RED DE TOXICOLOGÍA DE PLAGUICIDAS

PRIMER CONVERSATORIO JURÍDICO EN MATERIA DE PLAGUICIDAS: EL CASO DE MÉXICO

PLAGUICIDAS:

GENERALIDADES

DRA. BETZABET QUINTANILLA VEGA

CIUDAD DE MÉXICO, SEPTIEMBRE DE 2016

Plaguicidas

- Cualquier sustancia o mezcla de sustancias que se usa para prevenir, destruir, repeler o mitigar una peste: animal, planta o microorganismo.

- Los plaguicidas permiten:

  i) controlar la proliferación de plagas y enfermedades de los cultivos y del ganado,

  ii) reducir o evitar las pérdidas en la producción de alimentos, y

  iii) contribuir al control de los vectores de diversas enfermedades.

Historia del uso de los plaguicidas

- A mediados de 1800 se utilizaban la rotenona (raíz pulverizada de *Derris eliptica*) y piretrum (extraído de la flor de crisantemus).

- A principios de 1900 se utilizaba el arsenato de plomo en la agricultura.

- Al inicio de la Segunda Guerra Mundial, varios plaguicidas estaban en investigación: DDT, dinitrocresol, 2-4 D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético).

- Después de la Guerra hubo un rápido desarrollo de los agroquímicos: insecticidas, fungicidas y herbicidas.

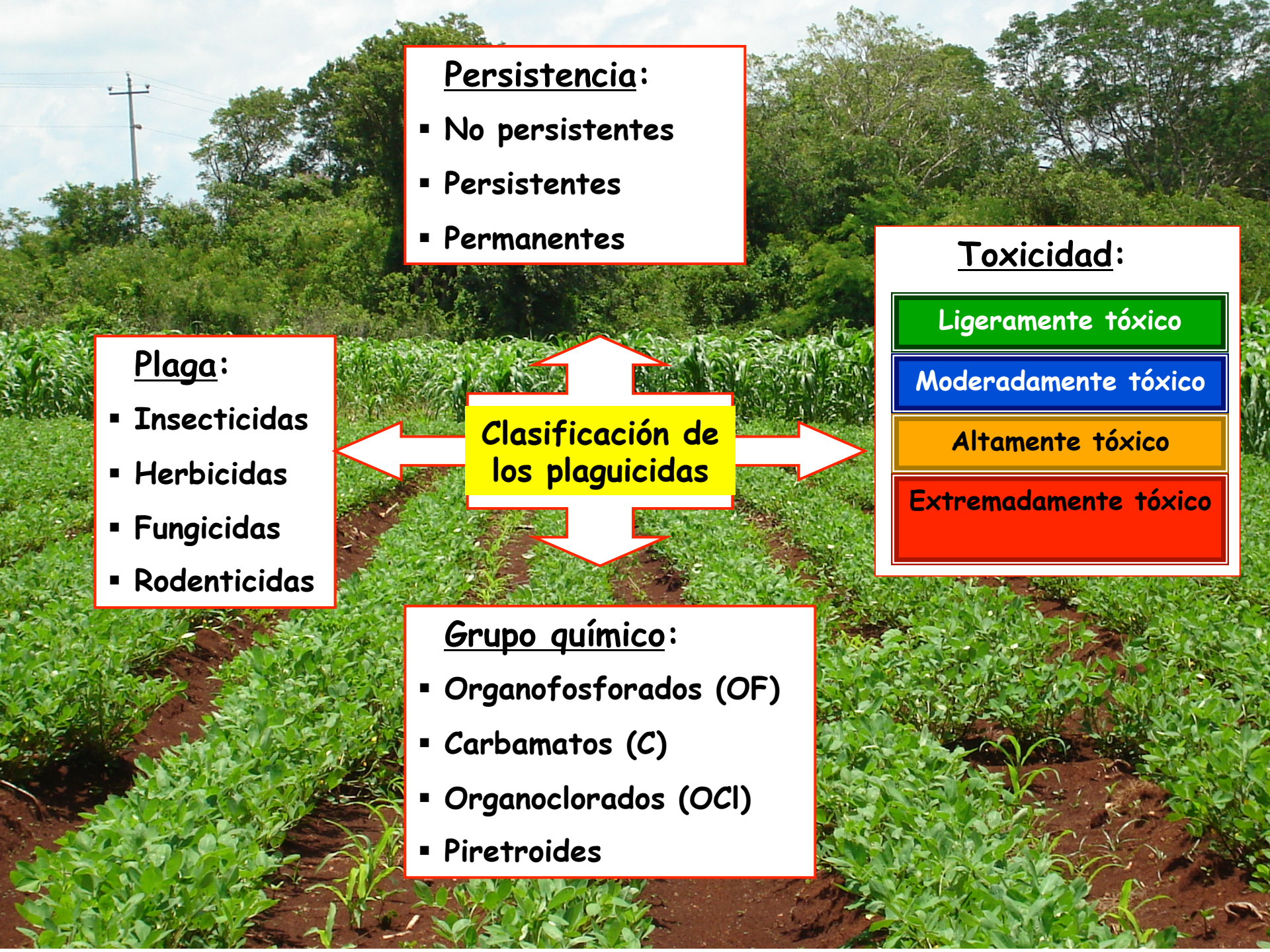
Uso de los plaguicidas en la Medicina

- Nápoles, Italia: control de una epidemia de tifus (DDT, 1943-1944).

- África del Oeste: control de oncocercosis (mosquita negra, Avermectina-lactona *S. avermitilis*)

- África, Medio Oriente, Asia, América: control de la malaria (varios insecticidas).

- México: control del dengue en el pacífico y sureste (Temefos, Deltametrina).


Persistencia:
No persistentes
Persistentes
Permanentes
Toxicidad:
Ligeramente tóxico
Moderadamente tóxico
Altamente tóxico
Extremadamente tóxico
Plaga:
Insecticidas
Herbicidas
Fungicidas
Rodenticidas
Clasificación de los plaguicidas
Grupo químico:
Organofosforados (OF)
Carbamatos (C)
Organoclorados (OCl)
Piretroides

Clasificación de plaguicidas por su toxicidad (DL50)

EL COLOR DE LA ETIQUETA	GRADO DE TOXICIDAD	SU PELIGROSIDAD ES
	Ia Extremadamente tóxico	MUY TÓXICO
	Ib Altamente tóxico	TÓXICO
	II Moderadamente tóxico	X DAÑINO
	III Ligeramente tóxico	CUIDADO
	IV Precaución	PRECAUCIÓN

TABLA 2. *Clasificación de plaguicidas según categoría toxicológica.*

Categoría	Definición	Dosis letal 50 (oral aguda en ratas)
I	Extremadamente tóxicos	0-5 mg/kg
II	Altamente tóxicos	5-50 mg/kg
III	Medianamente tóxicos	50-500 mg/kg
IV	Ligeramente tóxicos	Mayor de 500 mg/kg

Plaguicidas peligrosos autorizados en México

Ejemplos de plaguicidas altamente peligrosos autorizados en México para uso agrícola

Peligrosidad del ingrediente activo*	Ingredientes activos autorizados	Ejemplos de ingrediente activo y algunas marcas comerciales autorizadas
Alta Toxicidad aguda (OMS 1A, IB, H330 SGA)	43	**Carbofurán** (Furadán, Velfurán, Lucarfurán) **Metamidofós** (Lucamet, Methan, Tamarón, Hamivel) **Monocrotofós** (Vanucrón, Kaygol, Velcrón) **Paratión metílico** (Mauser, Novafós, Folimat) **Paraquat** (Gramoxone, Diabloquat)
Toxicidad crónica		
Probable cáncer en humanos (UE SGA, USEPA 2A,2B)	30	**Permetrina** (Anatrina, Talcord, Pounce) **Clorotalonil** (Bravo, Daconil, Cloropol) **Mancozeb** (Manzate, Dithane)
Tóxico para la reproducción	9	**Benomilo** (Benigne, Fundazol) **Glufosinato de Amonio** (Finale, Basta) **Dinocap** (Karathane)
Perturbador endocrino (UE 1 SGA)	30	**Atrazina** (Dragoprim, Sanazina, Gesaprim) **Picloram** (Defensa (+2,4-D), Dragón 101 (+2,4-D) **Deltametrina** (Deltacis, Veltrine)
Incluidos en el Convenio de Estocolmo (COP, 2001)	2	**Lindano** (Herklin) Ya no está permitido **Endosulfán** (Thiodan)* Su uso estuvo permitido hasta fines de 2014
Incluidos en el Convenio de Róterdam (Plaguicidas, Ginebra, 2004)	12	**Alaclor** (Alanex) **Azinfós metílico** (Gusatión, Gowan Azinfós)
Altamente tóxico para las abejas (US-EPA)	63	**Abamectina** (Abamit, Agrimec, Pext) **Clorpirifós etil** (Compa, Lorsbán, Knocker) **Imidacloprid** (Confidor, Confol,Picador, Pinto)
Muy persistente en agua, suelo o sedimentos (UE-REACH)	6	**Nicosulfurón** (Accent, Teutón, Zeamax)
Muy bioacumulable (UE-REACH)	4	**Propargite** (Comite, Omite) **Trifluralina** (Premerlín, Treflán,Triflurex)

*Según organismo internacional

Siglas: OMS, Organización Mundial de la Salud; UE, Unión Europea; SGA, Sistema Global Armonizado;US-EPA, Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos; REACH: Registro, Evaluación y Restricción de Sustancias Químicas, UE

Fuentes: RAPAM, con base en la Lista de plaguicidas altamente peligrosos PAN Internacional (Junio 2014), Listado de Plaguicidas de Uso Agrícola 2011, SENASICA y Sistema de consulta de registros autorizados por Cofepris, México (consultado, noviembre del 2014).

Plaguicidas utilizados en México y prohibidos en otros países

Prohibited pesticides	Restricted Pesticides	Pesticides prohibited in other countries but authorized in Mexico
Phenyl acetate	DDT	Alaclor
Mercury	BHC	Methamidophos
Acid 2,4,5-T	Aldicarb	Azinphos methyl
Aldrin	Dicofol	Monocrotophos
Cyanophos	Phorate	Captan
DBCP	Lindane	Oxyfluorfen
Dialifor	Methoxycloro	Methyl-parathion
Dieldrin	Mevinphos	Quintozene
Dinoseb	Paraquat,	Phosphamidon
Endrin	Pentachlorophenol	Tridemorph
Erbon	Quintozene	Maneb
Formothion	1,3 Dichloropropene	Methidathion
Sodium Fluoroacetate		Captofol
Fumisel		Mevinphos
Kepone/Clordecone		Omethoate
Mirex		Paraquat
Monuron		Diuron
Nitrofen		Phorate
Schradan		Triazophos
Triamiphos		Linuron
Thalium sulfate		2,4,D
Toxaphene		Endosulfan
		Sulfopros
		Kadethrin
		Carbaryl

Table 2. Prohibited and restricted pesticides in Mexico, and products prohibited in other countries but authorized in Mexico. Source: INE, 2010

Convenios internacionales para la protección de la salud y el ambiente

Convenio de Rotterdam aplicable a ciertas sustancias químicas y plaguicidas peligrosos objeto de comercio internacional; regula el intercambio de información en el comercio internacional en materia de determinados plaguicidas peligrosos (ingredientes activos y formulaciones).

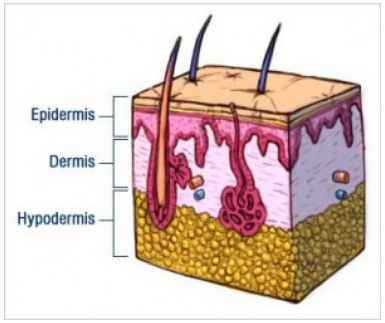
Convenio de Estocolmo tiene como objetivo la eliminación de los contaminantes orgánicos persistentes (COP). Los COP son compuestos tóxicos, que se bioacumulan, altamente persistentes, y constituyen una amenaza mundial para los seres vivientes.

Vías de exposición a plaguicidas en humanos

Oral

Inhalatoria

Dérmica

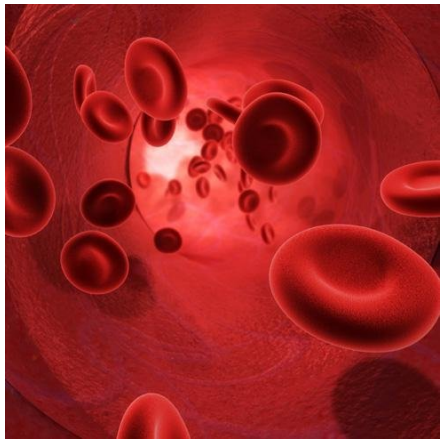


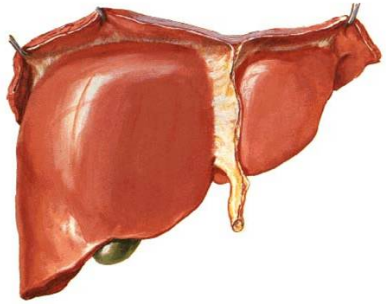
Ocular

Materno-fetal

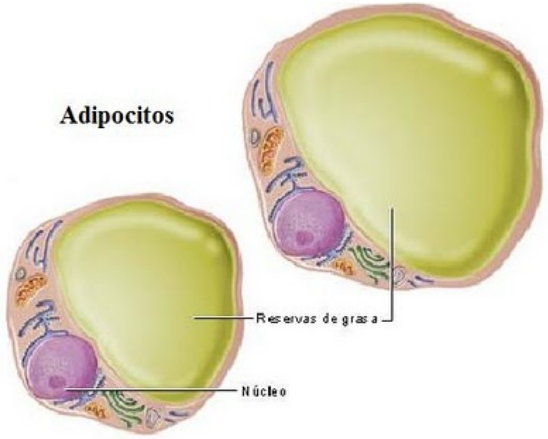
"Origen fetal de la enfermedad"

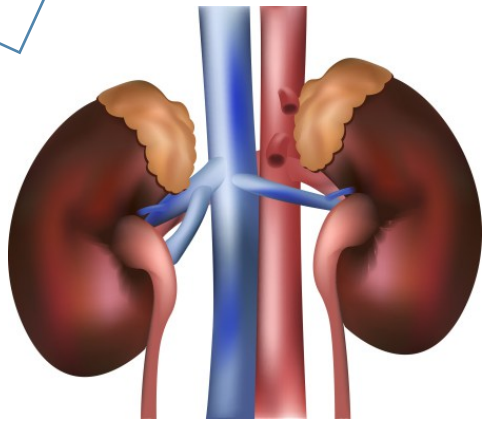
Distribución y acumulación de los plaguicidas





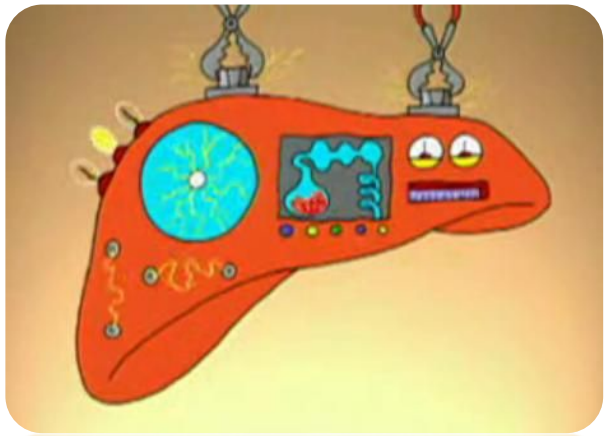
BIOTRANSFORMACIÓN





Fases de biotransformación

Fase I



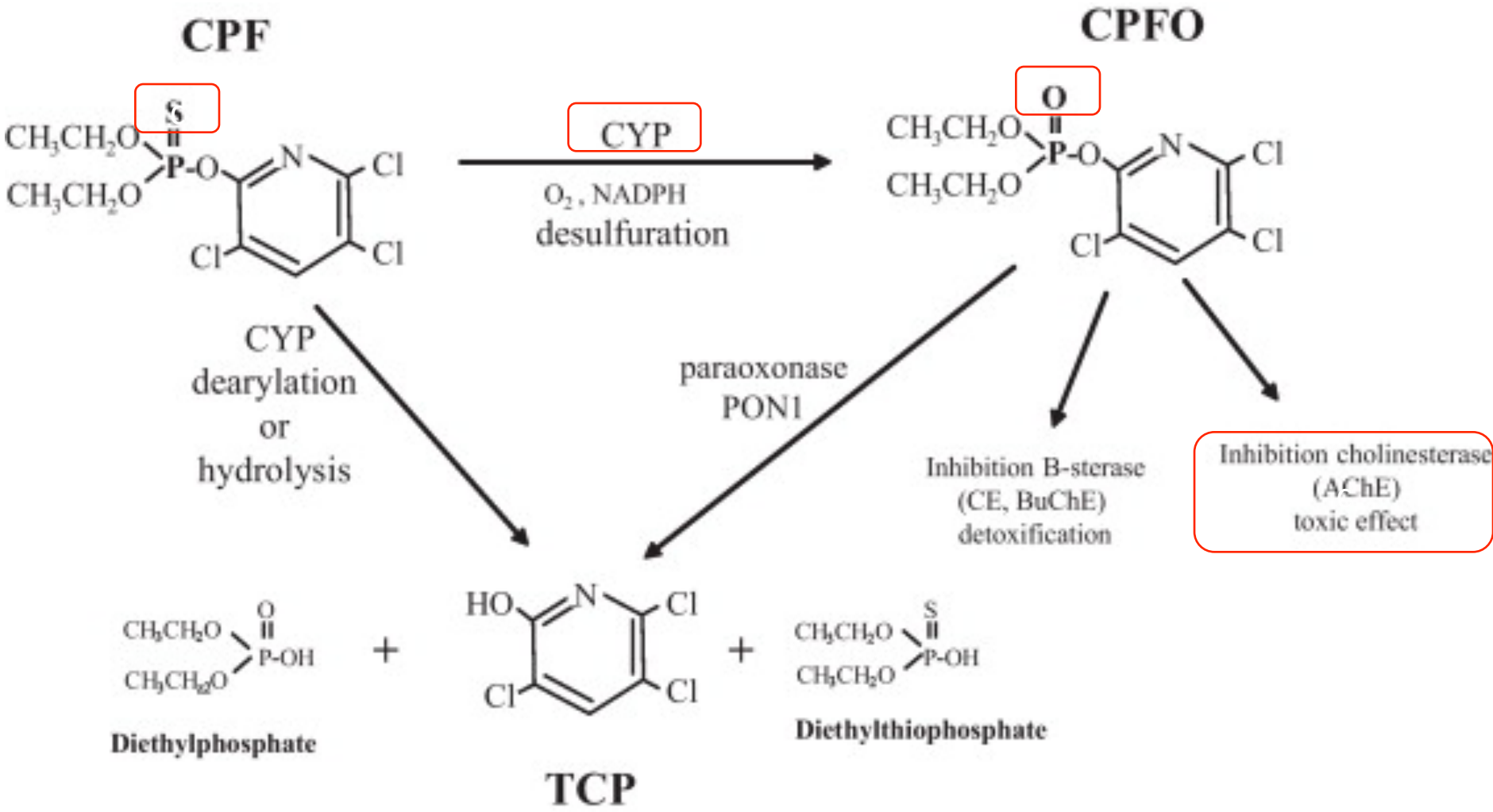
Fase II

Oxidación
Reducción
Hidrólisis

Reacciones
de
conjugación

Wilkening *et al.* (2003)

Metabolismo de los plaguicidas

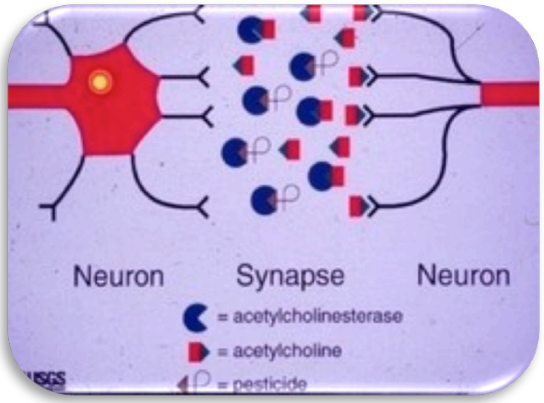


3,5,6-trichloro-2-pyridinol (TCP)

Toxicología de los plaguicidas

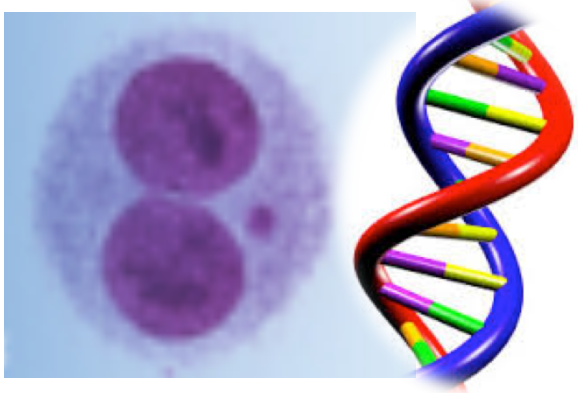
Estudios de Toxicidad

Toxicidad Aguda



AChE

Toxicidad Crónica



Genotoxicidad

Clasificación de los plaguicidas por su estructura química

Organofosforados

Organoclorados

Otros

Piretroides

Carbamatos

Organoclorados

Son compuestos estables, altamente persistentes en el ambiente y tienden a acumularse en el tejido graso.

Su uso principal fue en la erradicación de los vectores de enfermedades como paludismo, malaria y dengue.

Considerados disruptorese endocrinos. Actúan a nivel del sistema nervioso central causando síntomas como convulsiones y en intoxicaciones agudas la muerte por paro respiratorio.

(Waliszewski et al., 2002)

Plaguicidas organoclorados

Características fisicoquímicas

- Lipofílicos
- Vm 7.5 años en humanos
- Bioacumulables y biomagnificables

Efectos en los sistemas biológicos

- Arcoreflejo con despolarización de la membrana
- Inhibición de transportadores y canales dependientes de Ca^{2+}

Organofosforados

Son ésteres derivados del ácido fosfórico o fosforotioico.

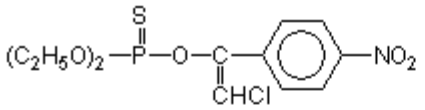
Actúan sobre el sistema nervioso central, inhibiendo la acetilcolinesterasa (AChE), enzima que modula la cantidad y los niveles del neurotransmisor acetilcolina, interrumpiendo el impulso nervioso.

Son los más utilizados en la agricultura, la mayoría son insecticidas y también acaricidas.

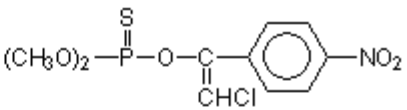
Causan: pérdida de reflejos, dolor de cabeza, mareos, nauseas, convulsiones, coma y hasta la muerte. Algunos se han asociado con efectos mutagénicos y reproductivos.

(Waliszewski et al., 2002)

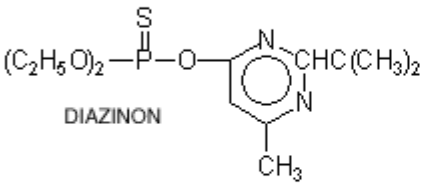
Plaguicidas organofosforados



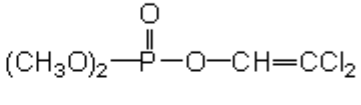
PARATHION



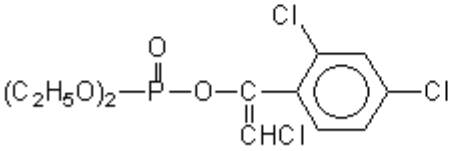
METILPARATHION



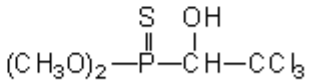
DIAZINON



DICHLORVOS

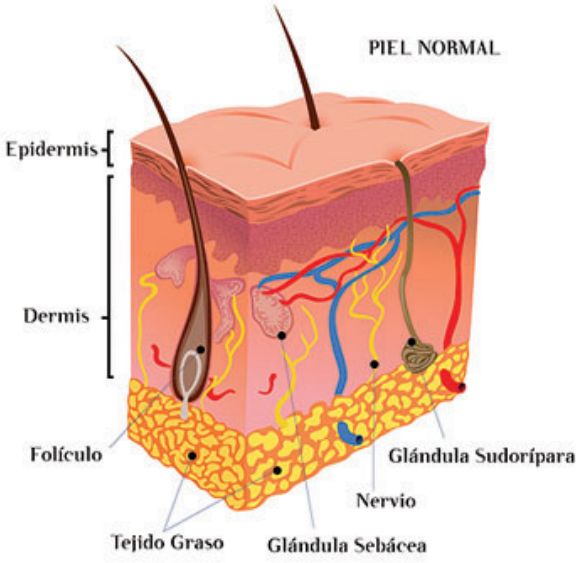


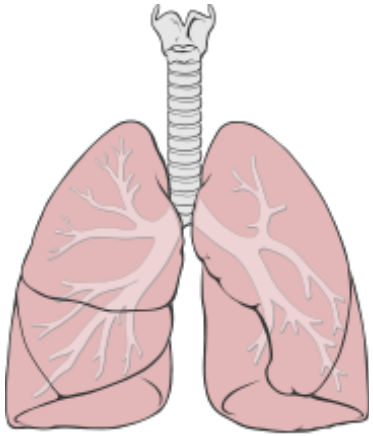
CHLORFENVINPHOS

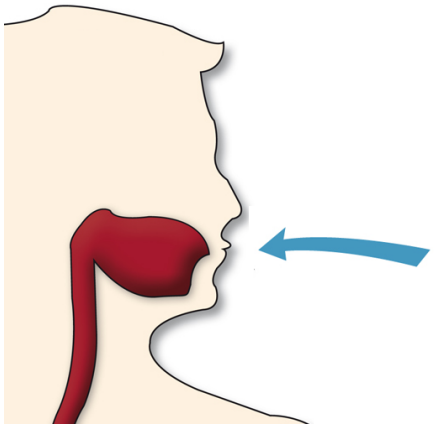


TRICHLORFON

ABSORCIÓN







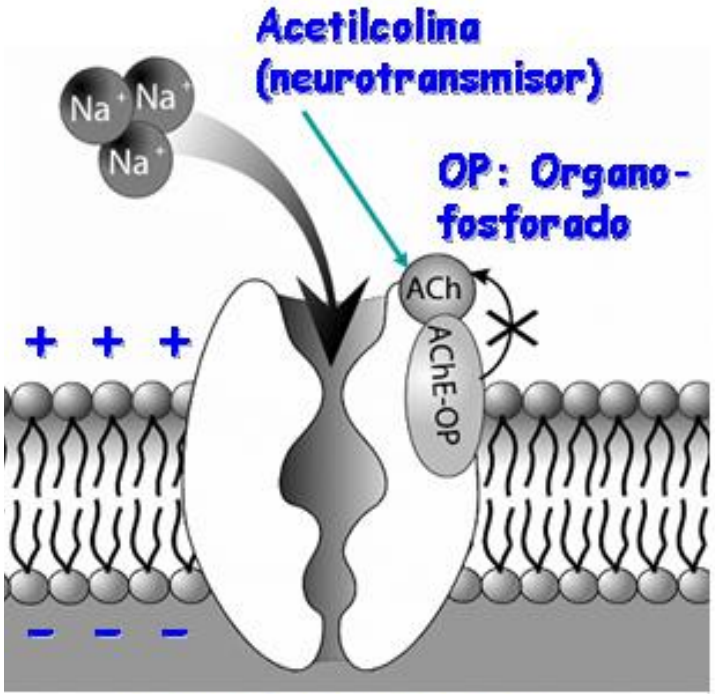
Plaguicidas organofosforados

Características fisicoquímicas

- Sufren fotólisis
- Biodegradables por reducción y oxidación

Efectos en los sistemas biológicos

- Polineuropatías retardadas inducidas por OF asociadas a la actividad de las esterasas



Carbamatos

Bendiocarb

Son ésteres derivados de los ácidos N-metil o dimetil carbámico se emplean como insecticidas, herbicidas, fungicidas y nematicidas.

Son menos persistentes que los organoclorados y los organofosforados,
Son inhibidores de la acetilcolinesterasa.

(Waliszewski et al., 2002)

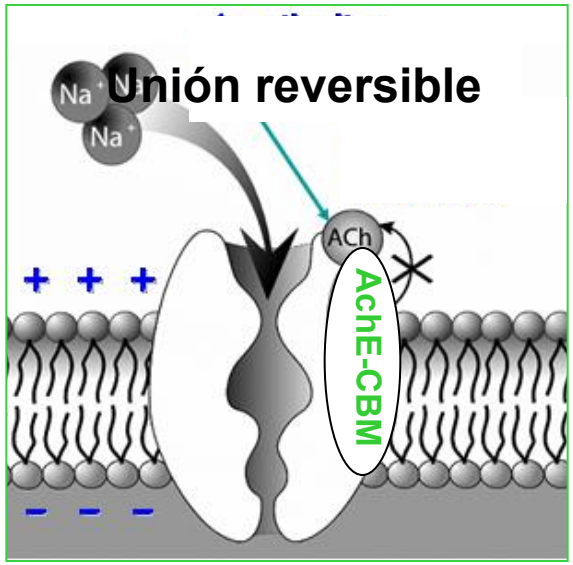
Plaguicidas carbamatos

Características fisicoquímicas

- R1: grupo metil = insecticidas
- R1: grupo aromático = herbicidas
- R1: grupo benzoimidazol = funguicidas

Efectos en los sistemas biológicos

- La inhibición de AchE reversible por una duración más cortas que en OF
- SN, hígado y S. hematopoiético



Piretroides

Tienen su origen en insecticidas naturales derivados del extracto de piretro obtenido de las flores del crisantemo, conocidos como piretrinas.

En la actualidad se han fabricado alrededor de 100 productos comerciales.

Actúan en el sistema nervioso central causando modificaciones en la dinámica de los canales de Na + de la membrana de la célula nerviosa, provocando hiperexitación neuronal.

(Sorgob y Vilanova, 2002)

Plaguicidas peretrinas y piretroides

Chrisantemum cinerariaefolium
y *C. coccineum*

Piretrinas

Piretro

- Extracto natural
- piretrinas tipo I y II

Piretroides

- De similitud a las piretrinas
- Sintéticos
  - Más tóxicos
  - Más persistentes en el ambiente

Plaguicidas peretrinas y piretroides

Características fisicoquímicas

- Fotólisis, hidrólisis y biodegradación

Efectos en los sistemas biológicos

Nervios motores y sensoriales (pocos días)

Plaguicidas mas utilizados en Yucatán

Plaguicida	Frecuencia de uso (%)
Glifosato (FG) H	67
Paraquat (B) H	64
Metomilo (C) I	52
2,4 – D (AF) H	50
Metamidofos (OF) I	45
Mancozeb (C) F	36
Endosulfan (OCl) I	34
Carbofuran (C) I	30
Clorpirifos (OF) I	29
Malatión (OF) I	20

Grupo químico: OF: organofosforado. C: carbamato. OCl: organoclorado. B: bipiridilo. AF: derivado del ácido fenoxiacético, FG: fosfonometilglicina

Toxicidad:

- Ligeramente tóxico
- Moderadamente tóxico
- Altamente tóxico

Tipo de plaguicida: H: herbicida. I: insecticida. F: fungicida.

Pérez-Herrera y col., 2008

Plaguicidas mas utilizados en Nayarit

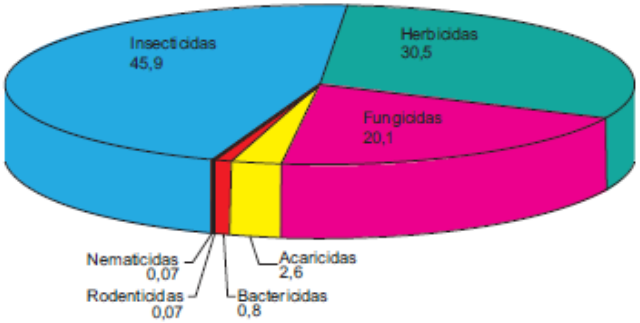


Fig. 3. Frecuencia de plaguicidas comercializados de acuerdo a su uso en el estado de Nayarit, México

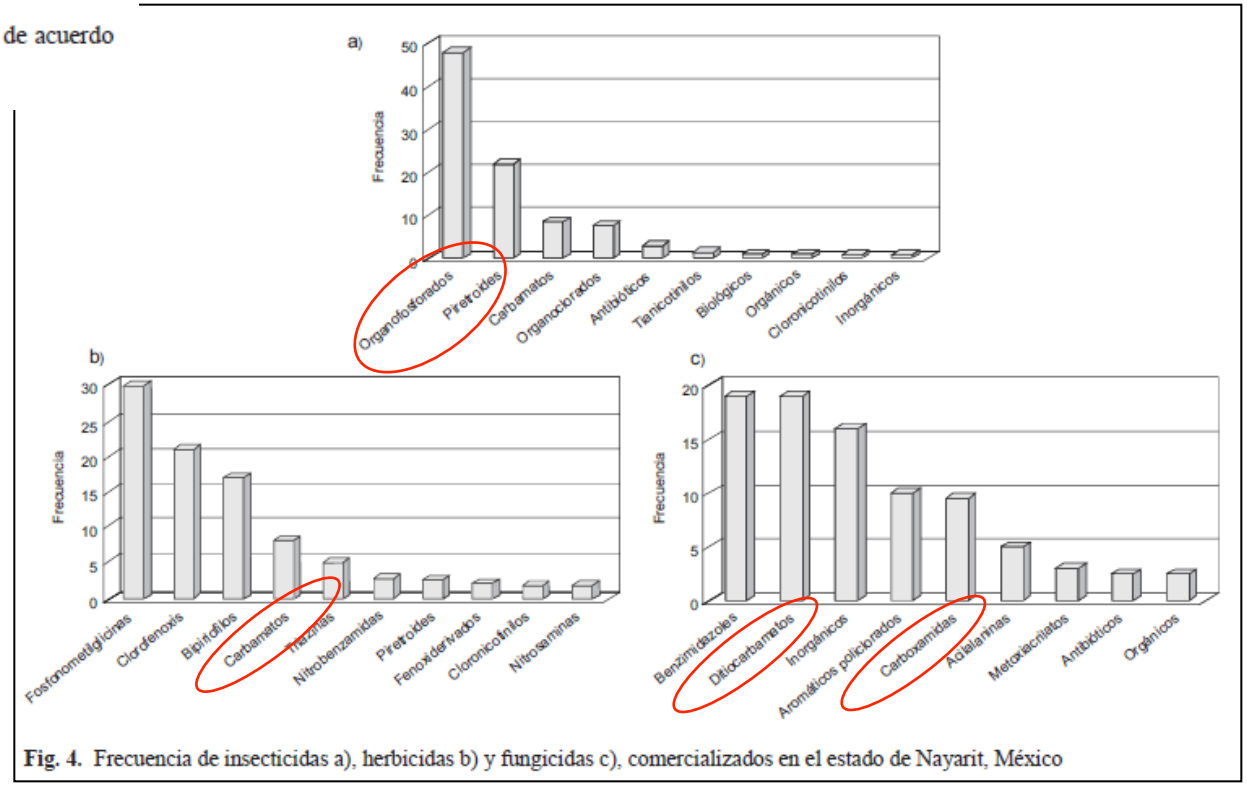


Fig. 4. Frecuencia de insecticidas a), herbicidas b) y fungicidas c), comercializados en el estado de Nayarit, México

González-Arias y col., 2010

Intoxicaciones por plaguicidas en México

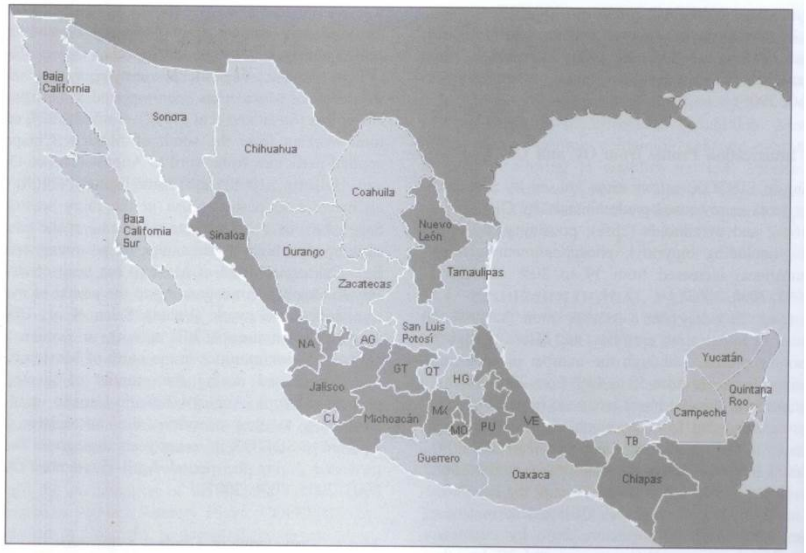
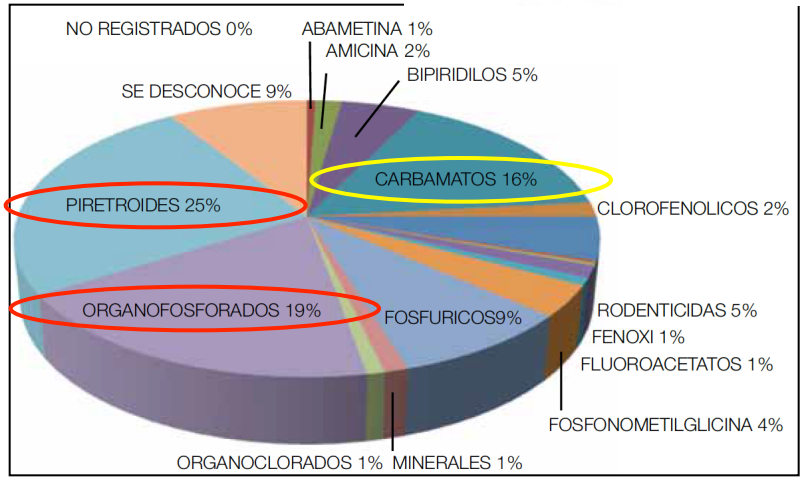
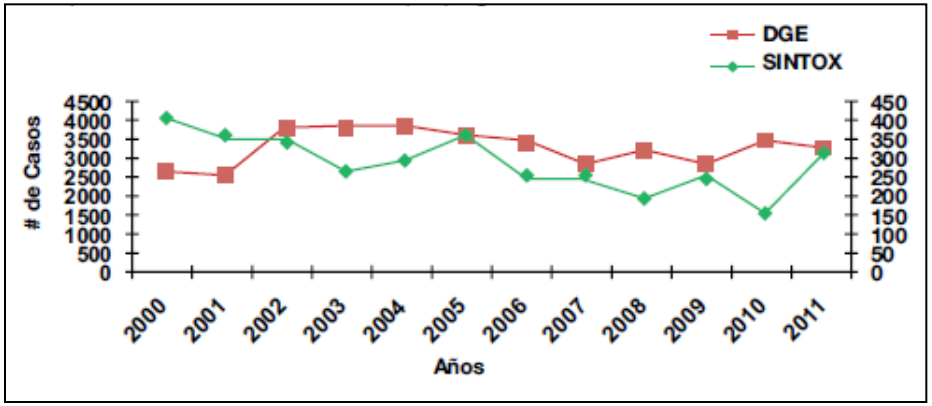


Figure 34.3 Geographical distribution of most reported intoxication episodes in Mexico. NA, Nayarit; AG, Aguascalientes; CL, Colin Guanajuato; QT, Querétaro; HG, Hidalgo; PU, Puebla; MO, Morelos; VE, Veracruz; TB, Tabasco; MX, Estado de México. The Mexicar with higher numbers of intoxication episodes are shown in dark grey. From AMIFAC (2006).

Mayor número de intoxicaciones





(AMIFAC, 2013)

Plaguicidas comúnmente utilizados: toxicidad DL50 (mg/kg)

Clase	Toxicidad	Ejemplos
IA	Extremadamente peligrosos	Paratión, dieldrín
IB	Altamente peligrosos	Eldrín, diclorvos, metamidofos
II	Moderadamente peligrosos	DDT, clordano
III	Ligeramente peligrosos	Malatión

Uso de equipo de protección: agricultores

Equipo	Frecuencia de uso (%) Yucatán	Chihuahua
Sombrero/gorra	87	72
Botas impermeables	62	14
Pañuelo en la nariz	30	28
Mascarilla	13	22
Guantes impermeables	13	28
Overol	6	11

Se presenta el porcentaje de sujetos que utiliza cada equipo

Pérez-Herrera y col., 2008; Carballo y col., 2006

Uso racional de los plaguicidas y que sean de toxicidad baja!!!

Gracias !!

toxicologia.cinvestav.mx/

XIV International Congress of Toxicology

In conjunction with the

X Mexican Congress of Toxicology

Merida, Mexico. October 2-6, 2016

Sociedad Mexicana de Toxicología AC

somtox.com.mx