



BIBLIOTECA
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA
Y GANADERIA
UNIVERSIDAD DE SONORA.

UNIVERSIDAD DE SONORA

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

"DAÑOS A LA SALUD HUMANA POR INSECTICIDAS ORGANOFOSFORADOS"

DISERTACION

Felipe Humberto Bracamonte Urbina

OCTUBRE DE 1993

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess



950

UNIVERSIDAD DE SONORA

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

"DANOS A LA SALUD HUMANA POR INSECTICIDAS ORGANOFOSFORADOS"

DISERTACION

FELIPE HUMBERTO BRACAMONTE URBINA

OCTUBRE DE 1993

"DANOS A LA SALUD HUMANA POR INSECTICIDAS ORGANOFOSFORADOS"

DISERTACION

Sometida a la consideración del
Departamento de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

por

Felipe Humberto Bracamonte Urbina

Como requisito parcial para obtener
el título de Ingeniero Agrónomo
con especialidad en Horticultura.

Octubre de 1993

Esta disertación fue realizada bajo la dirección del consejo particular, aprobada y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

INGENIERO AGRONOMO CON ESPECIALIDAD EN
HORTICULTURA

CONSEJO PARTICULAR

ASESOR:



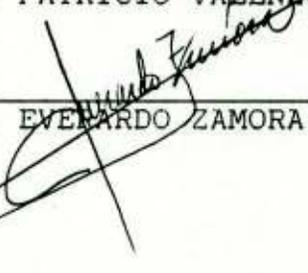
DRA. MIRNA ALEJANDRINA GRIJALVA PERALTA

CONSEJERO:



M.C. PATRICIO VALENZUELA CORNEJO

CONSEJERO:



M.S. EVERARDO ZAMORA

AGRADECIMIENTOS

El autor desea agradecer sinceramente la ayuda recibida para la realización de este trabajo.

A la Dra. Mirna Alejandrina Grijalva Peralta: Por su participación y los consejos brindados en la elaboración de esta disertación.

Al M.C. Patricio Valenzuela Cornejo: Por su gran ayuda, y orientación durante el transcurso de esta disertación.

Al M.S. Everardo Zamora: Por su valiosa cooperación y ayuda.

A Silvia Elena Barrera B.: Por el apoyo para la impresión de esta disertación.

A mis Maestros: Por sus conocimientos y consejos transmitidos durante la estancia en la escuela.

DEDICATORIA

A MIS PADRES: ARMANDO Y LUZ Con el recuerdo inolvidable que siempre tendré en ellos, por su gran apoyo y consejos que me ofrecieron en esta vida, por haberme dado la facilidad que muchas personas quisieran tener, una profesión Q. E. P. D.

A MIS HERMANOS: ARMANDO, ARTURO, JUAN, DORA, SILVIA A. GILBERTO, FRANCISCO Y ESPECIALMENTE A ROBERTO que me apoyó y solventó mi carrera.

A TODOS MIS FAMILIARES: Por sus consejos y apoyo.

A MI ESPOSA: Gracias a su apoyo, cariño y comprensión que me ofreció en la elaboración de esta disertación.

A MI HIJO FELIPE: A quién le dedico con todo mi corazón este trabajo, como un ejemplo para su preparación en el futuro.

CONTENIDO

	Pág.
I. INDICE DE CUADROS Y FIGURAS	vi
II. RESUMEN	vii
III. INTRODUCCION	1
VI. LITERATURA REVISADA	2
- Antecedentes	2
- Clasificación general de los plaguicidas	3
- Clasificación de los plaguicidas de acuerdo a su peligrosidad	5
- Etiquetado de los plaguicidas	7
- Insecticidas de acuerdo a la acción que ejercen sobre los insectos	9
- Vías de absorción del tóxico	10
- Insecticidas inhibidores de la Acetil Colinesterasa	11
- Clasificación de los insecticidas de acuerdo a la rapidez de acción	13
- Forma de acción de los insecticidas organofosforados	13
- Signos y síntomas de intoxicación por insecticidas organofosforados en el humano	20
- Confirmación del diagnostico de intoxicación por insecticidas organofosforados ..	24
- Tratamiento de urgencia por intoxicaciones con insecticidas organofosforados	25
- Medidas de precaución para mejorar insecticidas organofosforados	28
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	30
VI. BIBLIOGRAFIA	32

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

	Pág.
Cuadro 1.- Clasificación de los plaguicidas recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) de acuerdo a su peligrosidad y aprobada en la 28va. Asamblea Mundial de la Salud en 1975	8
Cuadro 2.- Casos de intoxicación por plaguicidas en el año 1991 en Estados Unidos Mexicanos	23
Figura 1.- Esquema del proceso fisiológico neuromuscular durante la estimulación	16

RESUMEN

Actualmente existen gran diversidad de clases de insecticidas, como todos nosotros sabemos los insecticidas se diseñaron para el control de insectos nocivos, pero lo que la mayoría desconocemos es el grave daño que pueden causar al hombre si se desconoce el uso adecuado en el manejo de éstos productos, es por ello que el objetivo de esta investigación trata de hacer que la gente tome conciencia de las medidas de seguridad que se deben de llevar a cabo tales como las que se enuncian a continuación: Conocer la clasificación y etiquetado de los plaguicidas, conocer la clasificación de los plaguicidas de acuerdo a su peligrosidad recomendada por la Organización Mundial de la Salud, la acción que ejercen los insecticidas organofosforados sobre los insectos, las formas de absorción que se puedan llegar a presentar en caso de que exista una persona intoxicada, que conozca los signos y síntomas de una intoxicación por insecticidas organofosforados, el manejo de la persona afectada proporcionándole los primeros auxilios, los antídotos que se deben aplicar en caso de ser necesario y lo más esencial las medidas de seguridad que se deben de seguir al momento de una aplicación.

INTRODUCCION

Durante las últimas décadas, el proceso de desarrollo para los países como el nuestro, han producido importantes cambios en nuestro medio ambiente que a su vez han afectado positiva o negativamente nuestro entorno ecológico, el uso indiscriminado de plaguicidas con el afán de producir más cantidad y calidad de alimentos se han visto contaminados mantos acuíferos, también se encuentran frecuentemente residuos tóxicos de algunos de éstos productos en vegetales, hortalizas etc. que están destinados y listos para llevarlos al consumo humano. El objetivo de éste trabajo es orientar a las personas a que tomen conciencia del grave daño que ocasiona el mal uso y manejo de los insecticidas organofosforados. Primeramente el usuario conocerá el grado de toxicidad del producto leyendo la etiqueta para tomar toda clase de precauciones, las vías de absorción por las que puede penetrar el tóxico, el daño que causa el plaguicida al organismo, los antidotos que debe de usar en caso de una intoxicación y toda clase de recomendaciones para el uso de éstos tóxicos como no beber, comer ni fumar durante la aplicación, usar guantes y equipo adecuado y principalmente conocer los primeros auxilios mientras el medico se presenta. Cumpliendo con estos requisitos podemos estar seguros que el uso de cualquier insecticida no importando el grado de toxicidad el riesgo de que una o más personas resulten dañadas será mínimo.

LITERATURA REVISADA

Antecedentes:

Varios grupos de animales principalmente, los insectos y roedores siempre han competido por alimentos y espacios con el hombre, quien tuvo la necesidad de desarrollar métodos eficaces, para combatir y controlar estas plagas nocivas para la agricultura y la salud humana.

La Revolución Industrial iniciada a principios del siglo XIX, permite grandes avances en el desarrollo de la química como ciencia, y en consecuencia los métodos de control a base de técnicas agrícolas y productos naturales hasta entonces utilizados, son desplazados por los plaguicidas sintéticos. Como resultado a su demanda, la industria química lanza al mercado sustancias tóxicas, no específicas y baratas; debido a estas demandas la agricultura adquirió un giro industrial (3).

Sin embargo hasta 1940, a fines de la segunda guerra mundial, la tercera etapa en la historia de los plaguicidas se conoce como " La era de los productos sintéticos " (3). El DDT es reconocido como insecticida y utilizado en la guerra para el control de mosquitos y piojos, posteriormente es utilizado en la agricultura (3).

Después del éxito obtenido con el DDT, los insecticidas clorados Aldrin, Clordano y Heptacloro se

introducen al mercado teniendo gran auge debido a la eficacia inmediata por ser baratos y fáciles de usar (3).

Los insecticidas organofosforados fueron desarrollados a partir de investigaciones sobre gases neurotóxicos llevadas a cabo en Alemania en los años 40, con el fin de usarlos como armas químicas.

La utilización de los insecticidas organofosforados en la agricultura ayudó en gran parte al control de plagas de insectos, aunque atacaban tanto a insectos dañinos como benéficos, otro problema que surgió fue que al final de la cosecha, los insecticidas organofosforados por ser tan persistentes no desaparecían en su totalidad, su alta volatilidad causó daños en cultivos cercanos. Estos descubrimientos causaron evidentemente la búsqueda de insecticidas sintéticos de baja persistencia y de mayor especificidad posible como los que en la actualidad tenemos, ejemplo Malathión, Dursban (3).

Clasificación general de los plaguicidas

* Se define como plaguicida toda sustancia o mezcla de sustancias que se usan para prevenir, repeler o mitigar cualquier plaga (8).

Dentro de la clasificación de los plaguicidas tenemos los siguientes:

1.- Insecticidas: Son sustancias o mezclas de ellas que se usan para prevenir repeler o abatir poblaciones de insectos perjudiciales al hombre y a la agricultura. Ejemplos de

insecticidas:

- a) Anticolinesterásicos
- b) Organoclorados
- c) Derivados del Piretro.

2.- Rodenticidas: Son sustancias que se usan para combatir poblaciones de ratas y ratones que generalmente nos ocasionan problemas a nuestra salud por la cantidad de enfermedades que este tipo de plaga transmite. Ejemplo de rodenticidas:

- a) Warfarínicos
- b) Compuestos metálicos
- c) Fosfuros

3.- Nematicidas: Son sustancias que se usan para combatir nematodos siendo esta una plaga tan dañina que ataca los bulbos y raíces de los cultivos destruyéndolos en poco tiempo. Ejemplo de nematicidas:

- a) Alogenados
- b) Carbámicos (8).

4.- Fungicidas: Son sustancias que se utilizan para combatir hongos que son los que provocan la pudrición de los cultivos destruyéndolos también en poco tiempo.

Ejemplos de fungicidas:

- a) Ditiocarbamatos
- b) Cúpricos

5.- Herbicidas: Son sustancias que se utilizan para combatir la hierba que es la que infesta a los cultivos compitiendo con ellos por los nutrientes y ocasionando así

un bajo rendimiento en las cosechas. Ejemplos de herbicidas:

- a) Hormonales
- b) Bipiridilos
- c) Carbamicos
- d) Nitrogenados Heterocíclicos (8).

Clasificación de los plaguicidas de acuerdo a su peligrosidad

Peligro: Es una advertencia, riesgo o contingencia inminente de que suceda algún mal.

Toxicidad: Es el grado de virulencia o potencialidad que contiene una toxina (veneno) (1).

DL50: Es la dosis letal media para matar el 50% de los animales prueba expresado en mgrs/kg del peso corporal administrado por vía oral o dérmica (1).

CL50: Es la concentración letal media para matar el 50% de los animales prueba expresado en mgrs/kg del peso corporal administrado por inhalación (1).

La clasificación de los plaguicidas de acuerdo a su peligrosidad, recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) es en cuatro clases de acuerdo a su DL50 o dosis letal media (1).

Clase IA, Extremadamente tóxico. Son plaguicidas con el más alto grado de toxicidad que podemos encontrar en el mercado. Para el manejo de estos productos se deben tener

las máximas medidas de precaución; en su etiquetación se distinguen de los de más por tener una línea roja y una calavera pintada en el envase donde especifica su grado de toxicidad (1).

La clase IB, Altamente tóxico. Estos plaguicidas son de menos toxicidad que la clase IA aunque todavía podemos sufrir graves daños al hacer mal uso de ellos, se identifican en los envases con una línea de color amarillo (1).

La clase II, Moderadamente tóxico. Estos plaguicidas son un poco menos tóxicos que las clases IA, IB y tienen un gran uso a nivel industrial y doméstico, la identificación de estos productos en el mercado es por una línea de color azul propio de esta clase (1).

La clase III, Ligeramente tóxico. Estos productos son de menor riesgo que todas las anteriores o descritas, su uso a nivel Industrial y Doméstico es de mayor seguridad, y se caracterizan por tener una línea verde especificando su grado de toxicidad (1). Como se observa en el cuadro No. 1 tenemos la DL50 oral y dermal para estos grupos de plaguicidas de las clases IA (Extremadamente tóxico), IB (Altamente tóxico), II (Moderada mente tóxico), III (Ligeramente tóxico) Clasificada por la Organización Mundial de la Salud (OMS)

y aprobada en la 28va. Asamblea Mundial de la Salud en el año de 1975, de acuerdo al estado físico del producto o la

formulación que se está clasificando.

Etiquetado de los plaguicidas

Todos los plaguicidas deben llevar en la etiqueta del envase un símbolo y por escrito indicando el índice de toxicidad, independientemente del país de origen o del que lo utilizará (1). Las clases IA y IB llevarán un símbolo que indique el alto grado de peligrosidad, que normalmente es una calavera y una frase que lo complete, ejemplo: Veneno o Tóxico. La presentación en la etiqueta o marca del símbolo, va de acuerdo al grado de toxicidad, ejemplo: Extremadamente Tóxico tendrá una línea de color rojo propia de esta clase. Altamente Tóxico tendrá una línea de color amarillo, Moderadamente Tóxico tendrá una línea de color azul y Ligeramente Tóxico tendrá una línea de color verde (1).

CUADRO 1. Clasificación de los plaguicidas recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) de acuerdo a su peligrosidad y aprobada en la 20va. Asamblea Mundial de la Salud en 1975.

CLASE	DL50 PARA RATA (Mg/Kg DE PESO CORPORAL)			
	ORAL		DERMICA	
	SOLIDOS ^A	LIQUIDOS ^A	SOLIDOS ^A	LIQUIDOS ^A
I A EXTREMADAMENTE PELIGROSOS	5 o MENOS	20 o MENOS	100 o MENOS	30 MENOS
I B ALTAMENTE PELIGROSOS	5 - 50	20 - 200	10 - 100	40 - 400
II MODERADAMENTE PELIGROSOS	50 - 500	200 - 2000	100 - 1000	400 - 4000
III LIGERAMENTE PELIGROSOS	MAS DE 500	MAS DE 2000	MAS DE 1000	MAS DE 4000

^A LOS TERMINOS "SOLIDOS" Y "LIQUIDOS" REFIEREN AL ESTADO FISICO DEL PRODUCTO O LA FORMULACION QUE SE ESTA CLASIFICANDO.

BASADA EN LA TOXICIDAD ORAL Y DERMICA DE LAS RATAS. (1)

Para todos los grupos de toxicidad (IA, IB, II, III) y formulaciones el texto aparecerá en idioma local e incluirá el nombre aprobado de ingrediente o ingredientes activos, explicará su uso y manejo al manipularlo. Para las clases IA (Extremadamente tóxico) y IB (Altamente tóxico) deberán también incluir, síntomas y tratamiento de urgencia en caso de envenenamiento (1).

Existen convenios internacionales sobre los símbolos que indican la peligrosidad de los productos; éstos símbolos toman en cuenta si son inflamables, corrosivos, explosivos, etc. Dichos convenios se deben aplicar cuando sea necesario (1).

Clasificación de los insecticidas de acuerdo a la acción que ejercen sobre los insectos

De acuerdo a su modo de acción los insecticidas se agrupan en: Insecticidas de Contacto, Sistémicos, Estomacales o por Ingestión, y Fumigantes (10).

Insecticidas de Contacto: Estos ejercen su acción cuando el insecto toca directamente el insecticida, son sustancias químicas que tienen una vida muy corta, ya que actúa solo cuando está en contacto con el insecto, por lo que deben penetrar a través de la cutícula y atravesar la quitina; por esta razón, el producto debe de poseer buenas cualidades lipofílicas (que se adhiera a la grasa). Adhiriéndose a su cuerpo y bloqueado su sistema respiratorio, o siendo absorbido por la piel del insecto. Este tipo de insecticidas generalmente son de corta

duración y se degradan rápidamente (10).

Insecticidas sistémicos: La acción sistémica se logra al ser absorbido el insecticida por la planta, distribuyéndose en todo su interior, de modo que el insecto ingiera los jugos vegetales que contiene al ingrediente activo. Los insecticidas sistémicos son de duración prolongada, actuando mejor que los insecticidas de contacto (10).

Insecticidas por Ingestión o Estomacales: Cuando el insecto come las partes que contiene el insecticida existe un envenenamiento por ingestión provocando una muerte segura. Estos también son insecticidas residuales, los cuales al evaporarse sobre la superficie tratada, dejan pequeños cristales que se mantienen adheridos a la hoja de la planta por largos períodos de tiempo, dependiendo de la condiciones climatológicas que alteren su residualidad (10).

Insecticidas Fumigantes: Son aquellos productos que se usan para esparcirse en el medio ambiente y principalmente se usan para controlar las plagas en granos almacenados. Se caracterizan por tener la facilidad de penetrar a lugares más escondidos que otros insecticidas no pueden alcanzar (10).

Vías de absorción del tóxico

Los tóxicos pueden penetrar al cuerpo humano por tres vías. Pueden ser absorbidos por el tubo digestivo (oral por ingestión), por el trato respiratorio después de la

inhalación y a través de la piel (Dermal) por el contacto directo con el tóxico (5).

Insecticidas inhibidores de la Acetil - Colinesterasa

Existen dos categorías de insecticidas Organofosforados inhibidores de la Acetil - Colinesterasa (ACE) que son los inhibidores directos y los inhibidores indirectos. Inhibidores Directos son por si mismos, activos inhibidores de la Acetil - Colinesterasa (ACE) ejemplo: Metamidofos, DDVP etc. Estos inhibidores son los que causan intoxicaciones con mayor rapidez a personas que hacen mal uso de los mismos provocándoles el tipo de intoxicación aguda. Una sobre exposición aguda de un Organofosforado clase inhibidor directo puede producir signos y síntomas casi instantáneos, favoreciéndonos de antemano, puesto que evitamos que la persona se siga contaminando con más cantidad del tóxico al retirarla del lugar contaminado y esto nos ayudará a que la persona intoxicada se recupere más rápido (7).

Los signos y síntomas iniciales de intoxicaciones agudas no son persistentes por lo general duran entre 1 y 2 días particularmente bajo tratamiento adecuado, la restauración de la actividad de la enzima Colinesterasa a su nivel normal puede tomar más tiempo, algunas veces semanas (7).

Inhibidores Indirectos: Generalmente contienen azufre en la molécula, no inhiben por si mismos a la enzima y tienen

que ser primero metabolizados en el Hígado para ser inhibidores activos de la Acetil - Colinesterasa (ACE) ejemplo: Malathión, Diazinon, etc. La exposición diaria mínima a éstas sustancias causan intoxicaciones de tipo crónico, que en terminología médica significa contacto constante con cantidades relativamente pequeñas del tóxico, durante largos periodos de tiempo sin llegar a presentarse de inmediato los signos y síntomas característicos de una intoxicación por insecticidas Organofosforados (OF.) como son: dolor de cabeza, náuseas, palidez, exceso de salivación, sudoración profusa, baja presión sanguínea, dificultad para respirar, dolor torácico, visión borrosa, producción de flemas en los pulmones (edema), lagrimeo, amoratamiento de uñas de los pies y manos, diarreas, insomnio, pesadillas, trastornos del lenguaje, alucinaciones, confusión, depresión del sistema respiratorio y circulatorio, convulsiones estado de coma, y finalmente la muerte. Estos inhibidores de la Acetil - Colinesterasa (ACE) no actúan tan pronto como los inhibidores directos, así cuando surgen los síntomas, se puede seguir liberando todavía cantidad de tóxico que se transformó en el Hígado, por ésta razón, los accidentes con éstos productos ocasionan intoxicaciones mucho más severas que con los inhibidores directos (7).

Clasificación de los insecticidas de acuerdo a su rapidez de acción

Los insecticidas de acuerdo a su rapidez de acción podemos dividirlos en: de acción inmediata y de acción

lenta.

Acción Inmediata: Suelen tener una actividad casi instantánea derribando al insecto de inmediato, por lo que no suelen ser productos de larga duración ejemplo los insecticidas en aerosol (11).

Acción Lenta: Estos relativamente tardan en hacer efecto, pero tienen una prolongada vida como algunos Organofosforados ejemplo: Diazinón, Dursban, etc. (11).

Forma de acción de los insecticidas organofosforados

Al penetrar los Organofosforados en los insectos o en los animales de sangre caliente, actúan sobre el sistema nervioso central, alterando el proceso normal en la transmisión de los impulsos nerviosos, dicha acción está asociada con la relación Acetil Colinesterasa - Acetil Colina. El impulso nervioso ocasionado por un agente externo se convierte en un movimiento muscular por intermedio de la Acetil - Colina, que es la que estimula al músculo a efectuar el movimiento, por lo tanto la Acetil - Colina actúa como transmisor químico en la sinapsis nerviosas (Espacios que existen entre un Axón y una Dendrita para la transmisión de un estímulo (9).

Definiciones:

Dendritas: Se definen como prolongaciones que conducen los impulsos nerviosos hacia el cuerpo neuronal.

Axones: Son estructuras filamentosas con muy pocas

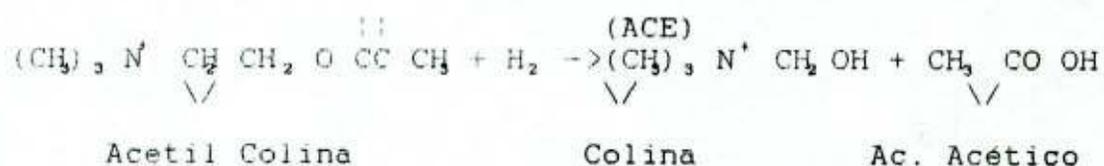
ramificaciones en gran parte de su longitud que vienen a construir la cola del cuerpo celular de una neurona.

Neurona: Unidad estructural del Sistema Nervioso Central que transmite los impulsos nerviosos (6).

Acetil Colina: Transmisor químico que se encuentra generalmente en las terminaciones neuronales (sinapsis nerviosas).

Sinapsis Nerviosa: Espacio que se localiza entre una neurona y otra.

Normalmente la Acetil-Colina se produce en las terminaciones nerviosas, y como es un tóxico muy fuerte, su acumulación en las sinapsis nerviosas produce la muerte en el individuo intoxicado, de ahí que en cuanto se ha transmitido el mensaje, debe ser destruida por la enzima Acetil - Colinesterasa (ACE), que la descompone en Acido Acético y Colina como se describe en la siguiente fórmula (11).



Forma de acción de los insecticidas organofosforados

Los OF. actúan como inhibidores más o menos irreversibles de la enzima Acetil - Colinesterasa, permitiendo así la acumulación en grandes cantidades de

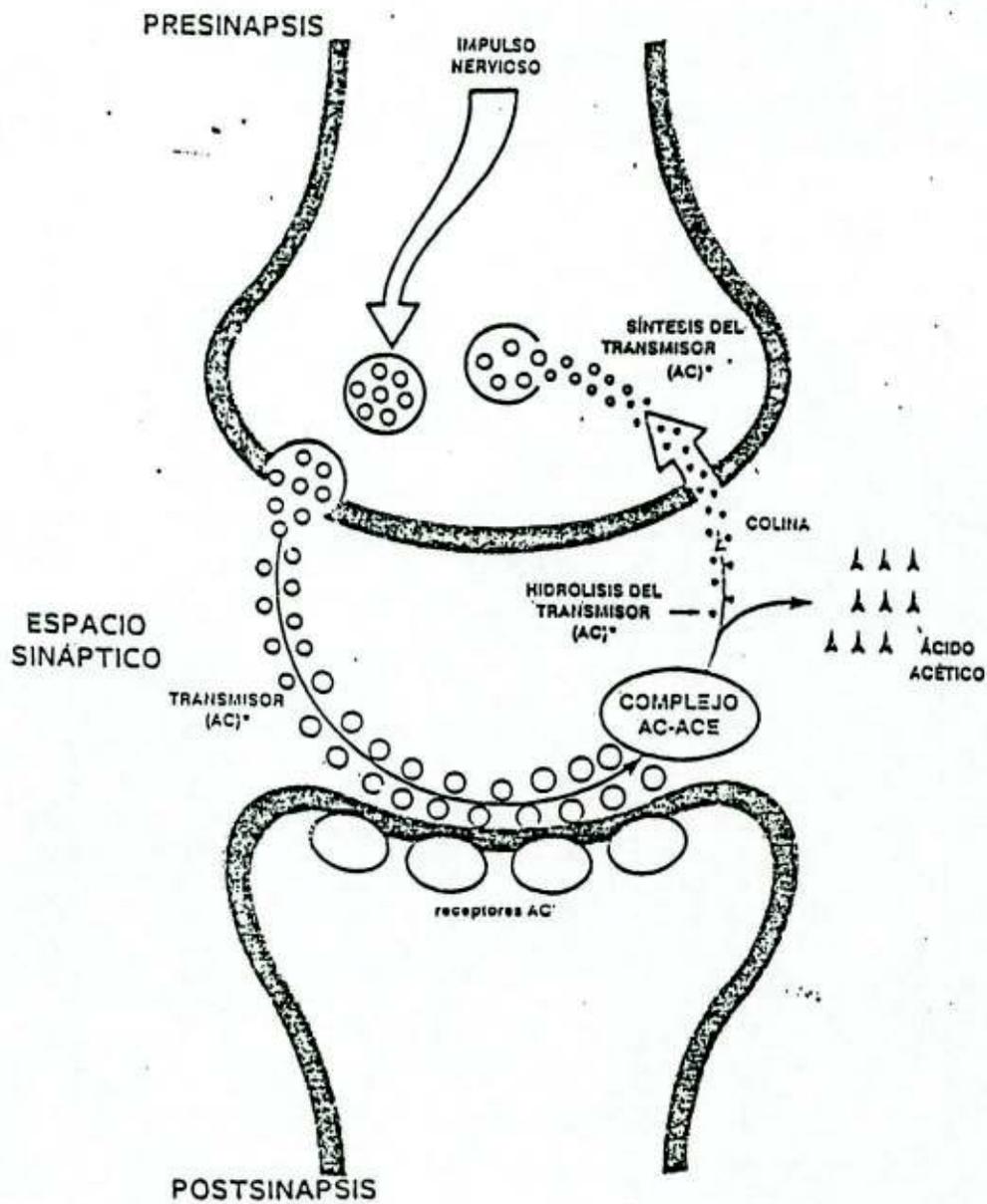
Acetil-Colina en las sinapsis nerviosas (ver figura 1).

El contenido de Colinesterasa de varios tejidos no se afecta de igual forma en el mismo animal envenenado. El nivel de Colinesterasa en todos los tejidos, incluso aún en el cerebro, puede bajarse notablemente del nivel pretóxico sin afectar gravemente la función normal de la transmisión de los impulsos nerviosos, especialmente si la reducción se hace de manera gradual (7).

La acción tóxica de los insecticidas organofosforados (OF.) es inhibir la Acetil-Colinesterasa (ACE) eritrocítica y de los tejidos nerviosos, produciendo así signos y síntomas de intoxicación por (OF.). Otra de las acciones de éstos compuestos es sobre la Colinesterasa del plasma, llamada Colinesterasa plasmática o pseudocolinesterasa, pero la inhibición de ésta enzima no produce síntomas de intoxicación. En cambio si se inhibe la Colinesterasa eritrocítica, sí habrá síntomas de intoxicación. Las pseudocolinesterasa representan aproximadamente la mitad de la actividad total de la Colinesterasa media en sangre total, siendo la otra mitad contribuyente, la que se halla en los eritrocitos como ACE. Las enzimas pueden ser medidas independientemente después de la separación de los hematies del plasma (7).

En el Sistema Nervioso, la Acetil - Colinesterasa es esencial para mantener la conducción normal de los impulsos. Un exceso de éstas enzimas (ACE) se halla presente en el organismo y solamente, cuando al menos el 50

ESQUEMA DEL PROCESO FISIOLÓGICO NEUROMUSCULAR DURANTE LA ESTIMULACIÓN



* AC = acetilcolina
 ** ACE = acetilcolinesterasa

Fuente: Curso Intoxicaciones por plaguicidas. México, D.F. 1992.

%, o en ocasiones aún un porcentaje mayor de la cantidad normalmente presente ha sido inactivada por OF.; los síntomas de intoxicación pueden surgir por acción de un exceso de Acetilcolina (7).

Aunque los compuestos Organofosforados son inhibidores de muchas enzimas hidrolíticas, sus efectos tóxicos principales se deben a la inhibición de la Acetil - Colinesterasa en los tejidos nerviosos (9).

En la sangre humana hay dos tipos de Colinesterasa: la Acetil - Colinesterasa en eritrocitos y la Colinesterasa en el plasma. Se sabe que la Acetil - Colinesterasa del plasma se comporta bioquímicamente de igual manera que la Acetil-Colinesterasa del tejido nervioso (eritrocítica) por lo tanto se puede tomar como índice de lo que ocurre en las sinapsis nerivosas (9).

La actividad de la Colinesterasa en el plasma puede ser sumamente afectada por muchas condiciones, en particular, por enfermedades del Hígado y por algunos medicamentos (9).

La actividad de Colinesterasa en la sangre varía ampliamente de una persona a otra y en menor grado, día a día y de una temporada a otra. La variación de los rangos de Colinesterasa dependerán del sexo, edad, y del estado físico de la persona es decir una mujer embarazada o un niño son más propensos a sufrir intoxicaciones que un hombre de mediana edad que goce de buena salud puesto que

sus niveles de Colinesterasa en la sangre son mas altos, la gente anciana y personas desnutridas también tienen niveles poco bajos que los de un adulto joven y fuerte. Esto es debido a que la principal fuente de Colinesterasa (el Hígado) funciona a la perfección y a su nivel óptimo en una persona de sexo masculino y de buena salud que una anciana o una mujer embarazada (9).

La persistencia de la inhibición de la Colinesterasa puede variar de acuerdo con los casos siguientes: Algunos complejos de organofosforados - Acetil Colinesterasa son muy estables y prácticamente permanentes, mientras otros son hidrolizados con relativa rapidez. Si el complejo es hidrolizado rápidamente, la actividad de la enzima Colinesterasa se restaura muy pronto, es decir, solo se presentan intoxicaciones agudas, rápidamente reversibles que provienen de sobre exposiciones del tóxico (7).

La regeneración de la nueva Acetil-Colinesterasa sintetizada en el Hígado es lenta, teniendo lugar en una proporción aproximada del 1% del rango de Colinesterasa del individuo intoxicado; de tal manera, que si se inhibe permanentemente por día más del 1% en promedio de la Acetil-Colinesterasa, habrá una lenta disminución de las reservas de la enzima, lo que no irá acompañado de signo alguno de enfermedad hasta que el contenido enzimático de los eritrocitos haya sido inactivado en cantidades del 70% al 100%. En éste momento, podrán ocurrir los síntomas de intoxicación tan solo con que el trabajador tenga una

mínima exposición al compuesto (7).

Por lo anterior, se señala que para la determinación correcta del efecto de los compuestos Organofosforados (OF.) sobre la Colinesterasa, es esencial la determinación de la actividad de la Colinesterasa durante el período de pre-exposición para cada individuo. Las actividades de la Colinesterasa en el período de post - exposición se expresan entonces como porcentaje de los valores de pre - exposición. Se acepta generalmente que la determinación de la actividad de la Colinesterasa en la sangre es de gran valor para evitar la intoxicación con organofosforados cuando la exposición es prolongada. Si la actividad de la Colinesterasa en la sangre baja a menos de 50% del valor obtenido antes de la exposición, se debe impedir que la persona siga en contacto con estos compuestos (9).

La actividad de la Colinesterasa en eritrocitos se regenera lentamente y sobre esto influyen la tasa normal de reposición de eritrocitos y la reactivación espontánea de la enzima inhibida. La tasa de reactivación espontánea depende del tipo de insecticida; es muy rápida después de la inhibición por carbamatos y muy lenta para compuestos Organofosforados. En ciertas condiciones, las actividades Colinesterásicas del plasma y de los eritrocitos se reducen en ausencia de inhibición química. Alrededor del 3% de los individuos tienen un nivel bajo de Colinesterasa determinado genéticamente. Estas personasson particularmente vulnerables a los plaguicidas inhibidores

de la Colinesterasa y a la droga succinilcolina, administrada a menudo a pacientes quirúrgicos. Los pacientes con enfermedad Hepática avanzada, desnutrición, alcoholismo crónico y dermatomiositis muestran baja actividad de Colinesterasa en el plasma. Una cantidad de tóxicos en especial el disulfuro de carbono, sales benzalcoño y compuestos orgánicos de mercurio, pueden reducir la actividad pseudocolinesterásica en el plasma. La Acetil-Colinesterasa de los eritrocitos es menos afectada que la enzima plasmática debido a otros factores, sin embargo, se encuentra reducida en algunas condiciones que dañan la membrana celular de los eritrocitos, como la anemia Hemolítica (5).

Por lo general no es posible detectar la presencia de organofosforados intactos en la sangre inmediatamente después de una intoxicación, excepto si existe una exposición extremadamente severa, como la ingestión del plaguicida. Pocos Organofosforados permanecen en la sangre sin hidrolizarse más de escasos minutos u horas al menos que la cantidad absorbida sea muy grande, o que las enzimas Hepáticas hidrolizantes estén inhibidas. El proceso de hidrolización consiste en el rompimiento del complejo Colinesterasa - Organofosforado en presencia de agua, para formar la Colinesterasa regenerada más una fracción fosfato (5).

Signos y síntomas de intoxicación por insecticidas organofosforados en el humano

Cuando se ingiere un OF, el inicio suele ser agudo,

aunque en ocasiones es "Insidioso" (Leve) (7).

Al principio los síntomas comprenden:

- a) Cefalea (Dolor de cabeza)
- b) Debilidad
- c) Confusión mental (Sin coordinación de ideas)

Aunque pronto aumentan con más reacciones patognómicas

(Síntomas característicos de una enfermedad) como:

- d) Vómito
- e) Diaforesis (Excesivo sudor)
- f) Sialorrea (Excesiva salivación)
- g) Bradicardia (Disminución de latidos cardíacos)
- h) Dolores abdominales, tipo cólico.

Las contracciones espasmódicas musculares (movimiento de los músculos del cuerpo, que en general se contraen y se relajan) y las fasciculaciones (movimiento de los músculos de la cara) pueden progresar a convulsiones francas, mientras que la disnea (dificultad para respirar) se agrava por broncoconstricción (cierre de bronquios) y secreciones bronquiales (flemas), excesivas diarreas, tenesmo (sensación dolorosa para defecar) e incontinencia urinaria (el paciente se orina sin darse cuenta). Son signos procedentes al colapso, coma y muerte por paro respiratorio (7).

Los casos de intoxicación por plaguicidas se dan en todo el mundo, (ver cuadro No. 2) donde podemos apreciar, todas las intoxicaciones por plaguicidas que se registraron en cada uno de los Estados de la República Mexicana en

el año de 1991. Existiendo el más alto índice de intoxicados en el Estado de Michoacan y el menor en Yucatán (4).

Para nuestro Estado de Sonora solo se registraron 15 personas intoxicadas, pero en toda la República fueron un total de 1,274 únicamente en el año de 1991. En la actualidad, existe gran interés en comprobar si las exposiciones a los insecticidas Organofosforados producen cáncer u otro tipo de enfermedades de la sangre, tales como anemias, abortos o malformaciones congénitas. Aunque gran cantidad de investigadores a nivel mundial han encontrado relación de este tipo de enfermedades plaguicidas no se ha comprobado 100% que los Organofosforados u otros plaguicidas los causen, debido a que existen varios factores combinados con el uso de éstos productos que también pueden llegar a causar cáncer u malformaciones congénitas tales como factores hederitarios, exposición a solventes químicos como thiner o derivados del petróleo y otros (4).

CUADRO 2. Casos de intoxicación por plaguicidas en el año 1991 en los Estados Unidos Mexicanos.

ESTADOS	CASOS	
	TOTAL	TASA
REPUBLICA MEXICANA	1274	1.49
AGUASCALIENTES	18	2.36
B. C. NORTE	12	0.68
B. C. SUR	8	2.42
CAMPECHE	11	2.00
COAHUILA	16	0.77
COLIMA	19	4.23
CHIAPAS	48	1.41
CHIHUAHUA	23	0.90
D. F.	14	0.16
DURANGO	22	1.57
GUANAJUATO	38	0.91
GUERRERO	118	4.30
HIDALGO	7	0.35
JALISCO	64	1.15
MEXICO	54	0.52
MICHOACAN	142	3.82
MORELIA	72	5.72
NAYARIT	124	14.52
NUEVO LEON	21	0.64
OAXACA	124	3.90
PUEBLA	116	2.61
QUERETARO	6	0.54
QUINTANA ROO	36	6.87
SAN LUIS POTOSI	8	0.38
SINALOA	68	2.96
SONORA	15	0.80

CONTINUACION DEL CUADRO 2.

ESTADOS	CASOS	
	TOTAL	TASA
TABASCO	12	0.76
TAMAULIPAS	10	0.42
TLAXCALA	14	1.74
VERACRUZ	29	0.44
YUCATAN	1	0.07
ZACATECAS	4	0.30

(4).

Confirmación del diagnostico de intoxicación
por insecticidas organofosforado

ADVERTENCIA:

Si se presentan claras indicaciones clínicas de envenenamiento por Organofosforados (OF.) trate al paciente inmediatamente no espere confirmación del laboratorio. Un descenso de la pseudocolinesterasa en el plasma y/o de la actividad Acetil - Colinesterásica de los eritrocitos constituyen los índices bioquímicos más satisfactorios y generalmente disponibles de la absorción excesiva de OF. Una cantidad mínima de OF. debe ser absorbida para deprimir la actividad de la Colinesterasa en la sangre, pero la actividad desciende levemente con dosis considerablemente menores que las necesarias para causar envenenamiento sintomático. La depresión enzimática aparece por lo general inmediatamente después o dentro de las 12 o 24 hr de producirse una absorción significativa de OF. La

depresión de la enzima persiste por varios días hasta unas pocas semanas; la mejor confirmación de absorción de OF. se realiza comparando la muestra antes de la exposición: un descenso del 25% o más es fuerte evidencia de una absorción excesiva (5).

Los rangos de la enzima Colinesterasa en hombres es de 2.8 - 9.1 U/I (unidades internacionales) Mujeres es de 2.4 - 8.3 U/I (unidades internacionales) (9).

Tratamiento de urgencia por intoxicaciones con insecticidas organofosforados

Si la persona parece estar intoxicada con organofosforados, el tratamiento es urgente.

- 1.- Si la persona no está respirando:
 - Dele respiración artificial, de preferencia por medios mecánicos.
- 2.- Si la persona está respirando pero no está conciente:
 - Póngala boca abajo con la cabeza hacia un lado
 - Vigile la respiración de la persona intoxicada
 - Lave la piel contaminada con agua y jabón, protegiéndose las manos con guantes de hule (goma).
- 3.- Si la persona está respirando y está conciente
 - Induzca el vómito si el veneno fue ingerido
 - Lave la piel con agua y jabón
 - Cuidela y no la deje sola durante 12 hrs, aún si parece haberse recuperado.

4.- En todos los casos si hay Atropina disponible administre 2 mg. por vía oral (no ha personas inconcientes), o mejor de 1 a 6 mg. por intramuscular, y repita cada 10 ó 15 min., y si los síntomas no mejoran, hágalo hasta que:

- La cara enrojezca
- La pupila se dilate
- El pulso suba a mas de 120 por minuto
- Envie por ayuda médica
- Si hay Oximas (reactivadoras de la Colinesterasa) disponibles uselas como indica el envase (2).

Para la intoxicación con insecticidas organofosforados existen dos antidotos

La Atropina contrarresta muchos efectos de la Acetil-Colina acumulada es decir, bloquea su acción al interferir la capacidad de la célula para responder al estímulo constante causado por exceso de ésta (Acetil - Colina) (9).

Ciertas Oximas como la Pradiloxima y Obidoxima son capaces de reactivar la Acetil - Colinesterasa, revirtiendo la conjugación que haya ocurrido entre la enzima y el organofosforado (9).

Si el paciente recibió tratamiento de emergencia con Atropina en el campo y si los síntomas no desaparecieron rápidamente, o si la condición se deteriora, será necesario aplicar mas inyección de Sulfato de Atropina en intervalos frecuentes (cada 10 - 20 minutos) y continuar con ellos

hasta que el paciente esté completamente Atropinizado (pupilas dilatadas, boca seca, pulso a mas de 120 por minuto). La sobredosificación con Atropina rara vez es peligrosa, pero una dosis insuficiente puede resultar fatal (9).

En cualquier caso de intoxicación severa o progresiva, se deberá administrar un reactivador de la Colinesterasa ejemplo: Pradiloxima (2 - PAM) preferentemente dentro de las 8 horas siguientes a la intoxicación (9).

Se recomienda una dosis promedio de 1 gr para adultos (hasta 50 mgrs/Kg para niños), de la cual se aplica la mitad como inyección intravenosa o intramuscular y la otra mitad como infusión intravenosa con glucosa y/o suero salino (9).

Para los casos severos se puede repetir al tratamiento cada 1 - 2 hr y luego a intervalos de 10 - 12 hr, si es necesario, pero no se aplicará después de las 24 hrs o 48 hr como máximo. El reactivador de Colinesterasa Pradiloxima se puede aplicar muy lentamente si la respiración baja durante o después de la inyección, la ventilación pulmonar se deberá asistir mecánicamente. Debido a los efectos depresores de la respiración, la morfina y los medicamentos similares están contraindicados en pacientes intoxicados con compuestos organofosforados. Por que un paciente intoxicado con estos compuestos de por sí sufre una disminución de los latidos cardiacos y la

morfina agravaría más el problema. La recuperación total del paciente puede tardar varias semanas en las cuales la enzima Colinesterasa inactivada por los compuestos organofosforados deberá regenerarse mediante la síntesis en el Hígado (9).

Medidas de precaución para manejar insecticidas organofosforados

Como se ha indicado, los OF. son inhibidores de la Colinesterasa representando un alto riesgo en su manejo; por lo tanto, deben de seguirse medidas estrictas de seguridad.

Dentro de las medidas de precaución, se tienen las siguientes:

- 1) Lea cuidadosamente la etiqueta y las precauciones de manejo que especifican en la misma.
- 2) Llene los recipientes de los equipos de aplicación siempre a favor del viento, con el equipo de protección puesto. Evite derrames tomando todas las precauciones al realizar las operaciones.

Durante la aplicación:

- 1) Se recomienda trabajar por parejas (sobre todo en casos de fumigantes), debido a que la sensibilidad a los plaguicidas es diferente una persona de otra.
- 2) Use el equipo de protección adecuado completo; ejemplo: gorra, guantes, mascarilla, overol.
- 3) No coma, beba ó fume durante la aplicación.
- 4) No permita que lo alcance la neblina de la aspersion

- 5) No contamine el agua, arroyos, lagunas, presas lavando el equipo cerca de éstas fuentes y arrojando residuos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El uso inadecuado, en cantidades excesivas aunado al manejo de los insecticidas organofosforados mezclados o combinados con otro tipo de plaguicidas y/o agroquímicos, provoca grandes consecuencias al estado de la salud humana, debido a que éste tipo de insecticidas son bloqueadores directos e indirectos de la enzima Colinesterasa en humanos.

Los bloqueadores directos de la Colinesterasa provocan intoxicación aguda en forma inmediata, por lo tanto permite interrumpir rápidamente su exposición evitando así que continúe el bloqueo de la enzima. Es decir que el tiempo de exposición al tóxico (insecticidas organofosforados), es de un periodo más corto que el de una intoxicación crónica causada por bloqueadores indirectos de la enzima Colinesterasa.

Los bloqueadores indirectos de la Colinesterasa provocan intoxicaciones crónicas, debido a que en éste tipo de compuestos la absorción del ingrediente activo (tóxico) al torrente sanguíneo es lenta y permite la acumulación del mismo en el Hígado, y consecuentemente sus funciones metabólicas se van alterando, de acuerdo a dosis/exposición/tiempo. Además, los organofosforados se acumulan en grasa de la médula osea; provocando un mayor almacenamiento del tóxico en el cuerpo, evidentemente el daño es mayor.

- 1.- Es inminente y urgente que el profesionista tome conciencia del grave daño que se está provocando, con el uso de este tipo de productos en el medio ambiente y su entorno con dichos tóxicos.
- 2.- La responsabilidad profesional juega el papel más importante en el grave problema que estamos enfrentando, al no conocer los daños que podemos ocasionar a nuestras futuras generaciones.
- 3.- La Educación para la Salud, medidas de seguridad e información sobre este tipo de productos, a la población que en gran medida está expuesta directa o indirectamente, es precisamente el Agrónomo quién por sus actividades y conocimientos debe ser el principal promotor hacia la prevención de la contaminación ambiental por dichos tóxicos y aunque todavía no se compruebe que nos causan enfermedades de tipo cancerígenas debemos de tomar todas las precauciones para evitar un posible daño al organismo humano.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Albert, L.A. 1986. Clasificación de los plaguicidas conforme a su peligrosidad. Mextepec México. p. 3-7.
- 2.- Albert, L. A. 1986. Plaguicidas prevención de riesgo en su uso. Segunda Edición. Mexico. Editorial ECO p. 43-71.
- 3.- Albert, L. A. 1990. Los plaguicidas el ambiente y la salud. México. D.F. Editorial ECO p. 23-152.
- 4.-Anuario Estadístico. 1991. Secretaria de Salubridad y Asistencia. Mexico. p. 10-75.
- 5.-Donald, P. M. M. D., Ph. D. 1982. Diagnóstico y tratamiento de los envenenamientos con plaguicidas EPA tercera Edición. Washington, D.C. p. 2-7.
- 6.- Hollinshead, W. H. 1983. Anatomía Humana, Tercera Edición. México, D.F. p. 37-38.
- 7.- Jara, F. de La. 1985. Manual de Toxicología y tratamiento de las intoxicaciones con plaguicidas. México, D.F. p. 2-14.
- 8.- Legaspi, V. I. A., y 1986. Intoxicación por plaguicidas, Instituto Mexicano del Seguro Social. México. p. 1-33.
- 9.- Plestina, R. 1986. Prevención y tratamiento por intoxicaciones por insecticidas. Mextepec, México. p. 9-64.
- 10.-Sanidad Corporativa 1977. Curso de sanidad Bimbo del Noroeste. México. p. 30.
- 11.-Sidaner, J. 1985. Curso de orientación para el buen uso y manejo de plaguicidas. México, D.F. p. 67-93.