilizados directa o indirectamente, para financiar el desarrollo industrial. Permite, finalmente, que la agricultura cubra las necesidades de alimentación de los obreros industriales a precios favorables para la rentabilidad de la nueva industria. ( 6 )

La economía del control de plagas se basa en una interrelación entre los beneficios, costos y efectos laterales. En el presente, algunas investigaciones en esta importante área han sido encaminadas a un intento para medir los efectos sobre las ventas agrícolas asociadas con los niveles del uso de plaguicidas. Aunque por las complicaciones que un estudio de esta clase presenta, no se ha hecho ninguna apreciación global de beneficios en costos de la economía americana ( 14 ).

ESTIMACION DE PERDIDAS EN LA PRODUCCION MUNDIAL DE DI-  
VERSOS PRODUCTOS ( 14 )

	Produc. act. (miles de tons.)	Pérdidas estimadas (p/insect.-miles tons.)	Pérdidas en %
<b>ALGODON</b>			
Centroamérica	848	170	16.7
Sudamérica	980	237	19.5
Africa	1004	206	17.0
Asia	2086	455	17.9
Europa y Austr.	175	30	14.6
<b>TRIGO, AVENA, CEBADA, ARROZ</b>			
Centroamérica	2403	154	6.0
Sudamérica	15977	867	5.1
Europa	129049	4940	3.7
Africa	9645	1437	13.0
Oceanía	1374	837	37.8
Asia	42753	2978	6.5
<b>MIJO, SORGO</b>			
Centroamérica			
Sudamérica	1180	120	9.2
Europa	250	23	8.4
Africa	18200	3316	15.4
Asia	19920	3162	13.7
Oceanía	219	22	9.1
<b>MAIZ</b>			
Centroamérica	8450		
Sudamérica	19057	6353	25.0
Europa	28324	1647	5.5
Africa	14920	9503	38.9
Asia	16510	2620	13.7
Oceanía	200	12	6.0
<b>VEGETALES</b>			
Centroamérica	5000	639	11.3
Sudamérica	26645	866	3.1

	Produc. act. (miles de tons.)	Pérdidas estimadas (p/insect.-miles tons.)	Pérdidas en %
<b>VEGETALES</b>			
Europa	52994	7413	12.8
Africa	61298	9209	13.1
Asia	35326	2634	6.9
Oceanía	836	104	11.1
<b>PAPAS</b>			
Centroamérica	537	108	16.7
Sudamérica	7942	1922	19.5
Europa	141543	9904	6.5
Africa	1760	782	30.8
Asia	11600	2035	14.9
Oceanía	720	74	9.3
<b>REMOLACHA</b>			
Centroamérica			
Sudamérica	1034	229	18.1
Europa	100080	6057	5.7
Africa			
Asia	7440	3449	31.7
Oceanía			
<b>CAÑA DE AZUCAR</b>			
Centroamérica	101942	15446	13.2
Sudamérica	117070	31358	21.1
Europa	410	27	6.2
Africa	30900	15450	33.3
Asia	188120	134372	47.7
Oceanía	17670	2677	13.2
<b>TABACO</b>			
Centroamérica	247	41	14.2
Sudamérica	244	77	24.0
Europa	704	46	6.1
Africa	200	57	18.0
Asia	1460	218	13.0
Oceanía	18	4	18.2

## VI. CONSECUENCIAS DE LA APLICACION DE PLAGUICIDAS DEPOSITOS

Residuos en productos agrícolas de consumo inmediato. Plaguicidas como contaminantes de suelo, aire y agua.

Para el consumidor, los riesgos mayores se presentan al ingerir alimentos tratados con plaguicidas y con los cuales es posible introducir al organismo ciertas cantidades del producto utilizado, por lo que son importantes los datos de  $LD_{50}$  de toxicidad oral aguda y los de toxicidad crónica, el riesgo de la primera se considera pequeño. En algunos países hay regulaciones legales al respecto, como la Ley Miller de Tolerancias, en E.U.A.; en otros países se exigen condiciones determinadas: como el intervalo a observar entre el último tratamiento y la cosecha, que minimizan o anulan tales riesgos. Pero debe tenerse en cuenta que varios productos presentan una tendencia acumulativa y a la larga, y por su presencia constante en cantidades pequeñísimas, pueden ser causa de riesgos tóxicos.

Los datos recopilados hasta el presente, señalan un mayor riesgo en los derivados persistentes, como lo son los clorados, que en los de acción temporal: el D.D.T., B.H.C., Lindano, Dieldrin y otros, son productos con tendencia a acumularse en las grasas, a pesar de su relativa baja toxicidad. Por ejemplo: el Dieldrin a 2 ppm. es causa de mortalidad al cabo de tres a cinco semanas de incluirse

en la dieta alimenticia; en cambio el Schadan, de mayor toxicidad, aún a 10 ppm. sólo produce depresión de colinesterasa. Esta paradoja se explica por el diferente metabolismo de derivados fosfóricos y derivados clorados: los derivados fosfóricos actúan sobre la colinesterasa y se metabolizan más o menos rápidamente y los derivados clorados, en cambio, se acumulan en el tejido graso y ahí pueden alcanzar niveles fatales.

Los datos de toxicidad crónica, demuestran que ciertos insecticidas persistentes resultan tóxicos y acumulativos a dosis más bajas de las que se presume por  $LD_{50}$  oral aguda. Este efecto se relaciona con la presencia de residuos tóxicos en frutos y otras partes comestibles de las plantas; al tratarse una planta con insecticida, éste permanece en ella determinado tiempo, al agricultor le conviene que este lapso sea bastante grande, pero esa persistencia es de doble efecto: ahorra tratamientos y dinero permitiendo un control efectivo de plagas pero también se corre el riesgo de dejar residuos al fruto.

Actualmente existe la tendencia a favorecer el uso de productos menos persistentes y reducir el de los muy persistentes ( 3 ).

Los residuos penetrantes de los insecticidas tienden a desaparecer o descomponerse a una velocidad constante que es función de la concentración, aunque el porcentaje de decremento no tiene relación con la concentración inicial o magnitud del depósito. El paso inicial

de este comportamiento es la alteración causada por agentes atmosféricos seguido de pérdidas subsecuentes debidas a la acción enzimática de la planta sobre la molécula del insecticida. Parece ser que el proceso de degradación se rige por una reacción de primer orden, y como tal, el período de vida media de un compuesto particular, o sea el tiempo requerido por cualquier fracción para desaparecer o reaccionar es independiente de la concentración inicial, con lo que representa una característica empírica para cada insecticida en un sustrato particular. La determinación del período de vida media de los residuos, usando métodos biológicos, no es completamente satisfactorio debido a la alta probabilidad de que la actividad del medio de ensayo varíe considerablemente para algunos de los productos de descomposición, ya sea intermedios o finales. En el cuadro siguiente se dan algunos períodos de vida media para insecticidas de residuos persistentes ( 8 ).

INSECTICIDA	CULTIVO	VIDA MEDIA (Días) ( a )
D.D.T.	Alfalfa	5,6,6,7,7,7
	Fruta de cítricos	38,50
	Trébol	10,13,13,14
	Lechuga	2,2,2,2,3,3
	Durazno	8,8,11,11
	Hojas del durazno	14,15,18
DIELDRIN	Hojas del manzano	3,3,6,6,6
	Trébol	5,5,5,5,6,6
	Cítricos	44,60
	Hojas del durazno	6,6,7,7
EPN	Hojas del manzano	3,4,5
	Durazno	8,9,9,10
GUTHION	Alfalfa	2
LINDANO	Alfalfa	4,6,6
MALATION	Manzana	2,2,3,3,3,3,3
	Lechuga	3,3,4
	Cebollas	1,1,2
	Cítrico	17,32
	Durazno	4,6,6
	Trigo almacenado	150,160,180,190
NICOTINA	Manzana	11,16
	Mostaza verde	3,3,4,4,6
	Naranjas	5
	Alfalfa	2,2,2
PARATHION	Manzana	3,4,4,6,6,6
	Hojas del manzano	1,2,2,3
	Cítricos	61,78
	Lechuga	1,1,1,1,1,1,1,2,3
	Durazno	3,4,4,7
	Pera	2
	Jitomates	3,6,6,7,7
	Trigo almacenado	28
PIRETRINAS	Limones	22,22,22,22
FRITHION	Naranjas	40,41,43,43

(a) Los valores repetidos son de varias fuentes de información.

Los residuos efectivos pueden ser eliminados o minimizados, por medio de brocheo, sacudido o lavado; los residuos de insecticidas penetrantes no pueden eliminarse o disminuirse por medios mecánicos, solamente en los casos en que la penetración sólo es en la capa externa ( piel, cáscara, envoltura ).

En forma general, es posible que los residuos de insecticidas que se encuentran en el forraje, puedan ser transferidos por los animales domésticos a través de los productos que de ellos se obtienen. Indudablemente un problema mundial respecto a lo anterior, es la posibilidad de contaminación de la leche y sus productos, por lo que la Organización Mundial de la Salud ha declarado que se han encontrado residuos de D.D.T., B.H.C., dieldrin y otros compuestos clorados en -- leche de animales, aún en leche humana, por lo que recomienda la -- práctica precautoria de que la leche no contenga tales residuos, ya que otros compuestos insecticidas ( algunos organofosforados ) con que actualmente se cuenta con aplicables, pues no son solubles en leche ni le imparten ningún sabor.

Varios autores han presentado evidencia de que algunos compuestos organoclorados presumiblemente sin cambio alguno, han pasado del alimento del ganado lechero a la leche misma y de las gallinas a los -- huevos, bajo ciertas condiciones de dieta y dosis de alimentos tratados con insecticidas, tal como se ilustra en el siguiente cuadro:

Ejemplos de insecticidas organoclorados encontrados en leche o productos lácteos y huevo.

INSECTICIDA	ALIMENTO	RESIDUO PRESENTE
Aldrin	Leche	Posiblemente
B.H.C.	Queso, huevo, leche, mantequilla.	Sí
Clordano	Alimento	Sí
D.D.D.	Leche	Sí
D.D.T.	Queso, leche, huevo, mantequilla.	Sí
Dieldrin	Leche	Sí
Dilan	Leche	Sí
Endrin	Huevo	Sí
Heptaclor	Leche	Sí
Lindano	Leche	Posiblemente
Metociclor	Leche	Sí
Pertano	Leche	Sí
Toxafeno	Leche	Sí

Posiblemente tanto la velocidad de crecimiento y el estado general de la planta, influyan en el proceso de disminución o atenuación de los residuos, ya que las plantas jóvenes o las partes en crecimiento son más activas que las viejas o estacionarias para metabolizar los insecticidas sistémicos.

Los insecticidas y sus residuos en los productos alimenticios

son discusión que involucra a la salud pública, entonces la dificultad estriba en establecer medidas prácticas, de tipo curativo o preventivo, en escala mundial. La solución práctica comúnmente aceptada, es la que permite el uso de agentes químicos necesarios para la producción de alimentos y su protección bajo una reglamentación estricta ( 8 ).

Muchos países como E.U.A. exigen para los alimentos, tanto nacionales como de importación, un contenido mínimo en productos - plaguicidas, o sea que conceden cierta tolerancia a su presencia en - cultivos, frutos, etc., para uso humano; estas tolerancias varían desde la tolerancia cero ( no se admite ninguna cantidad de residuo ), hasta exento de tolerancias ( se admite cualquier residuo ) y entre estos extremos se encuentran la mayoría de los productos comerciales, como se indica en el cuadro siguiente:

Cuadro de Tolerancias Admitidas en E. U. A. ( 3 )

PRODUCTO	TOLERANCIA P.P.M.	CULTIVOS A LA QUE SE APLICA
Aceites minerales	exentos	Aplicados antes de cosecha
Aldrín	0.1-0.25 cero	Frutales y varias hortalizas alfalfa, judía, granos forra- jes, etc.
Arseniato de plomo	1.0 7.0	Cítricos Frutales varios
Azufre	exentos	

PRODUCTO	TOLERANCIA P.P.M.	CULTIVOS A LA QUE SE APLICA
Captan	100	Cualquier clase de cultivos
Chordane	0.3	La mayoría de los cultivos
Cobre y sus comp.	exentos	Aplicados antes de la cosecha
D.D.T.	1	Papas
	3.5-4 7.0	Maíz dulce, algodón Frutales hortalizas, etc.
Delnav	4.0 7.0 3.0	Cítricos Manzano y peral Uva
Diazinon	0.75 1.00 3.0-6.0 10.0	Mayor parte de cultivos Aceituna Alfalfa, maíz para forraje Heno de alfalfa
Dieldrin	0.1-0.25 Cero	Mayor parte de cultivos Alfalfa, leguminosas, hortalizas, etc.
Anoc	Cero	Toda clase de cultivos
Aodine	5.0	Manzana, pera, cereza, - fresa, etc.
Endrin	Cero	Toda clase de cultivos
E.P.N.	3.0 0.5	Frutas y hortalizas Almendra, nuez, semilla - de algodón.
Ethion	0.1 1.0 2.0	Almendra Berenjena, cebolla, melo- cotón, pera, pimiento. Cítricos, ejotes, ciruela, melón, manzana, fresa, to- mate.
Ferbam	7.0	Mayor parte de cultivos.
Guthión	0.5 2.0 5.0	Semilla de algodón Hortalizas, frutas. Uva

PRODUCTO	TOLERANCIA P.P.M.	CULTIVOS A LA QUE SE APLICA
Heptachlor	Cero 0.1	Mayor parte de cultivos Crucíferas
Hidracida maleica	15.0 50.0	Cebolla Papa
Keltane	0.1 5.0 10.0 30.0	Semilla de algodón Mayor parte de cultivos Albaricoque, cítricos, me locotón. Lúpulo
Lindano	10.0	Mayor parte de cultivos
Maltión	2.0 8.0	Maíz, semilla de algodón Mayor parte de cultivos
Maneb	0.1 7.0-10.0	Almendra, papa. Mayor parte de cultivos.
Nicotina	2.0	Mayor parte de cultivos.
Paration	1.0	Mayor parte de cultivos.
Phosdrin	0.25-0.5 1.0	Frutos y hortalizas Alfalfa, alcachofa, crucífe ras, apio, melocotón, sor go.
Sevin	5.0 10.0 25.0 100.0	Maíz, semilla de algodón, cacahuete, avellana, arroz, ejote. Frutales y hortalizas. Maíz para forraje. Henos, forrajes, varios.
T.M.T.D.	7.0	Mayor parte de cultivos
Tedion	1.0 - 2.0 5.0 30.0 120.0	Cohombro, melón, tomate, cítricos. Frutales, fresas. Lúpulo fresco. Lúpulo seco.

PRODUCTO	TOLERANCIA P.P.M.	CULTIVOS A LOS QUE SE APLICA
Toxafeno	3.0 - 7.0	Mayor parte de los cultivos.
Trithion	0.2 0.8 2.0 5.0	Semilla de algodón. Mayor parte de los cultivos. Cítricos. Remolacha.
Zineb	7.0	Mayor parte de los cultivos.
Ziram	7.0	Mayor parte de los cultivos.

Casi todos los países que importan o exportan cantidades significativas de productos agrícolas, tratan de seguir los sistemas adoptados por los Estados Unidos, Inglaterra y Alemania para el control de residuos químicos; si se llega a generalizar la opinión al respecto, se logrará un sistema de control mundial; aunque esto es poco probable ya que existen diferencias básicas en el medio ambiente del cultivo en las plagas y en el tipo de alimentación de cada país.

Muchos plaguicidas químicos son potencialmente peligrosos -- para animales de sangre caliente, pero sin ellos no se podría esperar la producción de alimento suficiente para la humanidad. Para permitir y alentar el uso seguro de estos insecticidas, ha sido necesario -- mostrar por medio de experimentos rigurosos, que los agentes químicos en los productos alimenticios son de tal naturaleza o de determinada magnitud, que no representan peligros para el público consumidor, siempre que se usen bajo control y de acuerdo con los reglamentos. De éstos, la principal es la Ley Pública Núm. 518 del Acta Fe-

deral sobre Alimentos, Drogas y Cosméticos, funcionando desde 1955 ( Enmienda Miller ).

En algunos países, los valores de las tolerancias reflejan únicamente los diversos grados de toxicidad que los compuestos insecticidas tienen sobre los mamíferos; en otros, las proporciones de la dieta que pueden contener el compuesto considerado; en algunos más, la magnitud y naturaleza de los residuos que resultan de las cosechas que tienen un control adecuado de las plagas ( 8 ).

## DEPOSITOS Y RESIDUOS

Los productos químicos que se emplean para el control agrícola de insectos, se aplica normalmente sobre la superficie de las hojas de las plantas; por supuesto que cierta cantidad cae de la planta y se deposita sobre la superficie de la tierra, también hay que agregar a esta cantidad, la que se adiciona por deslave desde la planta; aún más, algunos plaguicidas son aplicados directamente al suelo, así que de cualquier manera, toda aplicación asperjada sobre la superficie estará en contacto tanto con la planta como con la superficie del suelo; la lluvia y técnicas de cultivo hacen que los agroquímicos sean introducidos dentro del propio suelo, por lo que es de suponerse que la contaminación por plaguicidas se encuentra en la planta misma, en la superficie de la tierra y en las primeras capas del suelo ( 15 ).

Se considera un depósito como la mezcla química que queda sobre la planta y suelo, después de la aplicación, sin haber sufrido ninguna alteración y que es necesaria para el control de las plagas; sin embargo, las características del depósito no permanecen inalteradas, ya que son transformadas por sistemas vivos y por los fenómenos físicos, como: calor, luz y agua. A este remanente de depósito alterado de su forma original es lo que se considera como un residuo; éste contendrá proporciones reducidas del ingrediente tóxico original, derivados metabólicos del agroquímico, derivados físicamente transformados con estructura química un poco alterada y pe-

queñas cantidades de los disolventes y diluyentes del material formulado ( 8 ).

Todos los compuestos plaguicidas en uso, tienden a producir residuos que permanecen por diferentes períodos, la persistencia de algunos no es más de uno o dos días; otros, dependiendo del suelo, planta y condiciones climatológicas, pueden persistir hasta diez o -- quince años y aún más, el valor y riesgo de los agroquímicos están relacionados con la fracción tóxica del residuo ( 15 ).



## LOS PLAGUICIDAS COMO CONTAMINANTES DE AGUA, AIRE Y TIERRA

La gente debe reconocer que las condiciones ambientales actuales se deben a una multitud de actividades que no pueden cesar repentinamente. Por el contrario, el crecimiento y el desarrollo humano, piden más y mejores productos que tienen que conducir a más y mayores actividades en relación con las ya existentes.

Para satisfacer este crecimiento y las nuevas necesidades humanas, será necesario hacer mejor uso de todos los recursos naturales y consecuentemente, más y más áreas deberán mantenerse dentro de grados de contaminación admisibles.

Los problemas de contaminación aparecieron tan pronto como las actividades humanas fueron creciendo en áreas que ya estaban saturadas, pero es muy difícil o imposible trasladar ciertas actividades, sobre todo las industriales a áreas no saturadas. Sin embargo, las áreas con grado de contaminación aceptable tendrán que ser buenas y seguras para la vida, a pesar de que en ellas puedan existir algunas situaciones desagradables y hasta algunas condiciones que actualmente se consideren indeseables, con las cuales la gente tendrá que aprender a vivir.

El objeto de la preservación del medio ambiente es el hombre, por eso la conservación de la fauna y de la flora requerirá que éstas también se mantengan en condiciones ambientales adecuadas. Se de-



be reconocer que no todo lo que brinda espontáneamente la Naturaleza concuerda con lo que el hombre necesita: la Humanidad se ha dedicado durante siglos a cultivar la tierra y a propiciar el desarrollo de -- especies animales. Una de las principales causas de la contaminación debe atribuirse a la acción del hombre, el cual ha transformado grandes cantidades de materia, dando por resultado la producción de sustancias peligrosas y agresivas para la vida ( 18 ).

El problema de los plaguicidas como contaminantes ha sido más severo con ciertos productos, debido al uso indiscriminado que de ellos se hace, como sucede con el D.D.T. en que después de cerca de una - década, de las primeras evidencias de los efectos dañinos del D.D.T. y de otros plaguicidas en el ambiente de las ciudades y la ecología, el Gobierno Federal de E.U.A. planea la proscripción de estos compuestos químicos, excepto para su uso esencial. La Health, Education and Welfare, encabezada por el Dr. Emil M. Mark de la Universidad de - California, ha reportado evidencias de que ratones tratados con altas dosis de D.D.T. desarrollaron cáncer. Agricultores y campesinos se han enfermado en los campos después de haber inhalado y tenido contacto con ciertos plaguicidas. Algunos Toxicólogos han encontrado que cierto número de infantes han ingerido el doble de la cantidad de D.D.T. recomendada como el límite máximo propuesto por la Organización -- Mundial de la Salud.

Desde que el D.D.T. fué introducido en el ambiente, hace más

de 25 años, ha obrado maravillas en contra de ciertas enfermedades como la malaria, tifo y otras pestes que causaban gran mortandad entre los hombres, como se ha demostrado en la efectividad de la campaña antipalúdica en Ceylán, por ejemplo, que tuvo 2 millones de casos de paludismo en 1950, que se redujeron a 17 en 1963 por el uso del D.D.T., en 1964 se dejó de usarlo y la incidencia de paludismo se elevó al millón de casos para 1968. Ha ayudado a doblar la producción de algodón por el control de insectos, ha salvado cosechas de frutas y otros cultivos.

Pero para muchos el precio ha sido alto. Gracias a ciertos conservacionistas, los peligros de los plaguicidas empezaron a ser descubiertos hace algunos años: investigaciones de Biólogos marinos han demostrado que ciertos productos químicos como el señalado, contaminan las aguas de los ríos, lagos y mares, contaminando así una de las fuentes importantes de alimentos como los peces y otros animales marinos; otros científicos han descubierto el desastroso efecto del D.D.T. sobre la fertilidad de algunas aves. El empleo indiscriminado de los plaguicidas se ha convertido en un problema mundial, ya que la toxicidad del D.D.T. y otros plaguicidas fuertes puede permanecer durante años después de la aplicación inicial, contaminando las fuentes de alimentos ( 11 ) ( 5 ).

La producción y uso de plaguicidas en E.U.A. se espera que continúe creciendo a un ritmo anual de aproximadamente 15%. El uso en el extranjero continuará aumentando en forma similar, según ob-

servaciones de especialistas, con los organoclorados y organofosforados como representantes de una parte significativa del mercado extranjero.

La mayoría de los plaguicidas persistentes continúan en decadencia respecto a su empleo, desde 1957. El empleo de plaguicidas no persistentes continuará a un ritmo acelerado, sin embargo seguirán existiendo problemas con algunas plagas específicas, en que se hará necesario el empleo de materiales persistentes.

Existen muchos factores que ejercen influencia en el cambio de los patrones del uso de los plaguicidas. Además de nuevos tipos de infestación, resistencia a ciertos productos, alteraciones económicas en la producción de cosechas y cambios en los patrones sociales y agrícolas, el impacto de la opinión pública ha tenido una creciente influencia en el uso de plaguicidas.

La necesidad creciente de una nueva legislación y regulación de la producción, venta y empleo de los plaguicidas no debe ser tan rígida que destruya la iniciativa de desarrollo de nuevos plaguicidas más compatibles con la calidad del ambiente deseada ( 14 ).

Los plaguicidas se consideran contaminantes de agua, no proveniente de su aplicación en sí, sino a resultas de su producción y - según la clasificación empleada en " This Vital Air, This Vital Water " se encuentran dentro de las Sustancias Tóxicas provenientes de la Contaminación Industrial, que incluye a los contaminantes que envenenan

✓

a los seres vivos y alteran el ambiente en tal forma que causan - muerte a plantas y animales. Dentro de este grupo se incluyen los - contaminantes que producen cáncer: al menos tres elementos químicos son cancerígenos: arsénico, berilio y cromo. El dieldrin, D.D.T., clordano y otros plaguicidas son sospechosos de ser carcinógenos. Pero es cierto que se está más alejado de llegar a tener niveles peligrosos de estos plaguicidas a través de la ingestión de vegetales que por beber agua contaminada, lo que indica que es mejor man tener a los plaguicidas alejados de los ríos. Los plaguicidas, como aquéllos compuestos químicos usados para matar insectos y los herbicidas, son siempre un contaminante peligroso en las áreas cercanas a las fábricas en que son producidos ( 1 ).

La abundancia y movilidad del agua y sus propiedades disolventes han dado por resultado una serie de relaciones entre el agua y los plaguicidas. Fundamentalmente, el agua puede transportar plaguicidas y éstos pueden contaminar el agua. Muchos plaguicidas son aplicados a plantas y suelos para su protección o embellecimiento. Aunque el suelo es el principal recipiente de los agroquímicos, el -- agua es su principal distribuidor después de su aplicación.

Los plaguicidas pueden contaminar el agua cuando se aplica a las áreas de cultivo o sobre animales domésticos, también cuando el hombre en forma accidental o irresponsable abusa de ellos o los mal emplea. En forma ocasional también los desechos industriales que contienen plaguicidas contribuyen a la contaminación del agua. Y ,

también pequeñas cantidades de plaguicidas que se volatilizan de la su perficie terrestre hacia la atmósfera y que por precipitación van a dar a los suelos y agua.

Los problemas crónicos y de difusión de la contaminación ambiental incluye sólo aquellos plaguicidas y sus productos de degradación que no sólo son tóxicos, sino que poseen la característica de una amplia persistencia, la suficiente que les permite ponerse fuera de control -- después de su aplicación; acoplada además con su capacidad de ser captados y concentrados por los organismos vivos. Los plaguicidas complicados más frecuentemente son los organoclorados, D.D.T., T.D.E. endrin, heptaclor, aldrin, dieldrin, clordano, toxafeno, B.H.C. y lindano.

#### FUENTES DE CONTAMINACION DEL AGUA

Dentro de las diversas formas en que los plaguicidas van a dar al agua, se incluye: deslave, descargas de desperdicios industriales, falta de cuidado y accidentes y por aplicación directa para controlar -- plantas indeseables y plagas animales. Otras fuentes pueden ser: residuos arrastrados por el aire, productos de uso doméstico y depósitos de basura, productos de desecho que contengan residuos más allá de los límites de tolerancia, animales muertos, desechos de animales y tejidos podridos de vegetales. Estas últimas fuentes no han sido bien investigadas, pero su validez como fuentes de contaminación es incuestionable. La contaminación puede ser más o menos continua, general

mente a niveles muy bajos ( menos de 1 ppb ) o en circunstancias importantes puede alcanzar concentraciones suficientes para matar peces y otros tipos de vida acuática.

El deslave de la tierra es probablemente la fuente más generalizada de contaminación de las aguas superficiales por plaguicidas. Puede ser más o menos continua al través del año a niveles generalmente menores a 1 ppb, o puede presentarse esporádicamente. Los factores que controlan el deslave de los plaguicidas son: la naturaleza de los mismos y hasta qué grado han sido usados, factores climatológicos y topográficos, el empleo de la tierra y las prácticas administrativas.

Aquellos plaguicidas que tienen vida media corta, no poseen el poder de deslave que tienen los tipos persistentes. Una lluvia fuerte después de la aplicación de hidrocarburos clorados es una causa clásica de deslaves que llegan a causar la muerte de peces y otras especies acuáticas.

Quizá la segunda fuente más significativa de contaminación del agua es la industria. Se incluye: los productores de plaguicidas básicos, los formuladores de plaguicidas, las firmas que recuperan los plaguicidas usados, plantas textiles, industrias manufactureras de papel. Las descargas de la fuente industrial puede ser continua en los efluentes de manufactureras y procesadoras u ocasionales a altas con

✓

centraciones. Muchos de los residuos en los sedimentos de los ríos se presentan en concentraciones menores a 0.05 ppm, pero en la vecindad de plantas industriales se presentan hasta en miles de ppm.

A pesar de los esfuerzos realizados por industrias agrícolas y relacionadas, para minimizar los accidentes y descuidos con los plaguicidas, todavía se sigue reportando casos de contaminación de agua por estas causas.

El control químico de malas hierbas acuáticas, algunos peces y pestes de insectos acuáticos, frecuentemente da por resultado la presencia de residuos de plaguicidas en el agua y aunque este tipo de actividad es llevada a cabo por profesionales, lo que minimiza las consecuencias, llega a ser fuente de contaminación.

También los polvos arrastrados por el aire que contienen plaguicidas contribuyen a aumentar los niveles de éstos en agua, ya sea por depósito directo o el depósito sobre la tierra con el subsecuente deslave.

El control de la contaminación por plaguicidas se puede ejercer de acuerdo con la fuente de que proviene: en la actualidad ya se usan una variedad de tratamientos efectivos para los desechos industriales, además de que se esperan los resultados de las investigaciones sobre la degradación química de los plaguicidas, para obtener un conocimiento aplicable a nuevas tecnologías.

Desde que se conoce la mayor persistencia de los plaguicidas organoclorados y de los problemas que resultan de su uso, su empleo se reserva sólo para aquéllos propósitos en que no hay posibles sustituyentes ( 20 ).

De acuerdo al empleo que se hace del agua, se ha establecido una Tolerancia Máxima de contenido de ciertos plaguicidas:

PLAGUICIDAS	TOLERANCIA MAXIMA ( mg/1 )				
	USO DEL AGUA				
	1	2	3	4	5
Aldrin	0.017	0.017			
Clordano	0.003	0.003			
D.D.T.	0.042	0.042			
Dieldrin	0.017	0.017			
Endrin	0.001	0.001			
Heptacloro	0.018	0.018		0.05	
Lindano	0.056	0.056			
Metozicloro	0.035	0.035			
Carbamatos	0.100	0.100			
Toxafeno	0.005	0.005			

#### USOS DEL AGUA

1. Servicio público, requiriendo sólo desinfección.
2. Servicio público, requiriendo floculación, sedimentación, filtración y desinfección.

110  
3. Para recreación con contacto y desarrollo de flora y fauna acuáticas.

4. Agricultura y ganadería.

5. Industrial ( 18 ).

## LOS PLAGUICIDAS COMO CONTAMINANTES DEL AIRE

El aire, la mezcla de gases y partículas sólidas y líquidas que forman una cubierta delgada alrededor de la tierra, es una fuente vital natural para el hombre, esencial para animales y plantas y necesaria para las comunidades humanas y sus actividades domésticas, industriales y agrícolas. Las propiedades físicas del aire, tales como temperatura, densidad del contenido de agua y movimiento, determinan el crecimiento y desarrollo de la vida vegetal y animal, es un parámetro significativo en el uso que el hombre hace de su tierra y le obliga a adaptarse a su medio. Estas propiedades afectan la naturaleza de la superficie terrestre y por lo tanto el éxito de los agricultores, también influyen el desarrollo comercial y metropolitano. La composición química del aire, principalmente su contenido de oxígeno, bióxido de carbono y vapor de agua, tienen un efecto directo sobre el hombre y su comunidad, sus alimentos, los bosques y tierras que forman parte integral de su bienestar económico, recreativo y estético.

La calidad del aire está determinada por el uso que el hombre haga de él y de los contaminantes que éste le vacía. La calidad del aire varía por un gran número de razones, pero principalmente por la emisión de contaminantes provenientes del desarrollo económico y social del mundo. La contaminación del mundo es un resultado de la contaminación de la atmósfera.

La extensión, severidad y naturaleza de la contaminación del

aire provocada por el hombre está determinada por el tiempo, número y localización de las fuentes contaminantes, la reactividad química e interacción de los contaminantes, la topografía de la tierra y el clima, naturaleza de la comunidad y las características del movimiento del aire.

Con propósitos prácticos se puede definir la calidad del aire como la combinación de las características físicas y químicas que hacen del aire una fuente de salud para el hombre, animales y plantas, y permiten al hombre continuar con sus actividades comerciales, domésticas, industriales y recreacionales.

Las características físicas son aquellos factores como temperatura, contenido de agua, densidad y movimiento del aire en la baja atmósfera. Las características físicas y químicas están en cambio constante; las fuerzas naturales causan los cambios físicos, los cambios químicos son causados principalmente por la actividad humana.

La calidad del aire sufre influencias por conversiones de energía, ya sea por acción del hombre o por las fuerzas naturales como incendios, tormentas, etc.

Las prácticas agrícolas contribuyen relativamente a disminuir la calidad del aire. Las prácticas de transportación y manufactura, generación de energía eléctrica e incinerado de desperdicios, son los factores de mayor influencia en la contaminación del aire. Se conside

ra solamente las operaciones en granjas y bosques y las plantas procesadoras que tienden a dañar la calidad del aire. El uso inapropiado de la tierra en las granjas, puede alterarla por el agotamiento de una cubierta vegetativa del suelo, lo que crea las condiciones propicias para la erosión por el viento y las tormentas de polvo que son en realidad un contaminante del aire.

Algunas prácticas de producción, como el uso de plaguicidas, pueden alterar la calidad del aire; aunque su influencia se confina a pequeñas áreas, pueden ser transportados por el aire muy lejos de su punto de aplicación y dañar plantas sensibles y la vida animal.

No se ha podido determinar con precisión los efectos de los plaguicidas sobre la salud pública, aún se ignora la relación entre la concentración del aire y el tiempo de exposición y la acumulación de los plaguicidas en órganos y tejidos; desafortunadamente no se tiene los medidores atmosféricos adecuados que indiquen el grado de persistencia de los plaguicidas en el aire.

Para reducir el problema de la contaminación del aire por plaguicidas, se ha propuesto: mejorar los procedimientos de control y los métodos de aplicación, además cierta restricción en el empleo de plaguicidas; actualmente las investigaciones han sido encaminadas para encontrar tanto métodos de control como plaguicidas menos persistentes y mejorar los métodos de aplicación. ( 4 )

## LOS PLAGUICIDAS COMO CONTAMINANTES DEL SUELO

El uso generalizado y repetido de los plaguicidas además de alterar el balance natural, puede causar otro tipo de problemas entre los que se encuentra las posibilidades de efectos adversos en el suelo, cuando se aplica a éste algún compuesto plaguicida directamente o como resultado de la aplicación de plaguicidas a plantas y árboles.

Una contaminación a largo plazo del suelo puede volverlo estéril, las plantas pueden crecer anormalmente por efectos sobre el sistema reticular o las sustancias químicas pueden alterar el desarrollo de las plantas.

Las reacciones que pueden presentarse entre el suelo y el plaguicida son muy variadas, dependiendo de la naturaleza del suelo y de las propiedades fisicoquímicas del compuesto: se ha establecido que el plomo y el arsénico se pueden acumular en el suelo en cantidades dañinas, a partir de la aplicación del arseniato de calcio, algunos insecticidas organoclorados afectan en forma similar al suelo por aplicaciones repetidas; las respuestas fitotóxicas se presentan de acuerdo con el insecticida, su concentración y las variedades de plantas de que se trate.

De los datos reportados no se ha podido asignar alguna característica particular del suelo, la habilidad para fijar el insecticida o

su tendencia a disiparlos; las características de los suelos que se toma en cuenta en relación con los anteriores son: la capacidad de retención del amoníaco, capacidad amortiguadora, capacidad de intercambio de iones, presión de vapor, pH, análisis mecánico y elementos mayores ( 8 ).

El nivel de plaguicidas en los suelos está en estado constante - de flujo. Son tantas las variables y procesos, con diferentes niveles de efectos y distintos grados de interacción entre ellos, implicados en la detoxicación de los plaguicidas, que los intervalos de pérdidas o de acumulación son extremadamente variables. Los niveles de residuos y la cantidad de hectáreas involucradas se desconoce para la mayoría de los suelos; por lo poco que se sabe, el grado de acumulación de los plaguicidas en los suelos puede ser evaluado examinando determinadas áreas problema. Se debe estudiar y evaluar la información de diferentes tipos de fuentes: específicamente hectáreas plantadas con distintos cultivos, los estimados de hectáreas plantadas con plaguicidas persistentes, la frecuencia de aplicación sobre el mismo suelo, los datos de persistencia de plaguicidas en suelos y los efectos climatológicos, meteorológicos y edafológicos sobre la persistencia de los plaguicidas.

Aunque los trabajos iniciales demostraron una persistencia poco usual de los hidrocarburos clorados en el suelo, la creencia de que éstos plaguicidas no eran absorbidos en cantidades considerables se encontraba muy difundida; sin embargo, estudios más profundos y re-

cientes arrojaron datos que indicaban claramente la absorción de hidrocarburos clorados por las raíces de las plantas y la traslocación hacia hojas y frutos.

Existen datos limitados que sugieren que grandes extensiones de tierra contienen niveles bajos pero significativos de plaguicidas, - principalmente de organoclorados. No existe una amenaza aparente para la salud del público consumidor, ya que parece que los árboles crecen sin una contaminación excesiva de la fruta. Estos suelos, sin embargo, son fuentes de contaminación de las cadenas alimenticias y de los suelos no tratados y aguas adyacentes a los campos de cultivo, además si esos suelos son usados para el cultivo de raíces, puede ocurrir una contaminación de alimentos.

Desde el punto de vista ecológico y farmacológico, no se conoce el significado de acumulación excesiva de ciertos plaguicidas y la tarea de determinar el significado biológico es extremadamente compleja si se considera desde el punto de vista del concepto de ecosistema ( 4 ).

## VII. CONCLUSIONES

Uno de los problemas más agudos a los que en la actualidad se enfrentan la gran mayoría de las naciones del mundo, es la carencia de alimentos, carencia que se acentúa por la excesiva explosión demográfica que se manifiesta más gravemente en los países subdesarrollados, como es el caso de México.

Ya se ha planteado que una forma de contribuir al aumento de los alimentos sería extender los campos de cultivo y otra, más viable desde muchos puntos de vista, es aumentar la producción de los existentes actualmente, ésto se puede lograr a través del empleo de productos fitosanitarios y antiparasitarios.

\* Los efectos adversos que se presentan por el uso de plaguicidas como residuos y contaminantes del medio, se puede guardar dentro de los límites establecidos por medio del manejo seguro y adecuado de ellos; no cabe duda que el empleo de estos productos puede causar daños y sin embargo, si se emplea correctamente, son un aliado poderoso para preservar el medio y productos agropecuarios de influencias nocivas.

No se exagera al afirmar que los productos plaguicidas han contribuído decisivamente para obtener la alta calidad de los productos alimentarios en los países adelantados y que se ha preservado a un sinnó-

mero de personas de enfermedades y hasta de la muerte, sobre todo en países pobres y en vías de desarrollo.

La influencia económica de los plaguicidas es decisiva, ya que de acuerdo a las estimaciones efectuadas por expertos, se perdería - del 30, 40 y hasta 50% regularmente de la producción efectiva de algunos cultivos y las pérdidas por prohibición de los productos fitosanitarios se elevaría a muchos millones de pesos.

El problema principal en el empleo de plaguicidas, o sea su uso excesivo e inapropiado, se podría superar a través de campañas de educación, ya que al igual que otros productos de la civilización moderna, como la fuerza eléctrica, automóviles y medicamentos, los productos plaguicidas pueden ofrecer enormes beneficios al hombre - con tal que sean empleados convenientemente.

## VIII.- BIBLIOGRAFIA

1. Aylesworth, Thomas G.  
" This Vital Air, This Vital Water "  
Man's Environmental Crissis  
Rand Mc. Nally & Co.  
U.S.A. ( 1968 ).
2. Asakawa, Maseru  
" Carbamate Insecticides " Japan Pesticide Information No. 1  
( October 1969 ).
3. Barberá, Claudio  
Pesticidas Agrícolas  
Ediciones Omega  
España ( 1967 ).
4. Brady, Nyle C.  
Agriculture and the Quality of our Environment  
American Association for the Advancement of Science Publication  
Washington, D.C. ( 1967 ).
5. Delgado de Garay, Alfonso  
" Biosfera y Agroquímicos "  
Ingenieros Agrónomos Parasitólogos, A. C.  
Guanajuato, Gto. ( Marzo 1973 ).
6. Eicher, C.K. y Witt, L. W.  
La Agricultura en el Desarrollo Económico  
Ed. Limusa - Wiley, S. A.  
México ( 1968 ).
7. Flattum, R.F. and Sternburg, J.G.  
Journal of Economic Entomology  
63, 1 ( 1970 ).
8. Gunther, F.A. y Jeppson, L.R.  
Insecticidas Modernos y la Producción Mundial de Alimentos  
2a. Edición - Compañía Editorial Continental, S. A.  
México, D. F.
9. Hartley, G.S. and West, T.F.  
Chemicals for Pest Control  
Pergamon Press  
Great Britain ( 1969 ).

10. Mathis, W.; Smith, E.A. and Schoof, H.E.  
Journal of Economic Entomology  
63, 1, ( 1970 ).
11. Mc. Clellan, Grant S.  
Protecting our Environment  
Vol. 42, Num. 1  
The H. W. Wilson Co.  
New York ( 1970 ).
12. Melnikov, N. N.  
Chemistry of Pesticides  
Springer - Verlag,  
New York ( 1971 ).
13. O'Brien, R. D.  
Insecticides, Action and Metabolism  
Second Edition  
Academic Press  
New York and London ( 1969 ).
14. Report of the Secretary's Commission on Pesticides and  
Their Relationship to Environmental Health,  
U.S. Department of Health, Education and Welfare  
U.S.A. ( December 1969 ).
15. Rudd, Robert L.  
Pesticides and the Living Landscape  
Third Edition  
The University of Wisconsin Press,  
U.S.A. ( 1970 ).
16. Sen Gupta, A. K. and Knowles, CH. O.  
Journal of Economic Entomology,  
63, 1, ( 1970 ).
17. Suárez Muñoz, Raúl  
2a. Reunión Sociedad Poblana de Salud Pública  
Panel " Foro Contaminación Ambiental "  
México ( septiembre de 1972 ).
18. Terrazas, L.J. y Vélez L.E.  
" Uso de los Parasitocidas y su Repercusión Económico-Social "  
Fitófilo, Año XVI, 40 ( 1963 ).

19. Tirado, Adalberto  
" Aspectos Técnicos de la Reglamentación para el  
Control de la Contaminación "  
IMIQ Revista del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos .  
XII, 11 ( Noviembre, 1972 ).
20. Uesugi, Yasuhiko  
" Development of Organo-Phosphorus Fungicides "  
Japan Pesticide Information, Num. 2  
( January, 1970 ).
21. Willrich, T. L. and Smith, G. E.  
" Agricultural Practices and Water Quality "  
The Iowa State University Press,  
Iowa, U.S.A. ( 1970 ).
22. Coronado Padilla, Ricardo  
Daños y Pérdidas por Plagas y Enfermedades de los Cultivos,  
Comunicación Personal.