



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL

**MANUAL SOBRE EFECTOS ACUMULATIVOS EN LA SALUD Y EL AMBIENTE
POR EL USO DE PLAGUICIDAS EN LA AGROINDUSTRIA GUATEMALTECA**

MARVIN ESTUARDO ALFARO LÓPEZ

Guatemala, enero de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MANUAL SOBRE EFECTOS ACUMULATIVOS EN LA SALUD Y EL AMBIENTE
POR EL USO DE PLAGUICIDAS EN LA AGROINDUSTRIA GUATEMALTECA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARVIN ESTUARDO ALFARO LÓPEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ENERO DE 2006

HONORABLE COMITÉ EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de trabajo de graduación titulado:

MANUAL SOBRE EFECTOS ACUMULATIVOS EN LA SALUD Y EL AMBIENTE
POR EL USO DE PLAGUICIDAS EN LA AGROINDUSTRIA GUATEMALTECA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 14 de abril de 2004.

Marvin Estuardo Alfaro López

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Isuur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Roberto Valle González
EXAMINADOR	Ing. María Eugenia Aguilar Bobadilla
EXAMINADOR	Ing. Edwin Antonio Echeverría Marroquin
SECRETARIA	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

ÍNDICE

	Página:
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	v
GLOSARIO	vii
RESUMEN	xv
INTRODUCCIÓN	xvii
OBJETIVOS	xix
1. MARCO TEÓRICO	1
1.1. Conceptos y clasificación de los plaguicidas	2
1.1.1. Definición de plaguicidas	2
1.1.2. Clasificación de los plaguicidas	2
1.1.2.1. Por el grupo químico	2
1.1.2.2. Por la toxicidad aguda	5
1.1.2.3. Por el organismo que interesa controlar	9
1.1.2.4. Mecanismo de acción	10
2. SITUACIÓN ACTUAL POR EL USO DE PLAGUICIDAS	17
2.1. Usos de los plaguicidas	17
2.1.1. Diferentes usos en nuestro medio	17
2.1.2. Producción y comercialización de plaguicidas	22
2.2. Población expuesta y grado de exposición	25
2.2.1. Población expuesta por el uso de plaguicidas	25
2.2.2. Grado de exposición	26
3. PROPUESTA PARA DISMINUIR LOS EFECTOS DE LOS PLAGUICIDAS EN LA SALUD Y EL AMBIENTE	35

3.1.	Efectos de los plaguicidas en la salud	35
3.1.1.	Efectos agudos	36
3.1.2.	Intoxicaciones en menores de edad	41
3.1.3.	Efectos tardíos	43
3.1.4.	Hallazgos en los sistemas de vigilancia epidemiológica	44
3.2.	Plaguicidas y alimentos	46
3.2.1.	Contaminación de alimentos	46
3.2.2.	Riesgos de contaminación de alimentos para niños	52
3.2.3.	Rechazo de alimentos de exportación	53
3.2.4.	Plaguicidas y nutrición	54
3.3.	Contaminación ambiental	55
3.3.1.	Impacto ambiental	55
3.3.1.1.	Contaminación del agua	56
3.3.1.2.	Contaminación del suelo	57
3.3.1.3.	Contaminación del aire	76
3.3.1.4.	Alteración de la cadena alimenticia	76
3.3.2.	Resistencia de las plagas	78
3.3.3.	Experiencias en Guatemala	79
4.	IMPLEMENTACIÓN DE CRITERIOS PARA EL MANEJO DE PLAGUICIDAS ORGANOCLORADOS	83
4.1.	Características generales	83
4.2.	Toxicocinética de los compuestos organoclorados	85
4.2.1.	Vías de absorción	85
4.2.2.	Mecanismo de acción sobre el organismo	85
4.2.3.	Biotransformación	86
4.2.4.	Excreción	87
4.3.	Toxicodinámica de los compuestos organoclorados	87
4.3.1.	Vías de absorción	87

4.3.2. Mecanismo de acción sobre el organismo	87
4.3.3. Biotransformación	87
4.3.4. Excreción	87
4.4. Efectos crónicos	88
5. MEJORAS PARA LA DISMINUCIÓN DE LOS EFECTOS GENERADOS POR EL MAL MANEJO DE PLAGUICIDAS EN LA SALUD Y EL AMBIENTE	89
5.1. Mejoras en el control y uso de plaguicidas	89
5.1.1. Conocimiento de normas y reglamentos sobre plaguicidas	89
5.2. Educación sobre el uso y manejo seguro de los plaguicidas	92
5.2.1. Educación al fabricante (formulador)	92
5.2.2. Educación al transportista	94
5.2.3. Educación al expendedor	95
5.2.4. Educación al usuario	97
5.2.5. Educación a la población en general	103
5.3. Mejoras en los factores de producción agrícola	104
5.3.1. Mejoras en la economía por el uso adecuado de plaguicidas	104
5.3.2. Mejoras en la industria estimulando la investigación	106
5.3.3. Mejoras en el ambiente por la reducción de efectos	107
5.3.4. Mejoras en la salud	110
CONCLUSIONES	113
RECOMENDACIONES	115
BIBLIOGRAFÍA	117
ANEXOS	121
Anexo 1: Mapas de los principales cultivos de Guatemala en superficie cultivada por departamento y municipio.	

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES FIGURAS

No.	Título	Página
1.	Plaguicidas importados por país y en toda la subregión C. A.	27
2.	Tendencia de importación de plaguicidas, tasa de incidencia y mortalidad por intoxicaciones en países de istmo centroamericano, 1992 – 2000	28
3.	Los seis cultivo permanentes y semipermanentes con mayor superficie cultivada IV Censo Nacional Agropecuario 2003	32
4.	Número de fincas, superficie y producción de café, según año del censo agropecuario	32
5.	Número de fincas, superficie y producción de caña de azúcar, según año del censo agropecuario	33
6.	Número de fincas, superficie y producción de banano, según año del censo agropecuario	33
7.	Distribución de los plaguicidas en la cadena alimenticia	46
8.	Distribución de los plaguicidas en el ambiente	56
9.	Vías de transformación de los plaguicidas en el suelo	58
10.	Influencia de la adsorción en la evolución de plaguicidas en suelos	67
11.	Persistencia de plaguicidas en el suelo	69

TABLAS

No.	Título	Página
I.	Clasificación de la toxicidad según la EPA	8
II.	Las diez mejores empresas agroquímicas 2003	24
III.	Población, cantidad de plaguicidas utilizados en C. A. 1999	29
IV.	Casos de intoxicación por plaguicidas 1987 - 2004	37
V.	Valores de adsorción de algunos compuestos pesticidas	59
VI.	Persistencia de varios tipos de plaguicidas	68
VII.	Organoclorados mas utilizados	85
VIII.	Cuadro de la OMS de la clasificación de los plaguicidas por su grado de peligrosidad	92
IX.	Tratamiento de pesticidas de deshecho	102

GLOSARIO

Absorción	Entrada de una sustancia química al organismo, a una célula, o a los fluidos del organismo pasando a través de una membrana o por otros medios (Diccionario de medicina Mosby, 2004).
Acetilcolina	Sustancia transmisora del impulso nervioso (Diccionario de medicina Mosby, 2004).
Acetilcolinesterasa	Enzima presente en el tejido nervioso, músculos y glóbulos rojos, que cataliza la hidrólisis de la acetilcolina a colina y ácido acético, permitiendo la transmisión del impulso nervioso a través de la sinapsis. También se denomina colinesterasa verdadera (Diccionario de medicina Mosby, 2004).
Ambiente ocupacional	Corresponde a lugares o recintos abiertos o cerrados, en donde se desarrollan actividades laborales específicas y propias de esos lugares (Corey, 1988).
Anticolinesterásicos	Sustancias capaces de inhibir permanente o temporalmente la actividad de las colinesterasas (Plestina, 1984).
Cadena alimenticia	La secuencia de transferencia de materia y energía en forma de alimento de organismo a organismo en niveles tróficos ascendentes o descendentes (WHO, 1979).

Codex alimentarius	Serie de normas internacionales definidas por la Comisión del Código Alimentario, principal cuerpo que ejecuta el Programa conjunto de Normas Alimentarias de la FAO y la OMS (OPS, 1988).
Colinesterasa	Enzima que se encuentra en el organismo de animales y humanos, que contribuye a regular la actividad de los impulsos nerviosos, y que es necesaria para la adecuada función neurológica. Cuando los plaguicidas organofosforados o carbámicos ingresan al organismo, su actividad se ve reducida (Plestina, 1984).
Evaluación ambiental	La actividad sistemática, continua o repetitiva, relacionada con la medición de agentes (sean químicos o físicos) en el ambiente (sea ocupacional o ambiente general) a fin de evaluar la exposición y el riesgo que representan para la salud cuando se compara con una referencia apropiada (Berlín, citado por Fernícola en Almeida, 1 987).
Factor de riesgo	<p>Este término es usado por diferentes autores al menos con tres significados distintos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Característica o exposición que está asociada con una probabilidad aumentada de un resultado específico, tal como la aparición de enfermedad. No necesariamente un factor causal. Un marcador del riesgo. 2. Característica o exposición que aumenta la probabilidad de que aparezca una enfermedad u otro resultado específico. Un determinante.

3. Determinante que puede ser modificado por medio de la intervención y que por lo tanto permite reducir la probabilidad de que aparezca una enfermedad u otros resultados específicos. Para evitar confusión, se le puede referir como factor modificable del riesgo (Last, 1988).

Fertilizantes	Sustancias que se aplican a la tierra para mejorar la nutrición de las plantas, con el objeto de aumentar las cosechas. Bajo ciertas condiciones pueden producir un efecto tóxico (IRPTC 1982).
Fungicida	Plaguicida que se usa para controlar enfermedades causadas por hongos en las plantas y controlar otros hongos diversos (IRPTC 1982).
Ingrediente activo	La parte biológicamente activa del plaguicida presente en una formulación. (FAO, 1986) Es decir, la sustancia que da el efecto deseado (Hogstedt, 1987).
Intervalo de seguridad	Es el número de días que debe transcurrir entre la última aplicación de un plaguicida a una cosecha y la recolección de la misma. En el área pecuaria es el período de tiempo que se debe dejar transcurrir entre la última aplicación de un plaguicida en el ganado y la matanza y el próximo ordeño (Heano y Corey, 1991).
Límite de exposición	Término general que implica el nivel de exposición que no debería ser excedido (WHO, 1979).

Límite de exposición a corto plazo (STEL)	El promedio ponderado en el tiempo (TWA) de la concentración de una sustancia en el aire a la cual pueden estar expuestos los trabajadores por períodos de hasta 15 minutos, con no más de 4 períodos al día y al menos 60 minutos entre cada uno (Duffus, 1986).
Límite máximo de residuo (MRL)	La concentración máxima de residuo de un plaguicida como resultado de su uso y de acuerdo a una práctica agrícola buena, directa o indirectamente para la producción y/o protección del producto para el cual se recomienda el límite. El límite máximo de residuo (MRL) debería ser reconocido legalmente. Se expresa en miligramos de residuo por kilogramo del producto (WHO, 1976).
Manejo de plaguicidas	La tecnología que se ocupa del uso seguro, eficiente y económico de los plaguicidas, así como del manejo de éstos desde el momento de su fabricación hasta el de su uso final y disposición. En este proceso se incluyen la formulación, el empaque, la transferencia, el almacenamiento, el registro oficial, el etiquetado para el uso y la venta, la selección para el uso, la aplicación y la disposición de contenedores y materiales indeseables. Además, el manejo de plaguicidas se ocupa del problema de residuos en los alimentos y en el ambiente, así como del impacto total de éstos en el hombre (J.E. Davis citado por Hogstedt, 1987).
Manejo integrado de plagas (MIP)	Sistema para combatir las plagas que, en el contexto del ambiente asociado y la dinámica de la población de

especies de plagas, utiliza todas las técnicas y métodos adecuados de la forma más compatible, y mantiene las poblaciones de plagas por debajo de los niveles en que se producen pérdidas o perjuicios económicos inaceptables (FAO, 1986).

Monitoreo	La observación, medición y evaluación repetitiva y continua de información sobre salud y /o ambiente, o datos técnicos con propósitos definidos, de acuerdo con esquemas preestablecidos en el espacio y en el tiempo, y utilizando métodos comparativos para inferir y reunir información (WHO, 1980 citado por IPCS, 1988).
Monitoreo ambiental	La recolección, el análisis y la evaluación sistemática de muestras ambientales, tales como aire, agua o alimentos, en busca de contaminantes (WHO, 1978).
Nivel permisible	La norma higiénica cuantitativa para considerar a un nivel como seguro, expresado como una concentración en un tiempo promedio definido. El término "nivel permisible de exposición ocupacional" también puede tomarse para significar "concentración máxima tolerable", "valor umbral límite" y "límite o dosis máxima permisible" (WHO, 1978).
Nivel umbral	Concepto teórico para la concentración de una sustancia que representa la exposición máxima que no produce efectos (adversos) a la exposición mínima que produce un efecto (adverso) bajo condiciones definidas (WHO, 1978).

Período de reentrada	El tiempo que transcurre entre la aplicación del plaguicida y el momento en que los trabajadores pueden entrar a la zona tratada sin riesgo para la salud y sin ropa de protección especial (Hogstedt, 1987).
Persistencia	El atributo de una sustancia que describe la extensión de tiempo en que la sustancia permanece en un ambiente particular, antes de ser removida físicamente o transformada químicamente (IRPTC, 1982).
Plaga	Población de organismos que, al crecer en forma descontrolada, causan daños económicos o transmiten enfermedades en las plantas, los animales o el hombre (ECO, 1988).
Promedio ponderado con relación al tiempo (TWA)	Es la concentración promedio de una sustancia en el aire del ambiente de trabajo ponderada con relación al tiempo para ocho horas de trabajo diario y 40 horas de trabajo semanal, para la cual la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente día tras día, sin presentar efectos adversos (ACGIH, 1988).
Registro	Proceso mediante el cual la autoridad nacional de gobierno responsable aprueba la venta y el uso de una sustancia, después de evaluar la información científica completa que demuestra que el producto es efectivo para los objetivos propuestos y que no es peligroso para la salud humana, animal o para el ambiente (ECO, 1988).

Sinergismo	Interacción farmacológica o toxicológica en la que el efecto combinado de dos o más agentes químicos es mayor que la suma de los efectos de cada agente por si solo (EPA, 1989).
Valor techo	La concentración de una sustancia potencialmente tóxica en el aire que nunca debería excederse (Duffus, 1986).
Valor umbral	Se refiere a las concentraciones en aire de las sustancias químicas y comprende las condiciones bajo las cuales se considera que prácticamente todos los trabajadores pueden estar expuestos día tras día, sin efectos adversos para su salud (ACGIH, 1991-1992).

RESUMEN

Los plaguicidas son sustancias químicas que pueden generar efectos acumulativos en la salud y el ambiente, en la actualidad se ha incrementado su uso en Guatemala. Tomando en cuenta las estadísticas que indican la alta incidencia de intoxicaciones por la mala aplicación de plaguicidas, aunado a la ausencia de una capacitación adecuada en el manejo de los mismos y los efectos en el ambiente, se realizó el presente manual, ya que son muy escasos los estudios acerca de los efectos acumulativos. El presente trabajo indica la forma correcta de manipulación de los plaguicidas, da a conocer las ventajas competitivas en el ámbito nacional por la aplicación adecuada de los mismos. Se inicia con el marco teórico que contiene los conceptos y la clasificación de los plaguicidas por uso químico, toxicidad y mecanismo de acción. Continúa con la información acerca de la situación actual por el uso de plaguicidas, en el cual se pueden encontrar los diferentes usos y aplicaciones, producción y comercialización, el tipo de población expuesta así como su grado de exposición. Se incluye un propuesta para la disminuir los efectos acumulativos en la salud y el ambiente con base a las experiencias en Guatemala. De igual manera se incluye la implementación de criterios para el manejo de plaguicidas organoclorados en el cual se dan características generales, vías de absorción, biotransformación, entre otros. Se dan a conocer las mejoras para la disminución de los efectos generados por el mal manejo de estos compuestos químicos, por medio de la educación sobre el uso y manejo seguro de los mismos para el fabricante, transportista, expendedor, usuarios y población en general, así como mejoras en los factores de producción agrícola. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones que se originaron a través de la experiencia adquirida durante la realización del presente manual.

INTRODUCCIÓN

Considerando que los plaguicidas son sustancias químicas, que en muchos casos pueden generar efectos acumulativos en la salud y el ambiente, han sido utilizados por mas de cincuenta años y en los últimos tiempos se ha incrementado su uso.

La utilización de plaguicidas se ha venido dando a gran escala, especialmente en los países en desarrollo, tanto en el medio agrario como en campañas de salud publica, sin embargo, la alta incidencia de intoxicaciones y muertes producidas anualmente, así como la contaminación del medio ambiente, ha sido el principal problema derivado del uso de estas sustancias químicas.

Por otro lado cabe mencionar los efectos negativos derivados de estas sustancias sobre la salud en los países en desarrollo, incluyendo el nuestro, que al final son los que aportan el mayor número de casos, como se refleja en estadísticas a escala mundial. Esto debido no sólo a la utilización de una tecnología intrínsecamente peligrosa, sino además, a su empleo por personas que carecen de una capacitación adecuada y la restringida aplicación de métodos agrícolas alternativos. La atención apropiada y oportuna de los casos de intoxicación debe servir para disminuir el impacto negativo de los plaguicidas en la salud.

Sin embargo, los plaguicidas también son los responsables directos de matar, repeler, atraer, regular o interrumpir el crecimiento de plagas, lo que representó un aumento en la producción mundial de la agricultura en el siglo pasado.

Como efecto positivo el uso de plaguicidas ha servido para combatir enfermedades humanas y animales, como la malaria, la fiebre amarilla, el dengue y numerosas parasitosis externas e internas. Pero, el uso continuo y desaprensivo de agrotóxicos y la ausencia de normas efectivas de prevención, determinaron la aparición de problemas que inciden sobre la salud humana y la supervivencia de numerosas especies, así como en el deterioro de nuestro ambiente.

OBJETIVOS

GENERAL

Elaborar un manual de efectos acumulativos en la salud y el ambiente, derivado del uso de plaguicidas en la agroindustria guatemalteca.

ESPECÍFICOS

1. Identificar los plaguicidas que generan efectos acumulativos en la salud y el ambiente.
2. Clasificar los plaguicidas por su efecto acumulativo y no acumulativo.
3. Conocer las características que comprenden los plaguicidas.
4. Conocer los efectos acumulativos en la salud y el ambiente por el uso de plaguicidas.
5. Establecer los efectos negativos de los plaguicidas derivados de su mala utilización.
6. Dar a conocer las ventajas competitivas en el ámbito regional por la aplicación adecuada de plaguicidas.
7. Indicar la forma correcta de manipulación de los plaguicidas para no afectar la salud y el ambiente.

1. MARCO TEÓRICO

La historia de los plaguicidas se puede resumir y dividir en tres grandes etapas: La primera a principios del siglo XIX, cuando se descubrió accidentalmente la acción plaguicida de algunos elementos naturales como el azufre, cobre, arsénico, piretrinas (sustancias obtenidas de los pétalos del crisantemo “*Chrysanthemum cinerariifolium*”) y fósforo; así mismo se inicio el uso de los derivados del petróleo.

La segunda etapa en 1922, cuando se emplearon diferentes aceites insecticidas y poco más tarde los primeros productos sintéticos.

La tercera etapa, en la que Müller, en 1940 descubre las propiedades insecticidas del dicloro-difenil-tricloroetano, mejor conocido como DDT (Estrada, 1999). A partir de esa fecha ese nuevo compuesto se utilizó para la eliminación de algunos parásitos como el piojo que transmitían enfermedades como el tifo; es así como se origina la industria de los plaguicidas organosintéticos.

Desde entonces se han producido potentes venenos contra los diferentes organismos plaga, siendo la mayoría organoclorados (su principal característica es que poseen átomos de carbono, cloro, hidrógeno y en ocasiones oxígeno, son muy estables en el ambiente) y organofosforados -derivados del ácido fosfórico. Poseen un átomo central de fósforo en la molécula. Son los más tóxicos y menos estables en el ambiente en relación con los organoclorados (Cremllyn,1979).

1.1. Conceptos y clasificación de los plaguicidas

1.1.1. Definición de plaguicidas:

Es una sustancia destinada a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga del campo y en la producción, almacenamiento, transporte o comercialización de productos agrícolas en general¹.

Agente que combate las plagas del campo².

1.1.2. CLASIFICACIÓN DE LOS PLAGUICIDAS:

Es importante la forma en que los plaguicidas se pueden clasificar en:

1.1.2.1. Por el grupo químico al que pertenecen:

- **Bipiridilos:** Son herbicidas sólidos, insípidos e inodoros y muy solubles en agua. Dentro de este grupo se consideran el paraquat y el diquat. En su forma líquida, el paraquat se utiliza como herbicida de contacto para destruir las partes verdes de las plantas en presencia de la luz solar. El uso más frecuente del diquat es como herbicida acuático.
- **Carbamatos:** Son sustancias orgánicas de síntesis conformadas por un átomo de nitrógeno unido a un grupo lábil, el ácido carbámico. Este tiene un efecto neurotóxico que, en la dosis correspondiente, conlleva a la muerte. Sus características principales son su alta toxicidad, su baja estabilidad química y su nula acumulación en los tejidos, aldicarb (integrante de la llamada “docena sucia”), baygon,

¹ Diagnostico, tratamiento y prevención de intoxicaciones agudas causadas por plaguicidas. 3ra edición. Agrequima

² Diccionario enciclopédico Océano Uno edición 2003.

carbaryl, carbofuran, etc. son algunos de los carbamatos que han salido al mercado.

- Compuestos órgano – estánicos: Estos compuestos son formulados en polvos rociables y líquidos absorbentes como fungicidas y para el control de plagas en los campos de cultivo y en los huertos de árboles. El cloruro de fenilestaño también fue preparado como un concentrado emulsificable que se usa como molusquicida (Aquatín 20 EC, fuera de circulación desde 1995). Las sales de tributilestaño se utilizan como fungicidas y agentes anticorrosivo en barcos. Estos compuestos son algo más tóxicos por vía oral que el trifenilestaño, pero sus acciones tóxicas son probablemente similares.
- Compuestos organoclorados: Son poco solubles en agua, estables a la luz solar, a la humedad, al aire y al calor, lo que los hace bastante persistentes en el medio ambiente. Como consecuencia de esto, muchos países permiten su uso exclusivamente en campañas de salud pública para combatir insectos vectores de enfermedades de importancia epidemiológica, como la malaria y el dengue. Otros países han prohibido o restringido su uso. En los países en donde se han utilizado estos compuestos, todavía es frecuente encontrar residuos de ellos en los alimentos (sobre todo en los de origen animal), precisamente por ser muy estables en el ambiente.
- Compuestos organofosforados: Son ésteres o amidas derivadas del ácido fosfórico, tiofosfórico, ditiofosfórico, fosfónico y fosfínico. Su mayor actividad es como insecticida, aunque algunos de ellos presentan actividad nematocida, fungicida y herbicida. Estos compuestos tienen un espectro de acción más estrecho que el de los organoclorados. Su utilización reduce el peligro de eliminación de otros insectos que puedan ser beneficiosos. Otras características son su relativamente baja persistencia y fácil descomposición a

productos no tóxicos. Además no son bioacumulativos con lo que no hay posibilidad de incorporación en la cadena trófica. Sin embargo, una desventaja de estos compuestos es su toxicidad, relativamente alta para los vertebrados y seres humanos, que obliga a una manipulación más cuidadosa. Entre los compuestos organofosforados destacan: paratión, metilparatión, malatión, forano, etc. La toxicidad y la acción insecticida de estos compuestos son atribuidas a la inhibición de la actividad acetilcolinesterasa, enzima que se encuentra en las células nerviosas de los insectos y cuya desactivación paraliza su sistema nervioso.

- Compuestos organomercuriales: Estos fungicidas han sido formulados como soluciones acuosas y polvillos. Su uso principal es como protector de semillas. El uso de fungicidas de alquilo mercurio ha sido prohibido en los Estados Unidos por varios años. El uso del acetato de fenil mercúrico no está permitido en los Estados Unidos.
- Triazinas: Son herbicidas que se utilizan en cultivos tales como el maíz y el sorgo, estos compuestos se utilizan para estimular el crecimiento y mayor peso seco en el cultivo de maíz.
- Derivados del ácido fenoxiacético: Los derivados del ácido fenoxiacético resultan ser peligroso para la piel, los ojos y las vías respiratorias y muy tóxicos en caso de ingestión, inhalación o absorción por la piel. Las presentaciones suelen ser líquida o sólida. En cualquier caso el punto de inflamación es por encima de 61°C o no inflamables.
- Derivados del cloronitrofenol: Entre los derivados del cloronitrofenol se conocen el Dinoseb, Dinoterb y Pentaclorofenol los que resultan ser un irritante cutáneo cuando existe contacto.
- Piretroides: Plaguicidas sintéticos en los que originalmente se trató de imitar la estructura química de las piretrinas. (Albert, 1984)

- Piretrinas: Plaguicidas naturales que se obtienen de una especie de crisantemo llamado piretro. Se caracterizan por tener un anillo de átomos de tres carbono. (Albert, 1984)
- Tiocarbamatos: Son comúnmente formulados como suspensión en polvo, polvos líquido absorbentes o en suspensión líquida. Se usan para proteger semillas, semilleros, plantas ornamentales, el césped, vegetales, frutas y manzanas. Los tiocarbamatos poseen un potencial pesticida muy bajo. En general, no posan riesgo a la salud humana tanto como los insecticidas carbámicos.
- Derivados cumarinicos: Se conoce a un grupo muy amplio de principios activos fenólicos que se encuentran en plantas medicinales y tienen en común una estructura química de 2H-1-benzopiran-2-ona, denominada cumarina.

1.1.2.2. Por la toxicidad aguda que poseen:

Es la clasificación que se da a los plaguicidas según el grado de peligrosidad al producir daño agudo a la salud (problemas respiratorios, trastornos mentales, entumecimiento de extremidades, esterilización, etc.) en exposiciones múltiples o únicas en periodos cortos de tiempo. La Organización Mundial de la Salud ha recomendado, sujeta a actualizaciones regulares y basándose en la dosis letal mediana aguda, por vía oral o dérmica en ratas la clasificación siguiente:

- I. Formas de mayor y menor riesgo de cada producto: Implica que estos componentes van desde:
 - a) **De baja peligrosidad:** los que por inhalación, ingestión y/o penetración cutánea no entrañan riesgos apreciables.

- b) **Nocivos:** los que por inhalación, ingestión y/o penetración cutánea puedan entrañar riesgos de gravedad limitada.
 - c) **Tóxicos:** los que por inhalación, ingestión y/o penetración cutánea puedan entrañar riesgos graves, agudos o crónicos, e incluso la muerte.
 - d) **Muy tóxicos:** los que por inhalación, ingestión y/o penetración cutánea puedan entrañar riesgos extremadamente graves, agudos o crónicos, e incluso la muerte.
- II. Por su ingrediente activo: Todo producto orgánico o inorgánico, natural, sintético o biológico, con determinada actividad plaguicida, con un grado de pureza establecido.
- III. Por el tipo de formulación: Todo plaguicida compuesto de una o varias sustancias o ingredientes activo-técnicos y, en su caso, ingredientes inertes, coadyuvantes y aditivos, en proporción fija.

TOXICIDAD DE LOS PLAGUICIDAS POR EL GRADO DE INHALACION

Todo estudio e investigación relacionado con plaguicidas se lleva a cabo en países desarrollados debido a la gran inversión que esto implica, entre estos países se encuentra el Reino Unido donde se clasifico la toxicidad inhalada del producto por ratas, durante cuatro horas de exposición, de la concentración letal media, para los plaguicidas que se presentan en forma de gas y de material particulado cuyo diámetro no exceda de 50 micras³, llegando a la siguiente clasificación:

1. Muy tóxico cuando la concentración es menor o igual a 0.5 mg/l aire.

2. Tóxico cuando la concentración es mayor a 0.5 y menor a 2 mg/l aire.
3. Poco tóxico cuando la concentración es mayor a 2 y menor a 20 mg/l aire.

A un plaguicida se le puede ubicar en la clase más estricta si existen diferencias en los resultados de toxicidad según la vía de ingreso, y si el ingrediente activo produce daño irreversible a los órganos vitales, es altamente volátil, es acumulativo en su efecto, o en observaciones directas se encuentra que es especialmente peligroso o significativamente alergénico para el hombre.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) utiliza la siguiente clasificación, en la cual se tiene en cuenta la concentración letal mediana de material particulado cuyo diámetro no exceda de 50 micras para las vías oral, dérmica e inhalatoria y los efectos oculares y dérmicos:

³ Ministerio de Agricultura del Reino Unido

Tabla No. 1
CLASIFICACION DE TOXICIDAD SEGÚN LA EPA

Clase	Concentración letal mediana para ratas			Efectos	
	Oral (mg / Kg)	Dérmica (mg / Kg)	Inhalación (mg / l)	Efectos oculares	Efectos Dérmicos
1	50 o menos	200 o menos	0.2	Corrosivo; Opacidad corneal no reversible dentro de 7 días	Corrosivo
2	50 – 500	200 – 2000	0.2 – 2	Opacidad corneal reversible en 7 días. Irritación persistente durante 7 días	Irritación severa a las 72 horas
3	500 – 5000	2000 – 20000	2 – 20	Irritación reversible en 7 días. Ausencia de opacidad corneal	Irritación moderada a las 72 horas
4	5000 y más	20000 y más	20 y más	Sin Irritación	Irritación leve a las 72 horas

Fuente: British Crop Protection Council. The Pesticide Manual. 10 ed. Royal Society Chemistry. 1994.

En algunos casos especiales, como sucede con las preparaciones de aerosoles o fumigantes gaseosos o volátiles, los valores de concentración letal mediana oral y dérmica no deben emplearse como base de clasificación, siendo necesario, por lo tanto, utilizar otros criterios tales como los niveles de concentración en el aire.

1.1.2.3. Por el organismo que interesa controlar:

Existe una gran variedad de plaguicidas, cada uno tiene una aplicación precisa según el organismo que se desee controlar, siendo estos los siguientes:

a) Insecticidas:

Existen para insectos específicos siendo los mas conocidos y utilizados:

- Larvicida: Controla eliminando larvas de insectos.
- Formicida: Elimina hormigas.
- Pulguicidas: Mata pulgas.
- Piojicidas: Elimina piojos.
- Aficida: Mata a pulgones.

b) Acaricidas:

Insecticida especial para combatir los ácaros.

- Garrapaticida: Se utiliza para eliminar garrapatas.

c) Nematicidas:

Controla nemátodos.

d) Molusquicida:

Controla moluscos.

e) Rodenticidas:

Controla roedores.

f) Avicida:

- Columbica: Controla aves (palomas)

g) Bactericida:

Controla bacterias.

h) Fungicida:

Controla hongos.

i) Herbicidas:

Controla plantas indeseadas

1.1.2.4. Mecanismo de acción:

Aunque los Organofosforados y los Carbamatos poseen grupos químicos diferentes, el mecanismo a través del cual producen toxicidad es similar y se asocia con la inhibición de la acetil-colinesterasa (ACh), que es la enzima responsable de la destrucción y terminación de la actividad biológica del neurotransmisor muscular. Con la acumulación del neurotransmisor muscular se altera el funcionamiento normal del impulso nervioso.

En el caso de algunos organofosforados se inhibe también la esterasa neuropática (NTE) y esta inhibición, junto con el incremento del Ca^{2+} , parecen constituir el mecanismo de producción de la neuropata retardada. La NTE puede ser utilizada como un biomarcador de efecto, predictor del desarrollo de neuropata periférica retardada inducida por organofosforados.

La conexión funcional de las neuronas colinérgicas se localizan en las fibras nerviosas autónomas preganglionares (de tipo nicotínico), en todas las fibras parasimpáticas posganglionares (de tipo muscarínico), en las terminaciones nerviosas de los ganglios y en las terminaciones nerviosas a ciertas glándulas sudoríparas y vasos sanguíneos.

En el caso del Paraquat el daño causado se debe principalmente a la peroxidación de la membrana y a la depleción del NADP (nucleotido encargado del transporte de electrones hacia la fosforilación oxidativa) evitando la síntesis de ATP provocando la muerte celular.

La molécula del Paraquat tiene mucho parecido con un receptor de membrana al nivel alveolar; por dicha razón, se considera que ocupa ese receptor y de allí su especificidad por ese tipo de tejido, pero en general tiene predilección por aquellos tejidos con mayor saturación de oxígeno como son los de los pulmones, el hígado y los riñones.

Al nivel de tejido pulmonar, inicialmente se produce una alveolitis intra – alveolar, producida por los radicales superóxidos y peróxidos; este cuadro puede llevar a un edema pulmonar y a insuficiencias respiratorias. Posteriormente hay proliferación de fibroblastos que inicia un proceso de cicatrización que constituye la fibrosis intralveolar e interalveolar.

Esta fibrosis pulmonar causa severa dificultad respiratoria que es la causa principal de muerte. En los casos en los que no hay muerte rápida, mas o menos a las dos semanas ya aparecen los cambios debidos a la fibrosis pulmonar, los cuales se pueden establecer por clínica, gasometría, espectrofotometría y rayos X.

Las lesiones más graves son en las vías respiratorias especialmente en los pulmones, ya que dejan como secuela la fibrosis pulmonar; generalmente los daños hepáticos y renales son reversibles.

El Diquat esta compuesto por sustancias transportadoras llamadas vehículos que son usualmente diluyentes, como agua y derivados del petróleo.

Aditivos que modifican las propiedades del líquido, otorgándoles otras características como absorción, retención y adhesión. Esta sustancia presenta un mecanismo de acción muy similar al del Paraquat, excepto en sus efectos sobre los pulmones, que son mucho menos severos.

La acción de los Clorofenxi en el organismo no está muy bien determinada, ya que estudios en vivo de mitocondrias del hígado, ha demostrado que el 2, 4-D interfiere con la respiración celular, desacoplando la fosforilación oxidativa.

En el Bromuro de Metilo y posiblemente otros hidrocarburos actúan como agentes alquilantes e inhibidores de las enzimas sulfhidrilos.

Personas sin exposición tienen niveles sanguíneos de Bromuro de Metilo de 0.5 a 2.0 miligramos por decilitro, según la dieta. En trabajadores expuestos, concentraciones superiores a 5 mg/dl obligan al retiro de la exposición y no deben regresar hasta tanto se reduzcan a menos de 3 mg/dl.

El Cianuro en pequeñas cantidades inhibe el consumo de oxígeno al nivel celular y tisular; tiene una gran afinidad por el hierro férrico. Inactiva ciertas enzimas al formar complejos muy estables con el metal. La citocromo – oxidasa es probablemente la más importante de ellas por ocupar una posición fundamental en el proceso respiratorio, por lo que el Cianuro es capaz de paralizar toda la respiración celular.

Los rodenticidas deprimen la síntesis hepática de las sustancias esenciales para la coagulación de la sangre. Al mismo tiempo se produce un aumento de la permeabilidad capilar. El efecto definitivo de estas acciones es la inducción de una hemorragia interna generalizada.

En el caso de las Piretrinas y Piretroides son neurotóxicos que actúan sobre los ganglios basales del sistema nervioso central, por medio de la prolongación de la permeabilidad al sodio (retardo en el cierre de la compuerta del sodio) durante la fase de recuperación del potencial de acción de las neuronas, lo que produce aumento del flujo de Na, persistencia de la despolarización de la membrana con descargas repetidas. Algunos de ellos también afectan la permeabilidad de la membrana al cloruro, actuando sobre los receptores tipo A del ácido gamma – aminobutírico. En ambos casos, el cuadro clínico es similar. Ni las Piretrinas ni los Piretroides inhiben las colinesterasas.

Entre los fungicidas ditiocarbamatos esta el Thiram el cual irrita la piel y las membranas mucosas. Algunos individuos se han sensibilizado generalmente después del contacto con productos de caucho a los que se había agregado esta sustancia como agente vulcanizador (uno de sus primeros usos). Sus efectos tóxicos agudos son bastante similares a los del disulfuro de carbono. El modo de acción no se conoce con exactitud, pero si se sabe que involucra la acción intracelular de los metabolitos del disulfuro de carbono, produciendo daños en los microsomas y en el citocromo.

A diferencia del disulfuro de carbono, el Thiram causa disfunción tiroidea en los vertebrados, posiblemente debida a la liberación metabólica de azufre elemental en las células foliculares, produciendo una inhibición a la iodización de la tirosina y por lo tanto, afectando la síntesis de hormonas tiroideas. Una sola dosis produce una disfunción pasajera; dosis repetidas podrían causar bocio. El Thiram induce una intolerancia al alcohol parecida a la del antabuse (disulfiram), ya sea por inhibición de la deshidrogenasa del acetaldehído, o por la formación de un compuesto cuaternario con el etanol.

Los metalo – ditiocarbamatos y los etileno – ditiocarbamatos son moderadamente irritantes de la piel y de las membranas mucosas. Se ha demostrado la presencia de daños funcionales y anatómicos en el sistema

nervioso central de ratas que han estado bajo regímenes crónicos con altas dosis de dimetil – ditiocarbamatos de hierro y zinc. Debido a que todos estos agentes se degradan parcialmente a disulfuro de carbono en el organismo, se sospecha que este metabolito juega un papel en los efectos neurotóxicos. Teóricamente este grupo de compuestos también predispone al efecto antabuse que sigue a la ingestión de alcohol, aunque no se han reportado casos.

El clorotalonil produce irritación de la piel y las membranas mucosas de ojos y tracto respiratorio con las que se pone en contacto. Puede causar sensibilización.

Los fungicidas compuestos derivados del cobre preparados en forma de polvo irritan la piel y las mucosas con las que entran en contacto. Las sales solubles, tales como el sulfato y el acetato de cobre, son corrosivas para las membranas mucosas y la córnea. El cobre divalente es capaz de fijarse a las proteínas formando compuestos con capacidad antigénica por el enlace con la histamina.

La principal acción tóxica de los organoclorados la ejercen sobre el sistema nervioso, interfiriendo con el flujo de iones a través de las membranas de las células nerviosas, aumentando de esta forma, la irritabilidad de las neuronas. Son inductores enzimáticos. El DDT y los análogos prolongan el tiempo de apertura de los canales de sodio. El Lindano, el Toxafeno y los ciclodienos inhiben el flujo de cloro regulado por los ácidos grasos, líquidos y viscosos que son parcialmente solubles en agua y alcohol. Los organoclorados, a diferencia de los organofosforados y los carbamatos, no inhiben las colinesterasas.

En conclusión, los plaguicidas se puede dividir en tres grandes etapas, desde principios del siglo XIX, cuando se descubrió accidentalmente la acción plaguicida de algunos elementos naturales como el azufre, cobre y fósforo pasando por la segunda etapa en 1922, cuando se emplearon diferentes aceites insecticidas hasta la tercera etapa, en la que Müller, en 1940 descubre las propiedades insecticidas del dicloro-difenil-tricloroetano, mejor conocido como DDT, desde entonces se han producido potentes venenos contra los diferentes organismos plaga.

Los plaguicidas se clasificación por el grupo químico al que pertenece, la toxicidad aguda que poseen, el organismo que interesa controlar y el mecanismo de acción que emplean.

2. SITUACIÓN ACTUAL POR EL USO DE PLAGUICIDAS

2.1. Usos de los plaguicidas:

2.1.1. Diferentes usos en nuestro medio:

Los plaguicidas tienen diversos usos, características y particularidades, siendo estas:

- Usos en actividades agrícolas:

Se estima que en la actualidad aproximadamente el 85% de los plaguicidas empleados en el mundo se dedica al sector agropecuario. Los países desarrollados tienen pérdidas de cosechas en cifras que van desde el 10% hasta el 30%, mientras que en los países en vías de desarrollo las pérdidas alcanzan cifras entre el 40% y el 75%.⁴

Los siguientes datos revelan cómo se distribuye el uso de los plaguicidas en los diferentes cultivos en el ámbito mundial.

⇒ Uso elevado de insecticidas:

- Algodón
- Arroz
- Frutas
- Hortalizas

⇒ Demanda de por lo menos el 70% de los herbicidas:

- Cereales
- Soya
- Caña de azúcar

⇒ Demanda de al menos el 50% de los funguicidas:

- Árboles frutales
- Vid
- Hortalizas

⇒ Demandan menos del 50% de los productos fitosanitarios:

- Cereales de grano pequeño (Trigo y cebada)
- Maíz
- Algodón
- Arroz

Actualmente, el uso principal de los plaguicidas esta dirigido al cultivo de banano, café, caña de azúcar, hortalizas, plantas ornamentales y granos básicos.

▪ **Uso en actividades agropecuarias:**

La existencia de numerosas especies de ectoparásitos (como pulgas, ácaros de la sarna y garrapatas) y endoparásitos (Parásitos de contagio como lombrices y/o gusanos tales como la tenia) de gran impacto sanitario y económico, ha motivado el uso de plaguicidas en el campo pecuario como antiparasitarios internos y externos. Entre los antiparasitarios externos encontramos los garrapaticidas, antimiasmos, antisárnicos y piojicidas; y entre los endoparasitarios, los antihelmínticos, que también actúan contra las moscas y otros artrópodos.

▪ **Uso en actividades de salud pública:**

Entre las enfermedades que representan un serio problema de salud pública merecen destacarse: la malaria, la enfermedad de Chagas, el dengue y la fiebre amarilla. Estas enfermedades son transmitidas por vectores o por

⁴ Food and agriculture Organization. Agriculture: Toward 2000.

medio de huéspedes intermedios, y para controlarlas, la mayor parte de los programas sanitarios de lucha antivectorial, utilizan plaguicidas. Aproximadamente el 10% de los plaguicidas utilizados a escala mundial se dedican a este fin. El control biológico que también puede usarse para vectores, ha tenido poco desarrollo en el istmo Centroamericano.

En Guatemala una parte importante de los insecticidas que se usan para fines de salud pública siguen siendo organoclorados, particularmente el DDT, y aunque el uso con fines agrícolas de este producto está prohibido o severamente restringido, en algunos países se mantiene su aprobación para las campañas de salud pública.

Un estudio de la Organización Mundial de la Salud (OMS) mostró que la mayor demanda de plaguicidas para el control de vectores de enfermedades de importancia en salud pública en áreas urbanas, fue la de insecticidas en las formas de concentrado emulsionable o concentrados de volumen ultra bajo. En estas áreas los organoclorados han sido progresivamente reemplazados⁵ por piretrinas, piretroides y organofosforados.

Los insecticidas más utilizados en las campañas de salud pública en el ámbito centroamericano y en especial en Guatemala son:

- Guatemala:

Propoxur: El propoxur es biodegradable. Se han notificado casos de semidesintegración por biodegradación de 44 a 59 días. La tasa de biodegradación aumenta en suelos expuestos anteriormente a metilcarbonato. La semidesintegración disminuye a sólo 19 días en condiciones aerobias, tras la adición de glucosa y peptona. Es susceptible de hidrólisis, especialmente en medios alcalinos. La

semidesintegración por hidrólisis con un pH de 8 se ha calculado en 16 días. En suelos arenosos, se observó que el 75 por ciento del propoxur se degradaba en un plazo de 100 días, mientras que en suelos humíferos y francos limosos no se producían pérdidas en ese mismo período. En estos últimos suelos el propoxur persistía durante más de seis meses. El propoxur se degrada fácilmente en el agua. Es susceptible de fotólisis relativamente rápida (semidesintegración de 13–88 horas), especialmente en presencia de material húmico. Se utiliza como insecticida de acción rápida.

Temefos: Se ha utilizado para el control de larvas de mosquitos desde 1965. Aún después de todos estos años, todavía sigue siendo efectivo y utilizado contra todas las especies de larvas de mosquitos.

Fention: El fention se absorbe bastante fuertemente en las partículas del suelo y se considera que tiene una movilidad muy baja. No se desplaza (ni se lixivia) a través del suelo. Cuando se libera en el suelo o el agua, el fention se degrada mediante fotodegradación y biodegradación. Presenta una persistencia moderada en el suelo, con una semidesintegración media de 34 días en casi todas las condiciones. En el suelo, los residuos de fention pueden persistir durante un período de cuatro a seis semanas aproximadamente. En un estudio sobre su persistencia en el agua, se observó que el 50 por ciento del fention aplicado permanecía en el agua de río durante dos semanas, mientras que al cabo de cuatro semanas persistía el 10 por ciento. Se degrada más rápidamente en condiciones alcalinas. Se ha notificado que la semidesintegración del fention en agua de diversos océanos, ríos y pantanos en condiciones normales varía entre 3 y 21 días. Sin embargo, puede ser aún más persistente en ciertos medios, como por

⁵ Geneve World Health Organization (WHO Technical Report Series No. 767), 1988

ejemplo sedimentos de marismas, donde la luz y el oxígeno son limitados. Se utiliza como insecticida contra muchas plagas de insectos que pican, moscas de la fruta, mosquitos, etc.

Deltametrina: Es un compuesto utilizado para el control de cucarachas, moscas, zancudos, hormigas, alacranes y termitas en apartamentos, casas, hoteles, restaurantes, aviones, barcos, etc.

Bacillus: El género Bacillus está compuesto por bacilos grampositivos grandes caracterizados por su capacidad para producir endosporas. El género incluye microorganismos aeróbicos estrictos y anaerobios facultativos. Bacillus anthracis es causante de enfermedad en el ser humano. Muchas otras especies están distribuidas en la naturaleza y se hallan en la mayor parte de las muestras de suelos, agua y polvo. Ciertos miembros de dicho género han adquirido importancia como productores de antibióticos.

- El Salvador:
Bendiocarb, diclorvos y deltametrina.
- Honduras:
Propoxur, fenitrothion, deltametrina y bacillus.
- Nicaragua:
Diclorvos, temefos, fenitrothion, malathion, fenitrothion, cipermetrina, deltametrina y bacillus.
- Costa Rica:
Temefos, deltametrina y ciflutrin.

- Panamá:
Temefos, fenitrothion y ciflutrin.

- Belice:
DDT, temefos, malation y deltametrina.

Empleo en actividades domésticas, edificaciones, medios de transporte y servicios de uso público:

En estas áreas, las plagas que provocan mayor preocupación son las cucarachas, las moscas y los mosquitos, ya que son transmisores de agentes patógenos para el hombre y otros vertebrados. Por ejemplo, la mosca doméstica recoge y porta muchos agentes patógenos (virus, bacterias, protozoarios, huevos y quistes de helmintos), participando en la transmisión de enfermedades como la disentería, la diarrea, la tifoidea, las intoxicaciones alimenticias y la helmintiasis. Además ha sido señalada como transmisora de la poliomielitis y de algunas enfermedades cutáneas y oculares.

El transporte potencial en los aviones de vectores que causan enfermedades a los seres humanos ha sido motivo de constante preocupación. Para las aeronaves se recomienda actualmente el uso de permetrina aplicada sin tripulación, pasajeros o alimentos.

2.1.2. Producción y comercialización de plaguicidas:

Las cifras de producción global de plaguicidas, en términos de ventas, son más abundantes que las referidas a peso o volumen de ingredientes activos. En el año 1970 la comercialización a escala mundial alcanzó la cifra de Q. 2,700 millones, en 1985 de Q. 31,800 millones, en 1990 se estimaron en Q. 86,000 millones y en 1996 llegaron a Q. 152,800 millones. Aún teniendo en cuenta factores como la inflación y la conversión monetaria, se estima que el

crecimiento global de las ventas fue en 1996 de un 2.2%. En 1994 y 1995 este crecimiento había sido de 5.1% y 4.3%, respectivamente.⁶

América Latina tuvo en 1996 el mayor incremento en ventas con un aumento del 16% en dólares, equivalente a un tercio de todo el crecimiento de las ventas mundiales de plaguicidas. En esta región las ventas representaron el 10.4% del total mundial.⁷

El uso de estos productos se ha generalizado a tal punto que su empleo en el mundo se incrementó de 1.5 millones de toneladas en 1970 a 3 millones en 1985 y se estima que en los próximos 10 años las ventas se duplicarán, con especial participación de los países en desarrollo.

En 2003, 10 compañías controlaban el mercado mundial, vendiendo 85% del total en dólares, siendo estas:

⁶ Departamento de Salud y Servicios Humanos. Administración de alimento y drogas/división de operaciones de importación. Sumario Mundial de detecciones de importación. Año fiscal 1991. Rockville, MD, USA 1997.

⁷ Panups. Global pesticide market grows in 1996. Pesticide Action Network North America Updates Service (March 17, 1997).

Tabla No. 2

LA DIEZ MEJORES EMPRESAS AGROQUÍMICAS EN 2003

POSICION	EMPRESA	VENTAS
1.	SYNGENTA (SUIZA)	Q 42,404 millones
2.	BAYER (ALEMANIA)	Q 41,334 millones
3.	BASF ((ALEMANIA)	Q 27,481 millones
4.	MONSANTO (EUA)	Q 23,339 millones
5.	DOW (EUA)	Q 23,162 millones
6.	DUPONT (EUA)	Q 15,585 millones
7.	SUMITOMO CHEMICAL (JAPÓN)	Q 8,786 millones
8.	MAI (ISRAEL)	Q 7,970 millones
9.	NUFARM (AUSTRALIA)	Q 6,168 millones
10.	ARYSTA (JAPÓN)	Q 5,475 millones

Fuente: Agrow World Crop Protection News, 25 de agosto de 2004, PJB Publications LTD.

En la actualidad existen en el mundo cerca de 1,500 ingredientes activos de plaguicidas y 60,000 preparados comerciales o formulaciones de los mismos, a los que Guatemala puede tener acceso.

En todos los países de América Latina existen plantas formuladoras de plaguicidas en mayor o menor cantidad e incluso en mas de media docena de ellos se hace la síntesis del ingrediente activo. Sobresalen en este campo Guatemala y Costa Rica.

Un hecho de especial importancia en el campo agronómico y toxicológico, verificado por medio de diferentes estudios, ha sido la comprobación de que con frecuencia la concentración del ingrediente activo indicada en la etiqueta del producto formulado no corresponde a la realidad, presentándose situaciones tanto por exceso como por defecto. Así mismo, se

ha reportado la presencia de impurezas tóxicas que hacen que el producto final tenga una toxicidad diferente.

2.2. Población expuesta y grado de exposición:

2.2.1. Población expuesta por el uso de plaguicidas:

Un hecho muy importante de establecer para quienes se dedican al problema de las intoxicaciones por plaguicidas es aquel que se refiere a la población expuesta al riesgo. Conociendo esta información, los planificadores en salud orientarán las acciones preventivas o curativas hacia aquellos grupos de más alto riesgo o donde el impacto en la reducción del daño sea mayor.

Se han agrupado a las personas que están expuestas a los efectos de los plaguicidas en dos categorías amplias: los trabajadores expuestos según la ocupación que desempeñan y la población en general.

a) Los trabajadores:

Desde el punto de vista laboral, existe una gran complejidad en los patrones de uso de los plaguicidas, a la vez que una gran variedad de formas e intensidades de exposición; sin embargo, es la población económicamente activa del sector agrario la que tiene una mayor exposición dado que allí se utiliza un 85% de los plaguicidas.

En el ámbito ocupacional, los trabajadores tienen exposición a plaguicidas:

- En la fabricación y formulación de estos productos
- En su transporte, almacenamiento y expendio

- En el sector agrario, incluyendo el cultivo de plantas ornamentales
- En actividades pecuarias
- En la industria forestal
- En campañas de salud pública
- En campañas de fumigación (viviendas, carreteras, vías férreas y bodegas aduanales)

b) Población en general:

El conocimiento e identificación de los grupos de población en general a riesgo son importantes para el desarrollo de actividades preventivas; al definir cada grupo se podrá determinar el tipo de medidas a recomendar y ejecutar. Los grupos son los siguientes:

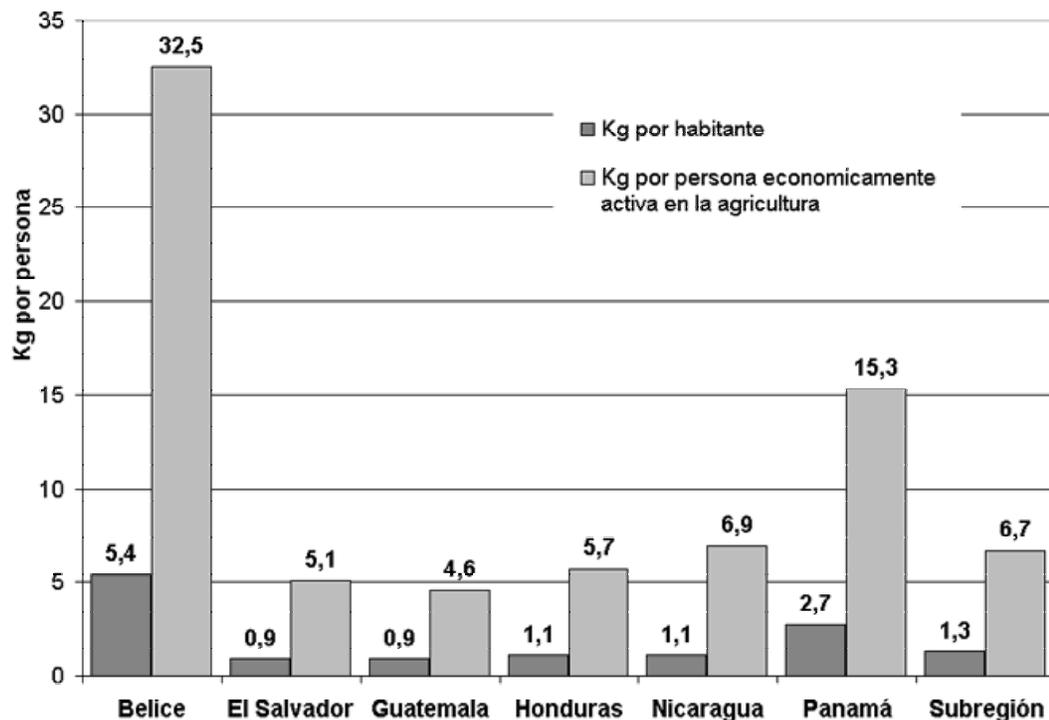
- Comunidades rurales que viven cerca de donde se hacen aplicaciones aéreas o terrestres
- Familiares de trabajadores agrícolas, especialmente niños y mujeres embarazadas
- Comunidades urbanas y rurales donde se hacen aplicaciones domésticas o campañas de salud pública
- Toda la población que está expuesta a los alimentos y aguas contaminadas por residuos de plaguicidas

2.2.2. Grado de exposición:

Existen indicadores aplicables a ambos grupos de población expuesta que ayudan a aproximarse al grado de exposición. Estos indicadores son:

- La cantidad utilizada de plaguicida por habitante en cada país: Es el índice que permite conocer la demanda de estos compuestos, en Guatemala el promedio es de 0.9 Kg por habitante.
- La cantidad empleada por cada trabajador del sector agrario: Guatemala reporta el índice mas bajo de la región con 4.6 Kg por agricultor sin embargo esta entre los mas altos del mundo.
- Las proporciones de plaguicidas de alta toxicidad utilizadas en cada país o región⁸: En el año 2000 la región llego a un 1.2 de 100,000 con una tasa de mortalidad del 2.5.

Gráfico 1: Plaguicidas importados por país y en toda la subregión centroamericana, 2000



⁸ OPS / OMS indicadores básicos 1996.

Gráfico 2: Tendencia de importación de plaguicidas, tasas de incidencia y mortalidad por intoxicaciones en países del istmo centroamericano, 1992-2000

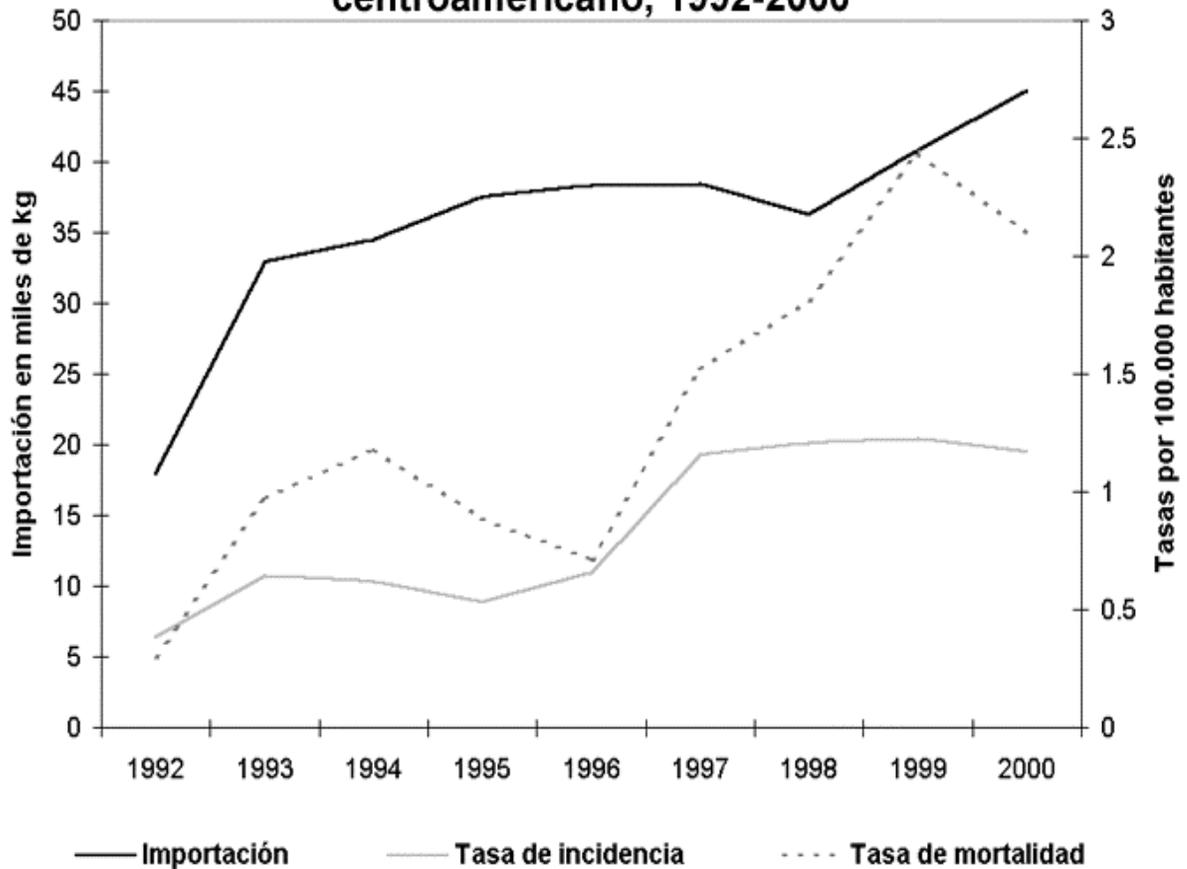


Tabla No. 3
Población, cantidad de plaguicidas utilizados en países de Centroamérica,
1999

País	Población total (miles)	% Población rural	Plaguicidas Importados (kg.)	Plaguicidas uso agrícola (kg.)	Plaguicidas por habitante (kg./ habit.)	Plaguicidas por * habitante rural (kg./hr)
Belice	230	51.2	1,315,824	1,118,450	5.7	9.56
Costa Rica	3,650	50.5	5,269,313	4,478,916	1.4	2.43
El Salvador	6,059	46.5	5,312,291	4,515,447	0.9	1.60
Guatemala	11,562	61.0	17,000,000	14,450,000	1.5	2.05
Honduras	6,147	53.7	5,849,532	4,972,102	0.9	1.50
Nicaragua	4,464	41.2	5,136,297	43,65,852	1.1	2.37
Panamá	2,767	43.3	3,515,162	2,987,887	1.2	2.49
Región	34,879	51.8	43,398,419	36,888,656	1.2	2.04

* Observaciones: El 85% de Plaguicidas Importados se emplean en la agricultura

Fuentes: Proyecto PLAGSALUD/OPS. Informes de Países Año 2000. PNUD/Comunidad Económica Europea

Si alguien utiliza estos indicadores buscando la información en su país o región podrá programar mejor las actividades de tratamiento, pero éstas son

sólo una parte, siendo indudablemente necesarias aquellas relacionadas con la prevención y educación.

La cantidad de plaguicidas utilizados por la comunidad en general y trabajadores agrarios en Guatemala, se compara con la cantidad de población existente en determinado tiempo, en 1996 según la Organización Mundial y la Organización Panamericana de la salud Guatemala tenía una población aproximada de 10 millones 6 cientos mil habitantes, y según el Ministerio de Agricultura en este periodo se utilizaron 4,042,000 Kilogramos de plaguicidas dándonos una relación de 0.4 kilogramos de plaguicidas por persona⁹.

Existen otros indicadores valiosos, aunque a veces son más difíciles de obtener de manera uniforme como:

- Cantidad de plaguicidas aplicados, expresada como Kg / hectárea por número de cosechas en unidad de tiempo
- Cantidad de plaguicidas aplicados, expresada como Kg / persona en unidad de tiempo. Este puede ser un buen indicador de riesgo, especialmente si se conoce la peligrosidad del plaguicida en uso y exactamente la población expuesta
- Tendencias en el número de hectáreas rociadas por unidad de tiempo ya sea mes o año.

En conclusión, los plaguicidas tienen diversos usos, características y particularidades ya sea en actividades agrícolas tales como arroz, banano, café, cereales, soya, caña de azúcar, hortalizas, maíz y algodón, en actividades agropecuarias y de salud pública.

En producción y comercialización de plaguicidas América Latina tuvo en 1996 el mayor incremento en ventas con un aumento del 16% en dólares,

equivalente a un tercio de todo el crecimiento de las ventas mundiales de plaguicidas. En esta región las ventas representaron el 10.4% del total mundial. En la actualidad existen en el mundo cerca de 1,500 ingredientes activos de plaguicidas y 60,000 preparados comerciales o formulaciones de los mismos, a los que Guatemala puede tener acceso.

En todos los países de América Latina existen plantas formuladoras de plaguicidas en mayor o menor cantidad e incluso en mas de media docena de ellos se hace la síntesis del ingrediente activo. Sobresalen en este campo Guatemala y Costa Rica.

Un hecho muy importante de establecer es aquel que se refiere a la población expuesta al riesgo. Se han agrupado a las personas que están expuestas a los efectos de los plaguicidas en dos categorías amplias: los trabajadores expuestos según la ocupación que desempeñan y la población en general.

Existen indicadores aplicables a ambos grupos de población expuesta que ayudan a aproximarse al grado de exposición. Estos indicadores son la cantidad utilizada de plaguicida por habitante en cada país y la cantidad empleada por cada trabajador del sector agrario.

Existen otros indicadores valiosos, aunque a veces son más difíciles de obtener de manera uniforme como:

- Cantidad de plaguicidas aplicados en Kg. por hectárea y por número de cosechas en unidad de tiempo
- Cantidad de plaguicidas aplicados, en Kg. por persona en unidad de tiempo

⁹ Ministerio de agricultura 1997.

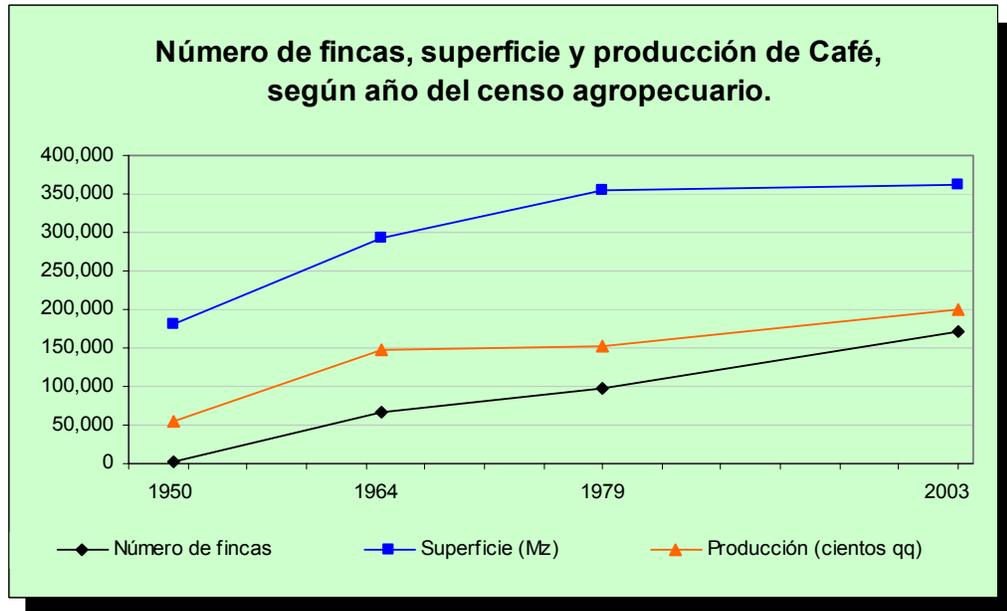
- Tendencias en el número de hectáreas rociadas por unidad de tiempo ya sea mes o año

Ilustración No. 3



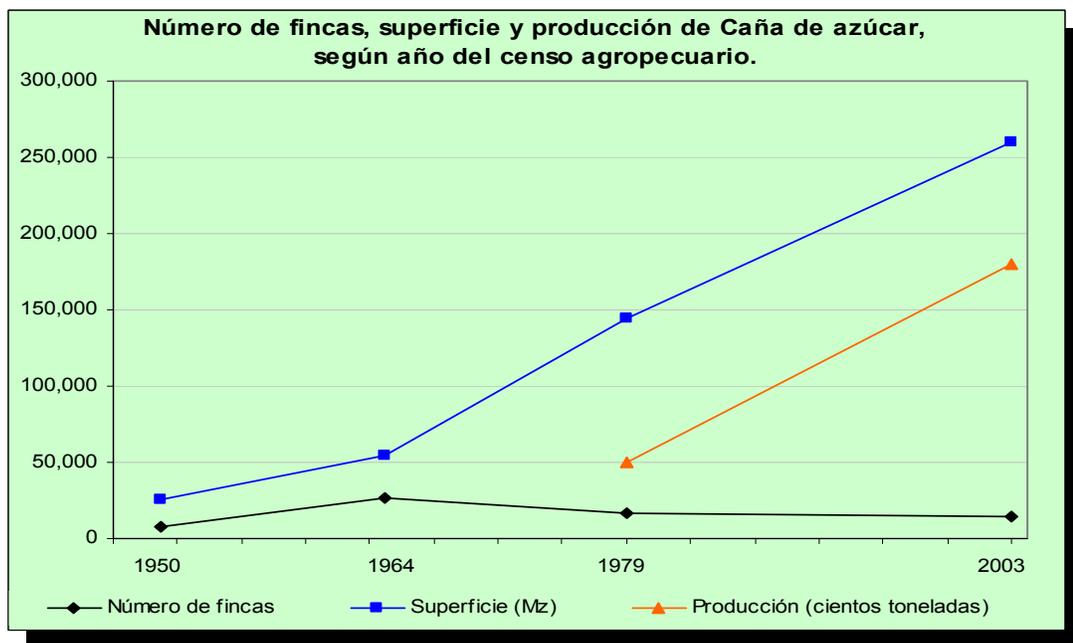
Fuente: INE, 2004.

Ilustración No. 4



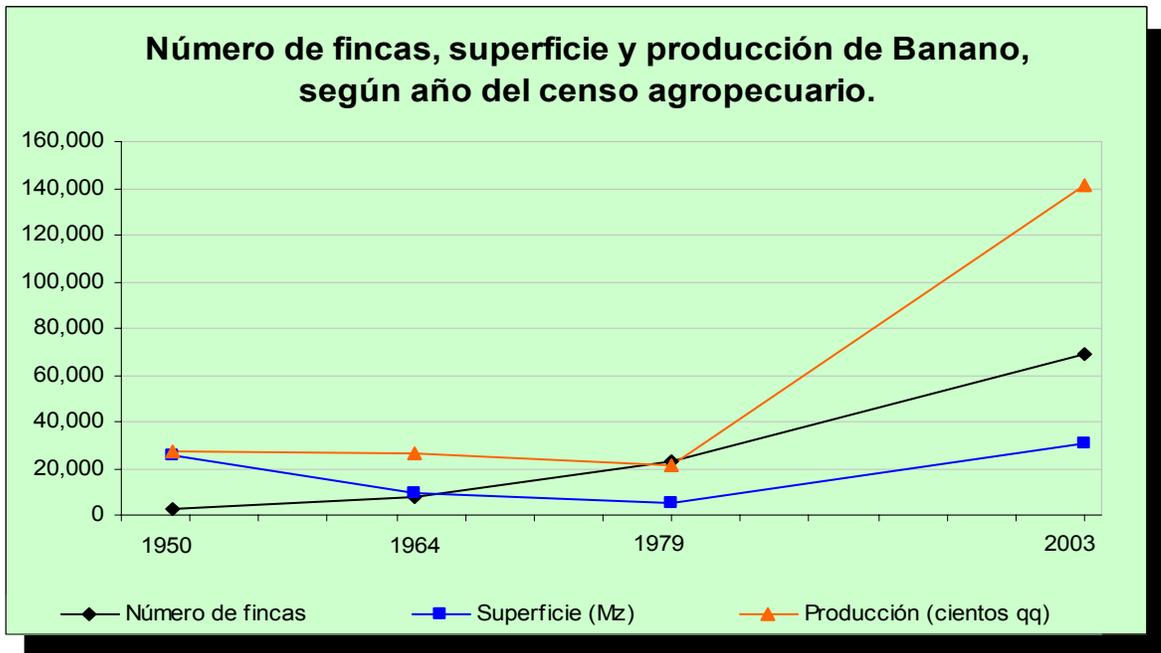
Fuente: INE, 2004.

Ilustración No. 5



Fuente: INE, 2004.

Ilustración No. 6



Fuente: INE, 2004.

3. PROPUESTA PARA DISMINUIR LOS EFECTOS DE LOS PLAGUICIDAS EN LA SALUD Y EL AMBIENTE

3.1. Efectos de los plaguicidas en la salud:

Las tasas de morbilidad y mortalidad que se presentan en la población trabajadora y la comunidad en general debido al uso de plaguicidas, refleja la relación entre el agente y la persona expuesta, pero además existe una interacción de otros factores que influyen en los niveles con que se da la patología. Dichos factores son:

- Variables demográficas
- Aspectos educativos
- Tiempo de exposición
- Cultura y comportamiento
- Susceptibilidad de la persona
- Factores sociales
- Estado nutricional
- Factores económicos

Debe tenerse en cuenta que si se desea profundizar en este tema, se encontrará que los datos disponibles son limitados para la gran mayoría de los plaguicidas existentes, o bien, que los datos que hay no son plenamente confiables, esta situación se complica por el hecho de que los datos han sido obtenidos siguiendo métodos diferentes, lo que dificulta su comparación y no permite evaluar correctamente el impacto adverso de lo plaguicidas sobre la salud.

Considerando la toxicidad aguda y crónica reconocida ya en los plaguicidas, las cantidades crecientes que se utilizan, su amplia disponibilidad,

y las condiciones precarias de su uso, sorprende la baja prioridad que los gobiernos han asignado a los estudios sobre los problemas que genera el uso de los plaguicidas y, a la vez, llama la atención la escasez de investigaciones que permitan analizar la situación por países o regiones.

Frente a estos planteamientos y necesidades, todas las instituciones y sectores comprometidos en resolver el problema, debemos aumentar nuestros esfuerzos para invertir los factores de riesgo. Es importante destacar que los países Centroamericanos han venido haciendo grandes esfuerzos para recopilar datos que permitan a sus gobiernos tomar decisiones y elaborar estrategias basadas en casos concretos sobre el efecto de los plaguicidas en la salud. Lamentablemente debemos reconocer que la escasez de datos epidemiológicos confiables se ha usado a menudo en los países de la Región para justificar la falta de acciones concretas y eficaces para prevenir las intoxicaciones. Sin embargo, pese a ello, no es razonable retardar más las decisiones sino que éstas deben tomarse con base en los conocimientos de que se disponga, sabiendo que, en todo caso el problema será con seguridad mucho mayor de lo que dicen los datos o lo que es posible prever.

3.1.1. Efectos agudos:

Según estimaciones hechas por Organismos Internacionales, el número de intoxicaciones ocupacionales por plaguicidas en países en vías de desarrollo asciende a 25 millones de casos cada año, a pesar de que estos países sólo utilizan la quinta parte del consumo mundial de plaguicidas. Esta cifra fue estimada teniendo en cuenta que 3% de los trabajadores agrícolas padecen un episodio de intoxicación cada año y que la población de agricultores asciende a 830 millones.

Entre los estudios mas recientemente realizados por los países centroamericanos podemos compararlos con Guatemala, destacando los siguientes:

- En Guatemala en el periodo de 1987 a 2004, se registraron 7,058 casos de intoxicaciones por plaguicidas, atendidos en los centros de asistencia del Ministerio de salud y del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), en el 2002, 37 casos, en el 2003, 28 casos. El mayor número de casos se registró en 1987 con 1,453 intoxicados y el menor número en el 2004, con 12 casos.¹⁰

Tabla No. 4

Años	Cantidad de casos
1987	1453
1988 - 2001	5528
2002	37
2003	28
2004	12

- En El Salvador se revisaron durante 1986 y 1987 las intoxicaciones atendidas en los centros de emergencia y en los hospitales. Se diagnosticaron 9,803 casos de intoxicación por plaguicidas, de los cuales 267 (2.72%) fallecieron. De los intoxicados, 22.89% pertenecían al sexo femenino.

Según reporte epidemiológico, entre 1988 y junio de 1995 se presentaron en este país 5,174 casos de intoxicación por plaguicidas, de los cuales el 58%

¹⁰ Lic. Manuel Sagastume, epidemiología, Ministerio de Salud. Entrevista personal julio de 2005.

se clasificaron como no intencionales (laborales o accidentales), con una letalidad del 20.8% (1,078 defunciones). De 1,088 casos de intoxicaciones laborales ocurridos en el bienio 1988 – 89 35% correspondieron al sexo femenino, al igual que el 31% de las intoxicaciones que requirieron hospitalización en 1992, con una letalidad del 53%. En 1996, el 49% de las intoxicaciones correspondieron a mujeres.

En un estudio llevado a cabo en el Hospital Nacional Rosales de San Salvador en el periodo junio 1995 – mayo 1996, se encontraron 172 casos con diagnóstico de intoxicación por plaguicidas. De ellos el 33% fueron causados por bupiridilos, el 22% por fosfamina (fosforo de aluminio) y el 20% por organofosforados. El 64.5% fueron hombres.¹¹

- En Honduras en 1987, se registraron 274 ingresos hospitalarios con diagnóstico de intoxicación por plaguicidas. De ellos 30% pertenecían al sexo femenino. El 8.4% (23 pacientes) fallecieron.

En 1992 se realizó un estudio de las intoxicaciones por plaguicidas en la población que asiste al Hospital Regional del Sur (Departamento de Choluteca), entre el 1 de febrero de 1986 al 20 de abril de 1991. Se encontraron 89 casos de intoxicación (promedio, 18 por año), provenientes del área rural en un 53%. El 47% de las intoxicaciones fueron consideradas como moderadas o severas. La relación hombre – mujer fue de 3 a 1. Llamó la atención que el 87% de los intoxicados no usaran medidas de protección contra los plaguicidas y que la principal vía de ingreso fue la oral (54%), seguida de la mixta (24%) y la dérmica (22%). El 37% de las intoxicaciones se debió a carbamatos, 7% a

¹¹ Zúñiga P.A., Ruiz, E.N., Hernández, M. Intoxicaciones más frecuentes en pacientes del Hospital Rosales, período junio 95, mayo 96. San Salvador: Hospital Nacional Rosales, 1996.

organoclorados, 1% a fosfato de aluminio y 55% a otros, entre los que se destaca el paraquat. En el estudio no se menciona si hubo mortalidad.¹²

- En cuatro regiones de Nicaragua se registraron, en el periodo 1986 – 1988, 1913 intoxicaciones por plaguicidas con 86 muertes (4.5%). Se estimó para esta patología en todo el país una tasa de 42 casos por 100,000 habitantes.

En este mismo país, solo en 1995 se registraron 1207 casos de intoxicaciones agudas por plaguicidas, para una tasa de 54 por 100,000 habitantes. Este numero equivale al 63% de los casos del trienio 1986 – 1988.

En 1996 el número de casos se elevó a 1128. En 1997 se registraron un total de 1989 casos agudos de intoxicación por plaguicidas, para una tasa de incidencia de 54 por 100,000 habitantes, una tasa de letalidad anual de 9% y una tasa de mortalidad especifica de 4 por 100,000.

- En un estudio epidemiológico de intoxicaciones por plaguicidas en Costa Rica en el periodo 1980 – 1986, se diagnosticaron en los Hospitales de la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) 3347 casos de los cuales 276 fallecieron, un 62% de los intoxicados laboraban en el sector agropecuario. Se encontraron 50 intoxicaciones laborales en mujeres. La tasa de hospitalización para el año 1984 fue de 20 por 100,000 habitantes. La mayor parte (54.4%) de las intoxicaciones laborales ocurrieron en cultivos de exportación.

Según el reporte oficial de intoxicaciones con plaguicidas de 1997 y el informe sobre la situación de salud en Costa Rica de 1997, ambos del Ministerio de Salud, entre 1990 y 1997 se registraron 4520 casos, con una clara tendencia ascendente, pasando de 305 casos en 1990 a 920 en 1997, con un pico de 989

¹² Arias F., et al. Estudio sobre políticas fitosanitarias en Honduras. Tegucigalpa: mimeografiado, 1997.

intoxicaciones en 1995, debido en parte a mejoramiento en el sistema de notificación. De los casos de 1996, 379 ocurrieron en el área laboral. En este mismo año se presentaron 34 muertes por esta causa, para una letalidad de 4.3%.

Al comparar el periodo 1990 –1996 con el de 1980 – 1986, se observa que aunque el número de casos aumentó, la letalidad disminuyó a la mitad.

- En Panamá en el periodo comprendido entre 1981 y 1990, se reportaron 208 intoxicaciones agudas con hospitalización del paciente en las provincias de Panamá, Veraguas y Chiriquí. Predominaron las intoxicaciones accidentales, seguidas de los intentos de suicidio y las laborales. En Chiriquí, según el reporte semanal de enfermedades transmisibles de los centros de salud y hospitales del Sistema Integrado de Salud, en el periodo 1990 –1993 se registraron 492 casos agudos de intoxicación por plaguicidas, causados principalmente por paraquat, carbofuran y metomil. La cifra correspondiente a 1996 fue de 221 casos en esta misma provincia.

Otro estudio desarrollado en los principales hospitales estatales de Panamá, que cubrió 8 de 10 provincias, registró un total de 306 casos de intoxicaciones agudas por plaguicidas durante el año de 1993, el 85% eran pacientes mayores de 15 años. Los varones de 15 – 29 años reportaron la mayor incidencia de casos. Las provincias de Chiriquí, Los Santos y Coclé fueron las que reportaron el mayor número de intoxicados. La primera causa de intoxicación en los adultos fue la ocupacional, seguida de la intencional; mientras que en los niños el 71.8% se intoxicó accidentalmente, seguido del 15.4% de intoxicaciones de tipo ocupacional en la población de 10 a 14 años de edad. Los principales agentes involucrados fueron los insecticidas (organofosforados y carbamatos), los herbicidas (bipiridilos y clorfenoxi) y los

fungicidas. Se registraron 18 defunciones en pacientes adultos, en donde el paraquat ingerido intencionalmente fue el principal agente involucrado.¹³

Todo lo anterior hace pensar que el problema de las intoxicaciones agudas en Guatemala es mucho más grave de lo que se piensa.

Algunos de los factores que contribuyen a esta situación son:

- Bajo o inadecuado registro de intoxicaciones sucedidas en las zonas rurales por el difícil acceso de los campesinos a los servicios de salud en la mayoría de los países
- Dificultad en el diagnóstico correcto de intoxicaciones, por carecer el personal de salud, de la capacitación y recursos necesarios para tal fin.
- Aunque en los países se ha establecido y se viene cumpliendo la notificación obligatoria de este tipo de intoxicaciones, el cumplimiento no es el deseado.
- Baja cobertura e inoperancia de los sistemas de información como tales.
- Inadecuado reporte de la notificación y/o fallas en el ingreso de la información.

3.1.2. Intoxicaciones en menores de edad:

Las grandes limitaciones de los sistemas de seguridad social en nuestra región han traído como consecuencia la inevitable necesidad de vincular a los menores a la actividad laboral. El sector agrario no ha sido ajeno a esta situación y es así como en todos nuestros países encontramos niños y menores

¹³ Patiño, H.A. de y col. 1994. Estudio epidemiológico clínico de las intoxicaciones registradas en los principales hospitales de la República de Panamá durante el año 1993. Base Bibliográfica PLAGPA

trabajando en diversas actividades agrícolas en procura de un ingreso que ayude a complementar, al menos en parte, los bajos salarios de sus padres en el campo.

Diversos estudios hechos en la región van mostrando que este grupo no es ajeno a los efectos nocivos de los plaguicidas:

- En Guatemala el IGSS reportó la atención de 70 casos de menores de edad en el trienio 1994 – 1996, lo cual equivale al 16.4% de los pacientes que solicitaron atención médica por esta causa en dicho periodo.
- Según el estudio del Hospital Nacional Rosales de San Salvador, el 20.3% de las intoxicaciones registradas en el período de junio del 95 a mayo del 96, se presentó en menores de 18 años.¹⁴
- En Honduras en 1987, se registraron 274 ingresos hospitalarios con diagnóstico de intoxicación de los que el 9% de los casos correspondió a menores de 14 años.¹⁵
- En una investigación realizada en Nicaragua para valorar los efectos de la ubicación de los aeródromos agrícolas sobre el nivel de colinesterasa plasmática en niños, se encontraron niveles bajos de la enzima en 2.9% de los no expuestos, 10.5% de los niños al otro lado de la calle de la pista y 35.3% en los niños expuestos a los desechos de la pista.

El programa de vigilancia epidemiológica de plaguicidas de este mismo país informa de 140 casos (12% del total) ocurridos en personas de 14 años o menos en 1996. En 1997 se detectaron 160 casos (10% del total de los que se obtuvo la edad). Hasta agosto de este mismo año se habían registrado 46 casos en menores de 4 años.

(Centro de Documentación OPS), Panamá, 1995.

¹⁴ Zúñiga P.A., Ruiz, E.N., Hernández, M. Intoxicaciones más frecuentes en pacientes del Hospital Rosales, período junio 95, mayo 96. San Salvador: Hospital Nacional Rosales, 1996.

¹⁵ Arias F., et al. Estudio sobre políticas fitosanitarias en Honduras. Tegucigalpa: mimeografiado, 1997.

- En Costa Rica un estudio epidemiológico efectuado entre 1980 y 1986 mostró que el 20% de las intoxicaciones laborales habían ocurrido en menores de 18 años, quienes según la legislación costarricense no pueden manipular plaguicidas ni exponerse a ellos. En 1996, esta cifra fue del 8.4%.

3.1.3. Efectos tardíos:

Son los procesos patológicos que se desarrollan en el organismo, generalmente por la exposición repetida a dosis bajas, luego de un periodo de latencia.

Los estudios que se citan a continuación muestran algunos problemas a largo plazo que han venido apareciendo en los países del istmo centroamericano por el uso de plaguicidas, estos son:

- En un estudio sobre tumores malignos poco frecuentes en la niñez atendidos en el Hospital Nacional de Niños de Costa Rica, un 71% de ellos provenían de zonas rurales agrícolas. Los autores sugieren una relación entre la distribución geográfica de los tumores y el uso indiscriminado de plaguicidas en diferentes cultivos.
- En Costa Rica se realizaron estudios epidemiológicos y de laboratorio en 72 pacientes estériles pertenecientes a una población de 630 trabajadores bananeros en edad reproductora que aplicaron por tiempos variables, el nematocida 1.2 dibromo – 3 – cloropropano (DBCP). Se encontró una correlación positiva ($r=0.99$) altamente significativa entre el número de horas de aplicación y el porcentaje de estériles. A su vez la tendencia a disminuir, observada en el conteo espermático de oligospermia a azospermia conforme se aumenta la dosis (horas de aplicación) es también compatible con una mayor dosis de DBCP en los trabajadores mas

expuesto (39). Luego de este estudio se continúan presentando en este país reclamaciones por este mismo hecho ante los organismos competentes.

- En Nicaragua, el grupo de investigación de efectos crónicos de los plaguicidas de la Universidad Nacional Autónoma (León) ha encontrado 7 personas afectadas de neuropatía periférica secundaria a intoxicación por plaguicidas organofosforados, en el periodo comprendido entre enero de 1992 y diciembre de 1995. Las edades de los casos estaban en el rango de 15 a 47 años, con predominio del sexo masculino. Entre los plaguicidas involucrados estaban el metamidofos (MTD), el clorpirifos (Lorsban) y el malation.

3.1.4. Hallazgos en los sistemas de vigilancia epidemiológica:

El uso indiscriminado de los plaguicidas genera problemas en diversas áreas del que hacer humano y repercute en forma adversa principalmente en los ecosistemas y en la salud de las personas.

La vigilancia epidemiológica, una de las aplicaciones más interesantes del método epidemiológico, es un instrumento que contribuye a atenuar, minimizar o controlar efectivamente, y con bases objetivas y científicas, un problema determinado de salud pública.

Podemos entender como vigilancia epidemiológica al conjunto de actividades que permiten reunir la información indispensable para conocer las tendencias de la conducta y características de la enfermedad, detectar o prever cualquier cambio que pueda ocurrir por alteraciones en los factores condicionantes con el fin de recomendar oportunamente sobre bases firmes las medidas que conduzcan a la prevención y control de la enfermedad.

Varios países de la región han venido estableciendo, de acuerdo con los recursos disponibles, sistemas de vigilancia que les permitan no sólo detectar precozmente alteraciones en la salud de las personas expuestas a plaguicidas, sino lo que es más importante, tratar de controlar los factores de riesgo existentes mediante la aplicación de las medidas correctivas necesarias. Dentro de ellos sobresalen los sistemas dirigidos a poblaciones expuestas directa o indirectamente a plaguicidas inhibidores de las colinesterasas.

Algunos de los resultados hasta ahora obtenidos son los siguientes:

- En Honduras, un estudio efectuado en 1981 en la población de una comunidad vecina a una zona arrocera en donde se efectúan rociados aéreos constantes durante todo el año, encontró que el 9.1% de la muestra de dicha población tenía una disminución del 25% o más del nivel de actividad colinesterásica.¹⁶
- En Nicaragua (Departamentos de León y Chinandega), en 1984 se vigilaron 1960 trabajadores expuestos a plaguicidas. Se encontraron valores de actividad colinesterásica inferiores al 75 % en 151 casos o sea el 8%.¹⁷

Durante 1989 a 1992, el 10% de los agricultores examinados para actividad de colinesterasa en el occidente del país (3000 pruebas anuales), presentaron valores por debajo del rango considerado normal. Otro estudio realizado por CARE en dicho periodo, comparó los valores de colinesterasa en tres grupos de expuestos; promotores, agricultores capacitados y agricultores no capacitados en el manejo integrado de plagas. Se encontró que los promotores y los agricultores capacitados mantenían valores de actividad de la enzima dentro de los rangos normales, mientras que los agricultores no

¹⁶ Honduras. Contaminación del medio ambiente. En: XXVII Reunión de Ministros de Salud Pública y XII de Directores Generales de Salud de Centroamérica y Panamá. San José, Costa Rica, 1982.

¹⁷ Cole, D.C. y col. Vigilancia de las enfermedades provocadas por plaguicidas: La experiencia Nicaragüense. Bol.Of.Sanitaria Panamericana. 105(3), 1988.

capacitados presentaron una reducción promedio de 16.7% de su valor basal, lo cual indica que éstos tenían una exposición significativamente mayor a plaguicidas inhibidores de colinesterasa que los otros dos grupos.¹⁸

3.2. Plaguicidas y alimentos:

3.2.1. Contaminación de alimentos:

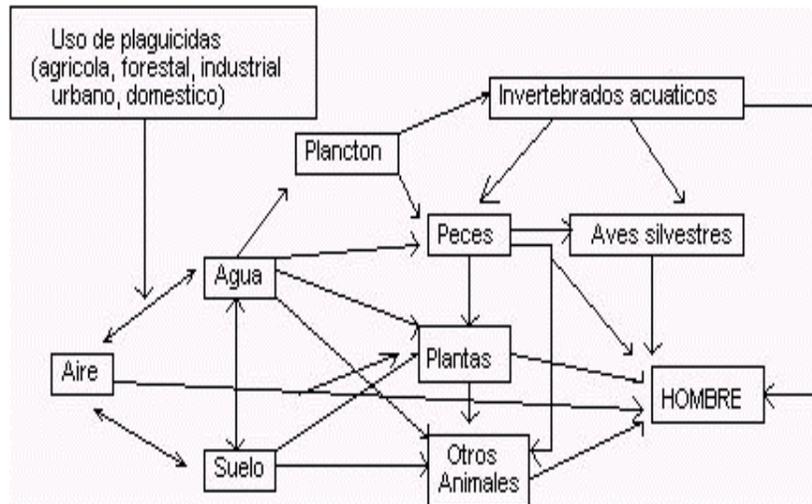
La comunidad en general se expone continuamente a los plaguicidas debido a la contaminación de los alimentos con estos productos.

Además de la bioacumulación que causan algunos plaguicidas en la cadena alimentaria, existen otras formas de contaminación de los alimentos como las siguientes:

- El uso excesivo de plaguicidas en el sector agropecuario.
- La recolección de los productos agrícolas sin esperar el intervalo de seguridad (periodo de carencia).
- La contaminación durante el almacenamiento, transporte, expendio o la preparación de los alimentos.

¹⁸ Hruska A.J., Corriols M. Integrated pest management and health: The impact of farmer training on health risk and economic returns. Book of abstracts International Conference on Pesticide Use in Developing Countries: Impact on health and environment. San José (Costa Rica), febrero 1988.

Ilustración No. 7
Distribución de los plaguicidas en la cadena alimenticia.



No hay que olvidar que la contaminación de los alimentos se presenta especialmente en las etapas finales del desarrollo de los cultivos y durante el almacenamiento de los productos agrícolas.

El tipo de plaguicida, la frecuencia en la aplicación a los cultivos y la cantidad utilizada, son factores que determinan el grado de contaminación de los productos cosechados. La frecuencia ha varado desde dos aplicaciones para el control de plagas en climas templados hasta cerca de cincuenta aplicaciones en regiones calurosas y húmedas.

Así mismo se ha observado que bajo condiciones climáticas de sequedad y calor se pueden encontrar altos niveles de residuos de productos de transformación de ciertos plaguicidas no persistentes, como por ejemplo el paraoxón que se encontró en plantaciones donde se había aplicado paratión 28 días antes.

Se puede afirmar que en la actualidad es frecuente identificar residuos de plaguicidas en los alimentos y en muchos casos se detectan concentraciones de éstos arriba de los límites de tolerancias recomendados por la FAO / OMS.

La cantidad de plaguicidas que permanecen en los productos de cosecha depende del tipo de plaguicida, de la cantidad y frecuencia de las aplicaciones, de la recolección, de la pluviosidad local y la radiación solar, que favorecen el arrastre y los diferentes procesos de degradación del ingrediente activo de cada plaguicida.

Por tal razón, todo personal del servicio de salud necesita reconocer que esta es una realidad que podría estar afectando a la población que atienden y que por lo tanto hay que mantenerla presente para fines de diagnóstico de casos.

Por tal razón se presentan estudios comparativos efectuados en diversos países de Centroamérica, para determinar residuos de plaguicidas en algunos alimentos.

- En Guatemala existe mucha información sobre residuos de plaguicidas organoclorados en leche humana. El primer estudio se realizó en 1971 encontrándose un nivel máximo de 12.2 mg/Kg de DDT, que es casi 250 veces mayor que el nivel de 0.05 mg/Kg en leche de vaca, aceptado por la FAO/OMS.

En 1979 se prohibió por completo el uso agrícola de DDT en Guatemala y como consecuencia descendió los niveles de concentración de residuos en la leche. En 1982 el nivel máximo fue de 3.37 mg/Kg, que equivalía al 36% del

valor máximo encontrado en 1974. Este valor es aún 70 veces mayor que el límite internacionalmente aceptado de 0.05 mg/Kg.¹⁹

Esto significa que la contaminación, una vez ocurrida, persiste por muchos años en el tejido adiposo o que se ha continuado usando este plaguicida en forma clandestina.

- En Costa Rica en 1981 la Oficina de Cooperación Técnica Alemana (GTZ) y la de Sanidad Vegetal, realizaron análisis de 105 muestras de productos alimenticios para detectar residuos de organoclorados, encontrando que 15 muestras tenían residuos más altos que los permitidos en la República Federal Alemana.²⁰

En 1983 y 1984 se analizaron 51 muestras de leche humana provenientes de diferentes zonas de Costa Rica, hallándose residuos de DDT total en concentraciones promedio de 1.27 mg/Kg en muestras provenientes de la costa atlántica y del pacífico y concentraciones menores en la región de la meseta central.²¹

Un hallazgo importante fue la detección de concentraciones de clorotanol en muestras de algunas hortalizas, que contenía:

El tomate	0.8 ppm
-----------	---------

¹⁹ De Campos, M. Problemas asociados con el uso de plaguicidas en Guatemala. OPS/Lucam. Seminario sobre Problemas Asociados con el Uso de Plaguicidas en Centroamérica y Panamá. San José, Costa Rica, 1987.

²⁰ GTZ. Cooperación Técnica Alemana 1982. Informe de la Oficina de Cooperación Técnica del Convenio Costarricense Alemán de Sanidad Vegetal. Costa Rica, 1988.

²¹ Castillo, L.E y Wesselling, C. Diagnóstico de la problemática de los plaguicidas en Costa Rica. Universidad Nacional Heredia, 1987.

La lechuga	0.7 ppm
El apio	13.8 mg/Kg
El culantro	0.1 ppm

Para una ensalada fresca que pueda comer una persona y que esté preparada con: 150 g de tomate, 150 g de lechuga, 20 g de apio y 10 g de cilantro, se encontró que contenía 0.432 mg de clorotaniil. Ello representa 14.4 veces la ingestión diaria aceptable (IDA) para este compuesto, respecto a la de 0.03 mg para una persona de 60 Kg de peso corporal.

En otra investigación efectuada en 1987, fueron analizadas 35 muestras de leche de vaca provenientes del área del volcán Poás. Se detectaron residuos de organoclorados (alfa – HCH, Lindano, DDT, DDE y DDD), en el 80% de las muestras.²²

Esto significa que la contaminación, una vez ocurrida, persiste por muchos años en el tejido adiposo o que se ha continuado usando este plaguicida en forma clandestina.

- En Nicaragua entre 1985 y 1986 dos laboratorios de la República Federal Alemana (RFA) tomaron muestras de peces del de Xolotlán y analizaron hígado y filetes de 30 y 34 pescados respectivamente. Los niveles encontrados de toxafeno en los hígados estuvieron entre 0.15 y 19.5 mg/Kg y en los filetes se comprobó la presencia de ese compuesto en 15 de las 34 muestras analizadas sobrepasando el nivel permitido en la RFA, en donde es de 0.04 mg/Kg.²³

²² Ruiz, D. y Rojas J. L. Residuos de organofosforados en leche de vaca. Ciencias veterinarias, 10(3):19, 1988.

²³ Pacheco F., Ministerio de Salud Nicaragua, comunicación personal, 1992.

El Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua hizo determinación de residuos de plaguicidas organoclorados en leche materna y grasa corporal de mujeres que habitan en la cuenca del río Atoya, ubicado en el departamento de Chinandega, el cual es el departamento que reporta el mayor número de casos de intoxicación aguda y en donde se cultivó el algodón entre 1950 y 1970. Se analizaron 93 muestras de grasa abdominal y 210 de leche materna en el periodo comprendido de mayo de 1994 a febrero de 1995. En todas las muestras se encontró pp – DDE y en el 74% se encontró pp – DDT. Se detectaron dieldrin, endrin y heptacloro epóxido en el 20%, 9.4% y 8.9% del total de muestras, respectivamente.

Una investigación realizada en 1997 por el Programa de Manejo de Plaguicidas (PROMAP – MARENA) para determinar los niveles de residuos de plaguicidas en alimentos frescos en varias regiones del país, encontró que el 45% de 218 muestras de tomate, sandía, repollo, chiltoma y lechuga tenían niveles por encima de los límites máximos de residuos. Los productos con mayores niveles fueron la lechuga (100%), el repollo (79.6%) y la chiltoma (41.4%).²⁴

- En el Centro de Investigación de Tecnología Nuclear de la Universidad de Panamá se realizó un estudio para determinar residuos de malation marcado con carbono – 14 en maíz y frijol. Las semillas tratadas fueron almacenadas durante 9 meses y con el tiempo los residuos totales del plaguicida disminuyeron hasta en 53% para el frijol y en 68% para el maíz. Un hecho relevante fue que el 45% del residuo se encontró en el agua empleada para la cocción. Este hallazgo tiene gran importancia porque culturalmente nuestras comunidades consumen, especialmente en el caso del frijol, el caldo junto con los granos.

²⁴ Salgado T. Resultados preliminares del estudio de residuos de plaguicidas en alimentos, FHIA PROMAP MARENA. Memorias del Congreso Nacional: Impacto de plaguicidas en ambiente, salud, trabajo y agricultura. Managua, 27 – 31 octubre 1997, p. 158-161.

En diciembre de 1987 se enviaron 5 muestras de leche materna de una región del país al laboratorio de Química Ecológica de la RFA recibiendo los resultados de 4 muestras que se detallan a continuación:

La muestra 1 contenía en mg/Kg 0.05 de PCB, 68 Toxafeno y 10 de DDE.

La muestra 2 contenía en mg/Kg 0.35 de PCB, 67 Toxafeno y 39 de DDE.

La muestra 4 contenía en mg/Kg 0.06 de PCB, 7.8 Toxafeno y 4.4 de DDE.

La muestra 5 contenía en mg/Kg 0.05 de PCB, 6.4 Toxafeno y 9.7 de DDE.

Los residuos de plaguicidas encontrados en la leche materna sobrepasan los límites permitidos en la leche de vaca por las leyes de los Estados Unidos y de la RFA (0.02 mg/Kg). En ambos países sería prohibida la venta de leche con niveles tan altos de plaguicidas.

En 1994 se realizó un muestreo y análisis de residuos de plaguicidas en alimentos cultivados en las provincias de Coclé, Chiriquí, Herrera, Los Santos y Veraguas. Se detectó que de las 229 muestras, 22 contenían residuos. De éstas, 10 presentaban niveles que eran violatorios de las normas internacionales sobre clorotalonil, ditiocarbamatos, DDT, dieldrin, HCB, endosulfán, diazinón, clorpirifós, acefato, profenofos y metomil. Algunos de estos plaguicidas (DDT, dieldrin y HCB) están prohibidos en el país.

Después de revisar los resultados de investigaciones en leche humana en diferentes países de América, podría afirmarse que, en esos países tanto la acumulación de residuos de plaguicidas en la madre, como la exposición del niño lactante son muy superiores a lo encontrado en países desarrollados de la región y que las concentraciones de DDT y sus metabolitos en muestras de leche materna procedentes de comunidades agrícolas, son más elevadas que

en las procedentes de los centros urbanos,²⁵ posiblemente debido a una mayor exposición secundaria a la manipulación de los plaguicidas, los animales y pastos a los cuales se les aplica y un consumo mayor de alimentos contaminados.

3.2.2. Riesgos de contaminación de alimentos para niños:

Se debe reconocer que los niños son más vulnerables que los adultos a los efectos tóxicos de los plaguicidas a causa de:

- Su inmadurez fisiológica
- Por encontrarse en período de crecimiento
- Porque proporcionalmente consumen mas alimentos por peso corporal que los adultos, y porque entre los alimentos que más consumen sobresalen las frutas y verduras, que contienen los más altos niveles de concentración de residuos de plaguicidas.

El Consejo de Defensa de Recursos Naturales (NRDC) de los Estados Unidos, en 1989 al evaluar 23 plaguicidas, estimó que su exposición en los niños preescolares era cuatro veces mayor que la de mujeres adultas, siendo que para algunos plaguicidas, la exposición llegó a ser 10 a 18 veces más alta en los niños que la de ellas.

El NRDC y la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos consideran que la exposición de niños preescolares a plaguicidas carcinogénicos, es totalmente inaceptable y representa un alto riesgo para la salud.

²⁵ Albert, L. Residuos de plaguicidas organoclorados en leche materna y riesgo para la salud. Bol.Of.Sanit.Panam. 91(1) 1981.

No debemos olvidar que los carcinógenos alteran el ADN e inician más fácilmente el proceso de carcinogenicidad durante periodos de rápida división celular como sucede en los infantes.

El NRDC también ha calculado que el 50% o más del riesgo de desarrollar cáncer durante la vida de una persona, se deriva del consumo de frutas contaminadas con ciertos plaguicidas carcinogénicos durante los cinco primeros años de vida.

3.2.3. Rechazo de alimentos de exportación:

El rechazo de productos de exportación por parte de los países desarrollados conlleva no solo problemas de tipo económico en el precio del producto y cierre temporal de mercados, sino también de salud pública, pues en varias oportunidades se ha reportado la comercialización de los alimentos rechazados en el exterior, dentro del mismo país exportador.

En Costa Rica durante el año fiscal de 1988, se informó de seis cargamentos de vegetales confiscados por la Food And Drug Administration (FDA), el organismo estadounidense encargado de la administración de alimentos y drogas, por contener residuos tóxicos en niveles más altos que los permitidos en el país importador o por carecer de tolerancias registradas.²⁶

En el año fiscal de 1989 fueron 17 las detenciones de cargamentos de productos agrícolas provenientes de este país²⁷ y en 1990, 31 por detectárseles metamidofós.

²⁶ GTZ. Cooperación Técnica Alemana. Informe de la Oficina de Cooperación Técnica del Convenio Costarricense Alemán de Sanidad Vegetal. Costa Rica, 1990.

²⁷ PROEXAG. Detenciones de productos agrícolas de Centroamérica en los puertos de entrada de EE.UU., en el año fiscal de 1989. Programa de la Agencia Internacional para el Desarrollo de los

La detección de metamidofós, el monocrotofós, el clorotalonil y el dibromuro de etilo (EDB) motivaron en Estados Unidos el rechazo de alimentos provenientes de Guatemala durante el año fiscal de 1990.

3.2.4. Plaguicidas y nutrición:

Es importante recordar que una dieta equilibrada contribuye a proteger en una u otra forma el organismo contra los efectos de los productos químicos. La mal nutrición puede aumentar la vulnerabilidad de nuestro organismo a diversos contaminantes ambientales. Ciertas carencias dietéticas en aminoácidos, vitaminas y minerales, pueden influir sobre el efecto tóxico de un agente químico. Estas deficiencias pueden alterar el proceso de biotransformación de las sustancias tóxicas mediante la inhibición de las enzimas microsómicas. Las deficiencias cualitativas y cuantitativas de proteínas en la dieta producen una disminución de estas enzimas, lo cual puede tener un efecto adverso en la biotransformación de los xenobióticos, al producirse sustancias más tóxicas que las originales.

Se ha demostrado que la toxicidad de varios plaguicidas suministrados por vía oral es mayor en animales mantenidos con dietas deficientes en proteínas. El paratión, por ejemplo, resulta ocho veces más tóxico en ratas bajo dieta de 3.5% de caseína que bajo la normal 26%. Igualmente se ha observado que dietas ricas en proteínas y grasas protegen contra la acción de este plaguicida y que la actividad colinesterásica es mayor en hígado y suero de ratas alimentadas con dietas que contenían mayor cantidad de caseína.

EE.UU. (USAID), para la promoción de exportaciones agrícolas. Preparado por: Program Evaluation Branch (HFC-UZ), 1989.

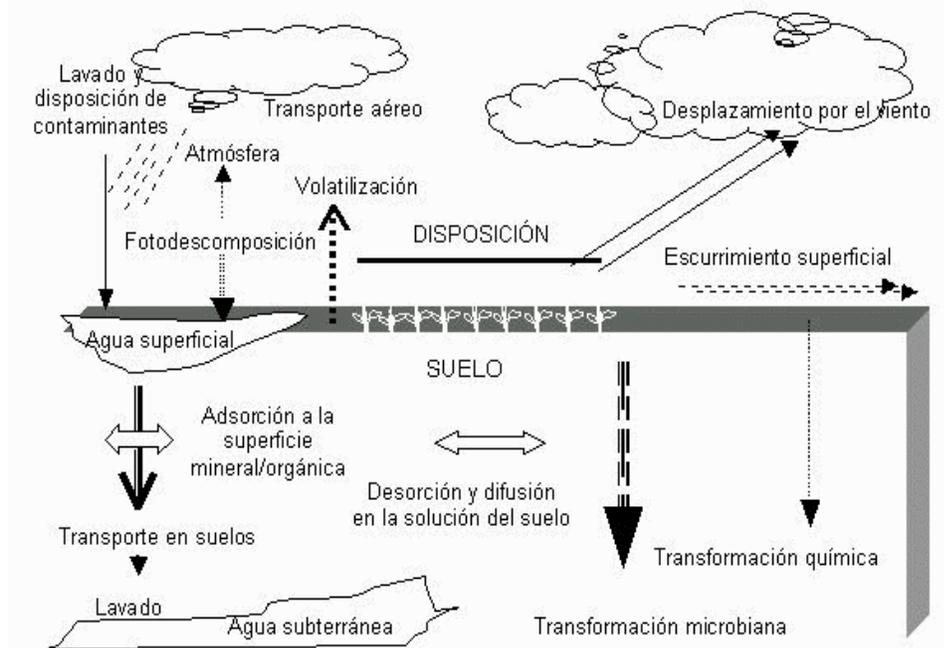
3.3. Contaminación ambiental:

3.3.1. Impacto ambiental:

Se entiende por impacto ambiental al conjunto de fenómenos naturales o antropogénicos capaces de ocasionar modificaciones sobre el ambiente o sus componentes bióticos. En el caso de los plaguicidas, en general, estos efectos son negativos y percibidos en la calidad de los componentes ambientales y sobre la salud y el bienestar de las poblaciones.

Entre las propiedades de los plaguicidas que hacen se les considere contaminantes ambientales están la toxicidad, la estabilidad y la persistencia.

Ilustración No. 8
Distribución de los plaguicidas en el ambiente



Estas propiedades son las que facilitan la contaminación de agua, suelo y aire, unidas a otros factores como los propiciados por el hombre en su afán de

dominio de la naturaleza e industrialización, tal como ocurre en las siguientes formas de contaminación:

- Contaminación del agua
- Contaminación del suelo
- Contaminación del aire²⁸

3.3.1.1. Contaminación del agua:

La contaminación de cursos y masas de agua por plaguicidas ocurre por la descarga de residuos industriales y sobrantes de agua del lavado de equipos, por su aplicación directa al agua, por el desplazamiento de plaguicidas arrastrados por las lluvias hacia los cauces, por las aplicaciones aéreas cercanas a los ríos y lagos, y por el uso indebido de estos productos como instrumentos de pesca, para mencionar solo las formas más comunes de contaminar las aguas.

3.3.1.2. Contaminación del suelo:

La evaluación del grado de contaminación del suelo por plaguicidas es de particular importancia, debido a la transferencia de estos contaminantes a los alimentos. En el caso de la ganadería, los residuos de plaguicidas organoclorados pasan del suelo al forraje y finalmente son absorbidos por los animales, depositándose en su grasa, aumentando así las concentraciones de residuos en la carne y la leche.

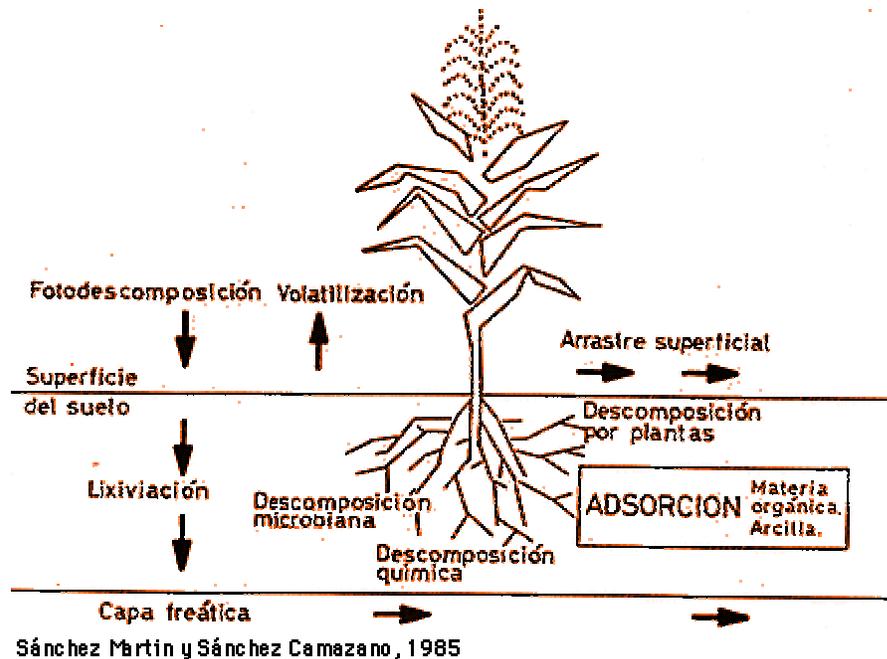
Los mecanismos que rigen la evolución de los plaguicidas en el suelo son diversos.

²⁸ Aspectos generales sobre plaguicidas y efectos sobre el ambiente. Plagsalud 2002

- Descomposición química, que tiene lugar por procesos de oxidación, reducción, hidroxilación, dealquilación, rotura de anillos, hidrólisis e hidratación.
- Descomposición fotoquímica, que se produce por efecto del espectro de luz ultravioleta de la luz solar. Las fuentes de luz y su intensidad regulan el grado de descomposición de un compuesto.
- Descomposición microbiana, la acción de los microorganismos del suelo sobre los plaguicidas es probablemente el mecanismo de descomposición más importante. Los microorganismos del suelo, bacterias, algas y hongos, obtienen alimento y energía para su crecimiento por descomposición de estos compuestos orgánicos sobre todo cuando carecen de otras fuentes.
- Volatilización, es la pérdida del compuesto en forma de vapor. Todas las sustancias orgánicas son volátiles en algún grado dependiendo de su presión de vapor, del estado físico en que se encuentre y de la temperatura ambiente.
- Movimiento, el transporte de un plaguicida en el suelo, por disolución o arrastre mecánico, se hace bajo la influencia del agua. El grado de lixiviación está influido por las características físicoquímicas del suelo, solubilidad del producto, frecuencia e intensidad de la lluvia, etc..
- Descomposición por las plantas y organismos, como consecuencia de los procesos metabólicos que tienen lugar en las plantas.

Estas distintas vías de transformación de los plaguicidas en el suelo se esquematizan en la siguiente figura.

Ilustración No. 9



En definitiva los procesos que afectan a la evolución de los plaguicidas en los suelos los podemos agrupar en:

- Procesos de acumulación (adsorción)
- Procesos de degradación (descomposición química y degradación biológica)
- Procesos de transporte (difusión, lixiviación, volatilización).

a) Procesos de acumulación. (Adsorción)

La adsorción es la interacción superficial entre un elemento o molécula (adsorbato) y una fase sólida (adsorbente). Y como resultado la molécula del plaguicida queda retenida en el suelo.

La adsorción es medida generalmente dejando reaccionar el suelo con soluciones acuosas del plaguicida en un rango de concentraciones. La cantidad de equilibrio adsorbida se obtiene por diferencia entre la cantidad añadida y la

que permanece en solución. En un rango de concentración hay a menudo una relación lineal entre la cantidad adsorbida "x" y la concentración "c" en la solución del suelo. La pendiente de la recta x/c es conocida como coeficiente de adsorción del plaguicida por el suelo usado en el experimento, y es una medida de la capacidad tampón del suelo.

La ecuación $x/c=K$, es una forma de la ecuación de Freundlich.

Podemos ver algunos valores de K en la siguiente tabla.

Tabla No. 5

VALORES DE ADSORCION COEFICIENTE (K)	
DE ALGUNOS COMPUESTOS PESTICIDAS	
PESTICIDA	K
DDT	$(1-10) * 10^4$
LINDANO	7--50
2,4-D	2
ATRAZINC	26
SIMAZINC	1--7
PARAQUAT	200--5000
Wild, A. 1993	

Para el 2,4D es muy baja, lo que implica que es débilmente adsorbido y fácilmente lixiviable, mientras que para el DDT es elevada y por tanto queda fuertemente adsorbido en el suelo.

La adsorción de plaguicidas en suelos se estudia aplicando la ecuación de Freundlich $C_s = K \times C_w$. De donde $K = C_s/C_w$.

Siendo, C_s es la cantidad de plaguicida adsorbida, C_w es la concentración de equilibrio, K (coeficiente de adsorción o de reparto) es un parámetro ajustable de afinidad.

Este K , se puede calcular en función de la contribución de los coloides orgánicos y minerales. La cantidad de plaguicida adsorbido será función de su coeficiente de adsorción y de la cantidad presente de cada componente, es decir, $C_s = C_{oc} \times f_{oc} + C_{min} \times f_{min}$, donde C_{oc} = masa de plaguicida adsorbido sobre los coloides orgánicos y f_{oc} la fracción (cantidad) de este componente. Quedando el coeficiente de adsorción de la siguiente forma:

$K = (C_{oc} \times f_{oc} + C_{min} \times f_{min}) / C_w$; donde C_{oc} / C_w = coeficiente de reparto del plaguicida entre el carbono orgánico y la solución del suelo, y C_{min} / C_w = coeficiente de reparto del plaguicida entre la arcilla y la solución del suelo. Dado que la materia orgánica actúa como el principal adsorbente de los plaguicidas, podemos simplificar $K = K_{oc} \times f_{oc}$.

Para un compuesto determinado se puede determinar en el laboratorio el coeficiente de adsorción (K_{oc}) a partir del coeficiente de reparto octanol agua (K_{oa}) del compuesto en cuestión que se define como la concentración del compuesto en n-octanol dividida por la correspondiente en agua.

Este coeficiente fue introducido por la industria farmacéutica, como un índice representativo del comportamiento de fármacos en el cuerpo, que define la distribución de estos entre el fluido acuoso corporal y la grasa. Por otra parte, también se considera que el octanol reproduce con bastante fidelidad las propiedades adsorbentes de la materia orgánica.

En general, compuestos de moléculas pequeñas y polares presentan K_{oa} bajos y tienen poca tendencia a adsorberse en suelos. Compuestos con moléculas grandes y poco polares o apolares K_{oa} elevados, presentan tendencia a adsorberse.

Para un suelo dado, plaguicidas con Koc bajos, son adsorbidos menos y por tanto más lavados que otros con Koc elevado.

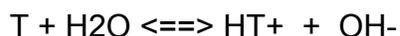
En resumen, como consecuencia del fenómeno de adsorción, las moléculas de plaguicidas se encuentran retenidas sobre la superficie de los coloides minerales y orgánicos, encontrándose en unas condiciones fisicoquímicas particulares, que son las del estado adsorbido y adquiriendo un comportamiento diferente de las moléculas en solución. La adsorción de los plaguicidas por la fracción coloidal del suelo, actúa modificando el proceso de degradación y de transporte de estos compuestos en el suelo, así como su actividad biológica para combatir los organismos a los que son destinados. Estas consideraciones tienen repercusiones agronómicas importantes que han de tenerse en cuenta a la hora de utilizarlos.

MECANISMOS DE ADSORCIÓN

Los plaguicidas quedan retenidos en el suelo al adsorberse sobre las arcillas y la materia orgánica, según los siguientes mecanismos.

- Cambio iónico

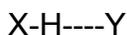
Cuando las moléculas de los plaguicidas tienen comportamiento catiónico pueden intercambiarse con los cationes inorgánicos que saturaban inicialmente la arcilla o la materia orgánica y quedan retenidas por fuerzas electrostáticas. Este mecanismo depende del pH del suelo, ya que éste influye en la carga de los minerales de la arcilla y de la materia orgánica y además el pH también afecta la carga en las moléculas de varios plaguicidas. Por ejemplo la triazina (T) se protona a bajo pH.



El catión HT^+ es adsorbido en superficies cargadas negativamente de las arcillas y materia orgánica.

- Enlace por puentes de hidrógeno o puentes de agua

Es el mecanismo principal por el que las moléculas no iónicas polares se adsorben a los minerales arcillosos y a la materia orgánica. En este enlace los átomos de hidrógeno, forman puentes entre dos átomos electronegativos.



X e Y pueden ser: O, N, F, Cl, etc.

También se pueden establecer puentes de H₂O entre la molécula de compuesto orgánico y la partícula mineral, tal como sucede en los suelos húmedos.

- Cambio de ligando

Reemplazamiento de uno o más ligandos en los complejos entre iones metálicos y el suelo.

El plaguicida actúa de agente quelatante fuerte, desplazando los ligandos que estaban previamente, como por ejemplo el agua. Así pues, el metal en esta ocasión actúa de puente en la adsorción del plaguicida.

- Enlace por transferencia de carga

Interacción que se produce cuando existe una transferencia de electrones entre un dador rico en electrones, como son muchos plaguicidas, y un aceptor deficiente en electrones, como las quinonas que existen en la materia orgánica.

- Fuerzas de Van der Waals

Los compuestos orgánicos neutros (moléculas apolares) pueden interaccionar con partículas minerales a través de débiles interacciones físicas. Para ello la molécula debe tener tamaño grande.

Las fuerzas físicas, relativamente débiles, en general, se superponen a las demás interacciones. Su importancia aumenta con el tamaño de la molécula adsorbida.

- Interacciones hidrofóbicas

Son propiedades de los compuestos: de baja solubilidad en agua, plaguicidas no polares, como los PCBs y disolventes orgánicos.

Consiste en la adsorción de compuestos de elevado coeficiente de reparto octanol agua (lipófilos) a la superficie de un adsorbente hidrófobo (ceras, lípidos, porciones apolares de sustancias húmicas). La adsorción es función de las características de la sustancia potencialmente contaminante, naturaleza de la fase sólida y del medio.

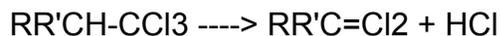
b) Procesos fisicoquímicos de degradación

- Hidrólisis

Este proceso viene determinado por la reacción de una sustancia con el agua con rotura de enlaces, y depende estrechamente del pH.

- Deshalogenación

Este proceso es común para plaguicidas organoclorados, y es una de las etapas de degradación del DDT. En general el proceso es el siguiente:



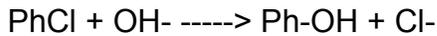
- Desalquilación

Consiste en la eliminación de grupos alquilo. Este es un proceso que se da con frecuencia en derivados de la urea, en plaguicidas triazínicos y en derivados amídicos.



- Hidroxilación

Corresponde al ataque del grupo OH-, principalmente a grupos aromáticos. Es un proceso frecuente en plaguicidas organoclorados.



- Condensación

Este proceso tiene lugar entre compuestos diferentes y en particular entre un compuesto amínico y otro ácido.



- Oxidación

Ocurre en los organofosforados al pasar el enlace P=S a P=O. También se pueden formar epóxidos a partir de compuestos con doble enlace.

- Reducción

Los procesos de reducción se concentran en la conversión del grupo nitro (-NO₂) a amino (-NH₂)

- Fotodescomposición

Esta modificación química de los plaguicidas viene producida por la interacción de la radiación solar ultravioleta y visible (240-700nm) con los enlaces y afecta especialmente a los grupos -OH,-SH, C=O, -Cl, -N=, así como a dobles enlaces, sobre todo si están conjugados. La fotodescomposición también puede tener lugar a través de sustancias fotorreceptoras (clorofilas, carotenos, y sobre todo compuestos húmicos) capaces de captar energía lumínica y de traspasarla a los plaguicidas. Los compuestos orgánicos neutros, moléculas apolares, pueden interaccionar con partículas minerales a través de débiles interacciones físicas. Para ello la molécula debe tener tamaño grande.

Las fuerzas físicas, relativamente débiles, en general, se superponen a las demás interacciones. Su importancia aumenta con el tamaño de la molécula adsorbida.

b2) Procesos microbiológicos de degradación

Son los sistemas de degradación más activos y versátiles, ya que son siempre catalizadas por enzimas y aportan energía a través de los procesos metabólicos. Los tipos más relevantes son:

- Reacciones oxidativas

Destaca el complejo MFO (Mixed function Oxidase) que convierte xenobióticos liposolubles en hidrosolubles. Uno de sus componentes, el citocromo P450, aparece en invertebrados y microorganismos.

- Reacciones de reducción

Comprenden la reducción de grupos cetónicos y nitros hasta hidroxilos y aminas respectivamente.

- Reacciones de hidrólisis

Catalizadas por las hidrolasas, afectan a reacciones como la hidrólisis de ésteres aromáticos o alifáticos, amidas etc.

- Ruptura de anillos aromáticos

Estos procesos requieren que el anillo contenga al menos dos grupos hidroxilo en posición orto- o para- que pueden ser introducidos a su vez por oxidasas.

c) Procesos de transporte

- Difusión

Es el movimiento de moléculas a causa de un gradiente de concentración. Este movimiento es al azar pero trae como consecuencia el flujo de materiales desde las zonas más concentradas a las menos concentradas. El flujo del material se expresa por el coeficiente de difusión, que depende tanto de las características de la molécula que se difunde, tamaño y temperatura (siendo mayor cuanto menos voluminosa sea y mayor sea su temperatura) como de las del medio por el cual se difunde la molécula y en concreto de su viscosidad, de tal manera que, en medios viscosos se observan valores bajos de difusión. Por ejemplo, en el aire una molécula tiene un coeficiente de difusión del orden de $10^{-5} \text{m}^2 \text{seg}^{-1}$, mientras que en medio más viscoso como el agua toma un valor de aproximadamente $10^{-9} \text{m}^2 \text{seg}^{-1}$.

Otra forma habitual de movimiento en el medio edáfico es la dispersión, mediante el cual el fluido sigue un camino tortuoso alrededor de las partículas del suelo en el que, en último término, se produce un transporte neto de material de zonas de altas concentraciones a zonas de bajas concentraciones. En líneas generales el desplazamiento del fluido y, por consiguiente, el de las moléculas de compuesto, se puede asimilar a un movimiento de tipo difusivo.

Para medir la difusión de un compuesto en el suelo hay que considerar la interacción conjunta de parámetros tales como la porosidad, el factor tortuosidad, los procesos de adsorción, la naturaleza del compuesto, etc.

- Lixiviación

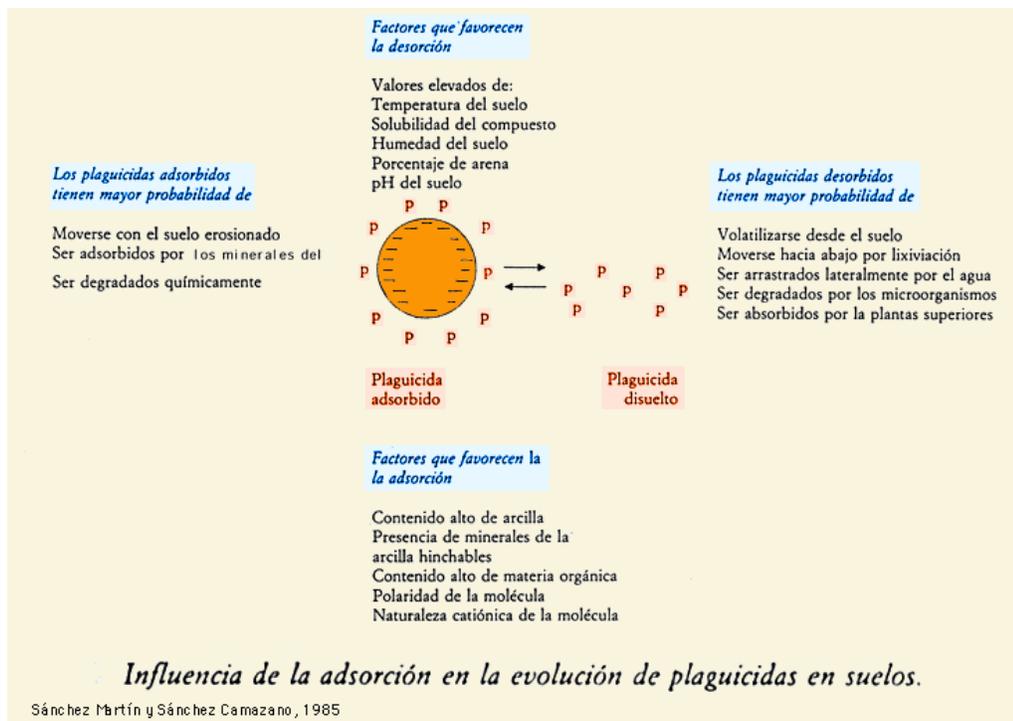
Es el parámetro más importante de evaluación del movimiento de una sustancia en el suelo. Está ligado a la dinámica del agua, a la estructura del suelo y a factores propios del plaguicida. Los compuestos aplicados al suelo

tienden a desplazarse con el agua y lixiviar a través del perfil, alcanzando las capas más profundas y el acuífero, que en consecuencia resulta contaminado.

- Evaporación

La tasa de pérdidas de plaguicidas por volatización depende de su presión de vapor, de la temperatura, de su volatilidad intrínseca y de la velocidad de difusión hacia la superficie de evaporación.

Ilustración No. 10



PERSISTENCIA:

Se denomina persistencia al tiempo que permanece el plaguicida en el suelo manteniendo su actividad biológica ($T_{1/2}$). El tiempo de degradación se mide en vida media que es el tiempo que tiene que transcurrir para que se desactive la mitad del plaguicida. Las consecuencias de la persistencia pueden ser muy importantes, dependiendo de la toxicidad del plaguicida y de su biodisponibilidad.

En la siguiente tabla podemos observar la persistencia de distintos grupos de plaguicidas en suelos.

Tabla No. 6

PERSISTENCIA DE VARIOS TIPOS DE PLAGUICIDAS

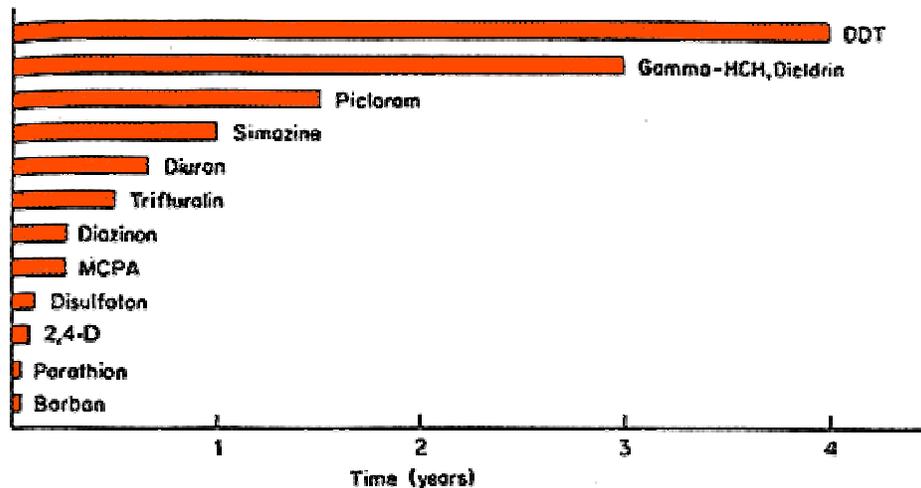
Clase	Acción	Persistencia	Proceso de degradación
Organoclorados	Insecticidas	2-5 años	Deshidrohalogenación o epoxidación
Ureas	Herbicidas	4-10 meses	Desalquilación
Ácidos benzoicos	Herbicidas	3-12 meses	Deshalogenación o descarboxilación
Amidas	Herbicidas	2-10 meses	Desalquilación
Carbamatos	Herbicidas Fungicidas Insecticidas	2-8 semanas	Hidrólisis de ésteres
Ácidos alifáticos	Herbicidas	3-10 semanas	Deshalogenación
Organofosforados	Insecticidas	7-8 semanas	Hidrólisis de ésteres

Navarrete, P. 1995

Estos datos demuestran que los plaguicidas más persistentes son los organoclorados (3 a 5 años). Los restantes van desapareciendo del suelo en un periodo inferior al año.

En la siguiente figura se representan individualmente cada tipo de plaguicida y podemos observar como el DDT es el que presenta una mayor persistencia (además, su principal producto de degradación, el DDE, es también muy persistente).

Ilustración No. 11



Persistence of pesticides in soils. From Graham-Bryce, I.J., 1981.

Sin embargo, estos valores deben tomarse sólo con carácter orientativo ya que la velocidad de descomposición y desaparición de estos compuestos está influenciada por las características propias de cada suelo.

FACTORES QUE REGULAN LA EVOLUCIÓN DE PLAGUICIDAS EN EL SUELO

Se han de considerar tanto a las características del plaguicida como las propiedades del medio en que se encuentra.

Propiedades del plaguicida

- Estructura química. Los compuestos de estructura estable son más persistentes, en concreto los organoclorados.

Las características del plaguicida que están asociadas generalmente con la mayor adsorción son:

- Alta masa molecular
- Tendencia a formar iones (+)

- Presencia de grupos químicos que incrementen la afinidad de la molécula por la superficie del suelo.

- Volatilidad

La volatilidad representa la tendencia del plaguicida a pasar a la fase gaseosa. Se mide a partir de la constante de Henry que depende de la presión de vapor en estado líquido y de la solubilidad en agua. Representa por tanto el reparto del plaguicida entre la fase líquida del suelo y la atmósfera.

Así por ejemplo, un compuesto con presión de vapor alta pero muy soluble en agua, tiene una volatilidad pequeña, ya que una solubilidad en agua elevada puede hacer que compuestos con presiones de vapor altas permanezcan en el suelo cuando hay en este agua suficiente para que se mantenga en disolución.

- Coeficiente de reparto

Se define como la relación de concentraciones de cualquier especie molecular entre dos fases (por ejemplo, en dos líquidos inmiscibles, o un líquido y un gas) en equilibrio. Esta relación se expresa mediante la ecuación:

$$K=C(\text{fase 1})/C(\text{fase 2})$$

En el caso de plaguicidas se emplea el coeficiente de reparto octanol agua (K_{oa}), que mide la hidrofobicidad (o la lipoafinidad) de un compuesto.

K_{oa} , proporciona una estimación de la posible distribución del contaminante entre el suelo (materia orgánica) y el agua.

- Solubilidad. Factor trascendente por dos razones fundamentales:

- La fase líquida del suelo es una fase acuosa, lo que condiciona la dinámica del plaguicida asociado a dicha fase.

- Los plaguicidas con mayor carácter contaminante son poco solubles en agua.

Está relacionada con la adsorción y persistencia.

Si el coeficiente de adsorción del plaguicida es pequeño, indica una alta movilidad de un plaguicida soluble.

- Adsorción. Regula la tendencia del plaguicida a quedar retenido en el suelo. Si el coeficiente de adsorción del plaguicida es pequeño, indica una alta movilidad.

- Dosis. Las dosis bajas desaparecen pronto.

- Presentación. La penetrabilidad y persistencia pueden verse influidas según sea la presentación del producto en emulsión, polvo, granulada, etc.

- pKa, pKb. Parámetros significativos para los plaguicidas que se comportan como ácidos y como bases débiles, ya que determinan el rango de pH en que se comportan como especies neutras o ionizadas.

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

- Coloides del suelo.- Los suelos ricos en coloides adsorben más fuertemente a los plaguicidas y dentro de estos a los orgánicos con más intensidad que a los minerales.

ARCILLAS

Los factores que influyen en la adsorción de los plaguicidas por los minerales de la arcilla son los siguientes:

- 1) Naturaleza del silicato. Fundamentalmente la fuerza del enlace interlaminar. Así en la montmorillonita esta fuerza es débil, las láminas permanecen débilmente retenidas, lo que permite la entrada de moléculas orgánicas en el espacio interlaminar.

Sin embargo, en la caolinita es fuerte, debido a los puentes de hidrógeno, entre oxígenos de superficie y grupos OH, la expansión se encuentra impedida, por lo que la adsorción es prácticamente imposible.

2) Densidad de carga laminar. Esta propiedad depende del grado de sustituciones isomórficas en las capas octaédricas y tetraédricas, siendo la adsorción directamente proporcional a la densidad de carga.

Montmorillonita > Illita > Caolinita.

3) Naturaleza de los cationes de cambio. Especialmente su poder polarizante, ya que las moléculas orgánicas polares pueden coordinarse a los cationes de cambio en el espacio interlaminar del silicato.

MATERIA ORGÁNICA

Materia orgánica es otro componente que actúa decisivamente en los fenómenos de adsorción de plaguicidas.

- La capacidad de cambio de las sustancia húmicas es más elevada que la de los minerales de la arcilla y tienen además una superficie específica mayor, por tanto son más activas. A mayor contenido en materia orgánica más capacidad tendrá el suelo de fijar plaguicidas.

- PH. La adsorción de ciertos herbicidas aumenta al bajar el pH. Los productos organofosforados son más persistentes en medios ácidos. Su efecto está directamente asociado al pKa del plaguicida y a las propiedades de carga variable del suelo y el potencial redox del mismo, que es la causa de ciertos procesos degradativos de plaguicidas

- Estructura y textura. Las estructuras granulares presentan una elevada porosidad y favorecen la volatilización, oxidación y transporte del plaguicida; similares resultados dan los suelos de textura gruesa.

- Microorganismos

Los microorganismos ejercen un papel fundamental en la degradación de los plaguicidas en el suelo, pero de manera más importante en los organofosforados.

INFLUENCIA DEL MEDIO

- Temperatura. La volatilización de los plaguicidas se incrementa con la temperatura, así como la metabolización de plaguicidas

- Pluviometría. La humedad favorece la degradación de los plaguicidas.

En general la humedad del suelo produce los siguientes efectos:

- Menor adsorción inicial del plaguicida
- Aumenta la difusión del producto
- Aumenta la asimilación

- Cubierta vegetal. La presencia de vegetales, sobre todo tubérculos, provoca una disminución del contenido en plaguicidas de un suelo, al asimilar estos parte de éstos productos.

- Influencia de los plaguicidas en la microflora del suelo. Los plaguicidas no solo actúan sobre las plagas, sino que afectan indiscriminadamente a todos los organismos. El efecto es una esterilización parcial del suelo, que tarda meses o años en recobrar el nivel de equilibrio climático en las poblaciones de microorganismos. Muchas veces, incluso, puede producirse la proliferación de plagas por eliminación de sus competidores naturales (Efecto boomerang).

- Incidencia sobre las propiedades del suelo. Las repercusiones sobre la propiedades físico-químicas del suelo pueden ser importantes, bien sea por

la acción sobre la microflora del suelo, o más difusa y con efectos largo plazo a las dosis normales de aplicación.

- Estimación pérdida de plaguicidas. Para estimar la pérdida de plaguicidas en suelos y la posible contaminación de aguas superficiales y subterráneas, es necesario considerar persistencia y adsorción.

Para hacer su estimación cuantitativa se requieren modelos matemáticos complejos. Existen programas de ordenador que usan parámetros referentes al lugar, suelo, cultivo, tratamientos, información metereológica, etc.

En ausencia de tal información una valoración cualitativa de contaminación potencial de plaguicida de aguas superficiales o subterráneas es posible usando los índices de adsorción y persistencia.

- Plaguicidas fuertemente adsorbidos y persistentes (Koc elevada y T1/2 también alta), permanecerá adsorbido al suelo y únicamente contaminará lagos o ríos por erosión al ser arrastrados junto con las partículas del suelo.

- Plaguicidas débilmente adsorbidos, pero persistentes (Koc baja, pero T1/2 elevada) pueden ser lixiviados a través del suelo y contaminar aguas subterráneas.

- Plaguicidas no persistentes pero con T1/2 baja, la posibilidad de contaminar aguas superficiales y subterráneas depende si las lluvias fuertes ocurren después de al aplicación plaguicida. Sin agua para arrastrarlos hacia abajo, los plaguicidas con T1/2 baja permanecen dentro de la zona biológicamente activa dentro del cultivo y pueden ser degradados fácilmente .

- Plaguicidas con valores intermedio de Koc y T1/2, pueden ser considerados seguros porque no son fácilmente lavados y son degradados bastante rápidamente.

3.3.1.3. Contaminación del aire:

Los plaguicidas que tienen alta tensión de vapor, se volatilizan con facilidad durante la operación o inmediatamente después de ella. La aplicación aérea no controlada puede ocasionar la contaminación del aire de poblados próximos a zonas agrícolas y causar intoxicaciones en las poblaciones expuestas.

3.3.1.4. Alteración de la cadena alimenticia:

El control de las especies llamadas plagas, es necesario para permitir a la industria agropecuaria obtener el máximo rendimiento de sus cultivos o explotaciones, bajo el criterio de un costo - beneficio económico y ecológico saludable. El control integrado de las plagas implica el establecimiento de varias vías:

- ✓ Prácticas culturales.
- ✓ Medidas físicas y mecánicas.
- ✓ Ordenamientos legales
- ✓ Aprovechamiento del control biológico natural o inducido.
- ✓ Resistencia genética.
- ✓ Control químico

Sin embargo lo que no deja de ser cierto es que la aplicación de plaguicidas en los suelos, provoca literalmente un envenenamiento del mismo, esta aplicación de químicos afecta adversamente la capacidad de microorganismos y otros organismos del suelo encargados de reintegrar los elementos a los diferentes ciclos biológicos (C, N, H₂O) lo cuál corta de manera tajante la circulación y reciclación de diferentes sustancias benéficas para el ecosistema.

Algunas pruebas realizadas en la ex-Unión Soviética demostraron que los procesos de descomposición asociados a la conversión orgánica y el ciclo de los nutrientes pueden modificarse mediante la aplicación de productos químicos al suelo; el estudio indicó que la composta vegetal tratada perdió tan sólo una sexta parte de su peso en relación con muestras no tratadas, debido a que la mermada población de organismos del suelo resultaba incapaz de llevar a cabo la natural descomposición de la materia orgánica.

La disminución de las poblaciones indica que la mayor parte de dichos organismos resulta gravemente afectadas. En los casos en que no se advierte ningún efecto adverso directo (el efecto del DDT y de otros plaguicidas sobre las lombrices de tierra constituye un ejemplo), los resultados nocivos pueden manifestarse en los consumidores secundarios, tales como algunas aves.

Si bien es cierto que las lombrices de tierra son inmunes incluso a concentraciones relativamente elevadas de los productos mencionados anteriormente, no lo es menos que, a su vez, almacenan y transfieren el efecto nocivo del DDT, la relación del contenido de plaguicidas en las lombrices y en el suelo alcanza proporciones de 40:1

Los desechos y subproductos de los plaguicidas son y serán cada vez más abundantes en los principales ciclos ecológicos, esto debido a las características químicas de los productos, fisicoquímicas del suelo, a la forma de aplicación entre otras causas. Existe el argumento de que los plaguicidas no resultan peligrosos en las concentraciones actuales para los consumidores situados en los niveles más bajos de la cadena alimenticia, pero, que sucede con los otros consumidores que se encuentran en niveles superiores de la pirámide alimenticia.

La concentración de plaguicidas por mencionar algunos productos químicos tiende a incrementarse a medida que se asciende en la pirámide alimenticia debido a que ciertas sustancias son almacenadas en los tejidos de los consumidores, que a su vez pueden ser presa de un nuevo predador. Además se sabe que la biomasa total utilizable como alimento desciende a medida que se asciende en la pirámide.

Al alimentarse, tanto el hombre como los animales, de plantas en las que quedan restos de plaguicidas, se introducen productos tóxicos en la cadena alimenticia. Estos compuestos, se acumulan en los tejidos del hombre y de los animales hasta alcanzar niveles peligrosos. Se ha estimado que la mayoría de los americanos tienen acumulados en sus tejidos grasos aproximadamente 6 partes por millón de residuos de pesticidas.

Cualquier material particularmente resistente o acumulable puede persistir lo suficiente para ser transferido a un nivel superior en altas concentraciones por unidad de biomasa. Las especies que se encuentran en los niveles superiores de la pirámide trófica o alimenticia son particularmente vulnerables a este tipo de “ampliación trófica o BIOACUMULACIÓN”.

Es indudable que el efecto del DDT acelera la extinción de una gran variedad de aves, entre las que se encuentran las rapaces, las cáscaras de los huevos de las aves se adelgazan hasta el punto de hacer imposible su incubación.

Otro de los grandes daños provocados al ambiente por este tipo de plaguicidas es el de adquisición de resistencia de las plagas a los químicos utilizados, lo cual provoca que cada vez se utilicen cantidades mayores de los químicos en el ambiente; sumado a los daños antes mencionados, está el de que el uso de estos químicos da como consecuencia la aparición de otra plaga

que no existía, lo cual sea quizá lo más sorprendente de estos productos, esto puede deberse a que los tóxicos destruyen a gran parte de las especies parásitas de las plagas y/o a sus depredadores naturales.

El efecto de los plaguicidas es indiscriminado. No sólo matan las plagas, sino también otras especies beneficiosas como predadores naturales e insectos parásitos, que en condiciones naturales, atacan a muchas de las especies que pueden ocasionar plagas, impidiendo así que lleguen alcanzar ese nivel. Al eliminar este equilibrio de la naturaleza, los pesticidas empeoran el problema de las plagas.

Los daños no acaban cuando ya se ha abandonado su uso. Algunos permanecen en la cadena alimentaria durante años. El DDT, el clordano y el heptacloro, por citar algunos ejemplos, se encuentran entre los más persistentes de todos los compuestos químicos, siendo detectados en los suelos más de 20 años después de su aplicación. Hay otros que se descomponen, convirtiéndose en sustancias aún más tóxicas que las originales.

Tras más de cuatro décadas de un uso cada vez mayor de plaguicidas, se ha encontrado que cerca de 500 especies de insectos son resistentes a una o varias de las cinco clases principales de pesticidas, y 17 especies son resistentes a todos los insecticidas. Asimismo, se han hecho inmunes a los pesticidas, al menos 100 especies de hongos y 48 especies de malas hierbas.

3.3.2. Resistencia de las plagas:

Otro de los problemas ambientales derivado del uso de plaguicidas y que tiene serias repercusiones sobre las posibilidades de controlar las plagas agrícolas o los vectores de enfermedades, es la resistencia.

La aplicación de plaguicidas en forma repetida o en dosis inadecuadas, propicia la selección de individuos de plagas que pueden tolerar dosis más altas que las requeridas para matar a la mayoría de la población. El fenómeno de la resistencia se conoce desde 1911 y se ha incrementado desde 1947 con la introducción y aplicación en gran escala de los plaguicidas sintéticos y ocurre en grupos tan diversos como insectos, ácaros, hongos, plantas y roedores.

La resistencia en los artrópodos ha mostrado un incremento notable. En 1965 se registraron 182 cepas resistentes; en 1968, 228; en 1977, 364 y en 1980, 432.

En Costa Rica se han detectado plagas que no responden a productos químicos antes efectivos, como el insecto *Liriomyza* a piretroides, metil paratión y metamidofós; la *Phytophthora* al metalaxil; la maleza *Echinochloa colonum* al propanil y el zancudo *Aedes aegypti* a los organoclorados y organofosforados.

Ante los problemas de resistencia en las plagas, la tendencia inmediata en el agricultor ha sido la de aumentar la concentración, incrementar la frecuencia de las aplicaciones o lo que es peor aún emplear mezclas de varios plaguicidas "Cócteles". En países del Istmo Centroamericano se llegó a practicar hasta 70 aplicaciones por temporada en el cultivo de algodón con un gasto en plaguicidas que llegó a representar entre 30 y 50% de los costos de producción.

Entre los mecanismos por los cuales se genera la resistencia pueden mencionarse el desarrollo de enzimas que biotransforman el plaguicida, modificaciones en el lugar de acción de éste o que hacen más lenta la penetración del mismo. Hay que tener presente que la resistencia de las plagas a los plaguicidas y las tendencias inmediatas que aún persisten, en algunos

agricultores, como aumentar la concentración, incrementar la frecuencia de las aplicaciones y usar mezclas “cócteles”, son factores que aumentan la contaminación ambiental y el riesgo de intoxicación.

3.3.3. Experiencias en Guatemala:

De acuerdo al Diagnóstico del Uso Actual de Plaguicidas en Guatemala (Proyecto SIGA/SICA-CCAD, Componente Guatemala, 1999) se puede indicar que las estadísticas y las bases de datos existentes no permiten hacer un cálculo exacto de la cantidad de plaguicidas que se aplican en el ámbito nacional. Por ejemplo, de los plaguicidas importados una parte son ingredientes activos que se utilizan como materia prima y se formulan en el país y otra se reexporta. Además, la parte que se queda en el país no se puede calcular por simple diferencia debido a que con la formulación su volumen cambia. A esto hay que sumar algunos ingredientes activos sintetizados en el país, de los cuales una porción es utilizada en el país y otra es exportada, lo que hace más complejo el cálculo de volúmenes reales.

Una tendencia importante en los últimos años es el aumento de la exportación de plaguicidas, principalmente hacia la región centroamericana. Del total exportado en 1995 el 63% correspondió a insecticidas, 35% de herbicidas y 2% de fungicidas. El crecimiento de los volúmenes exportados fue de un 166% en ese año, con respecto a 1991, de 166%. Situación similar se presenta con el ingreso en dólares pues este tuvo un incremento del 262% en el mismo período. En el programa del Gobierno de Guatemala para el período presidencial 1996-2000, se identificó el uso inadecuado de plaguicidas como la tercera causa más importante de la degradación de los recursos naturales de Guatemala, después de la deforestación y el uso indebido del suelo.

En lo que respecta a la incidencia de los plaguicidas en el recurso hídrico, de acuerdo con los datos obtenidos por DANIDA (1998), un estudio de las aguas superficiales de las cuencas de la costa sur reportó 38 diferentes compuestos de plaguicidas, incluidos los organoclorados y los organofosforados y piretroides.

Todos esos compuestos exceden los estándares de agua para beber de los Estados Unidos. Si se considera que más del 70% del agua que se toma en Guatemala viene de agua superficial y que no hay ningún tratamiento para extraerle posibles residuos de plaguicidas, es de suponer que una parte de los guatemaltecos se hallan expuestos a tomar agua con residuos de plaguicidas que exceden las normas de los países europeos. Otro estudio realizado en las aguas del lago de Amatitlán utilizadas para consumo humano, por parte de FAO/IAEA/SIDA (1996), indica la presencia de volumen de piretroides cipermetrina que exceden el DL50 para la trucha algunos casos, porque pescadores inescrupulosos tiran plaguicidas al agua para matar los peces.

Las consecuencias en el suelo y los organismos que viven en él, de acuerdo con Castañeda y Castañeda (Plaguicidas en Guatemala - Uso, Impacto Ambiental y Alternativas. Guatemala, MAGA, USAID. 1993), son complejas debido a las numerosas interacciones entre las fases líquida y gaseosa del suelo, y los componentes bióticos y abióticos que se relacionan con él. Se ha estimado que un 50% de los insecticidas aplicados al follaje llegan al suelo, Esta cifra puede ser mayor cuando se utilizan sobredosis. A esto hay que sumar los insecticidas y nematicidas que se aplican directamente al suelo. La permanencia de los plaguicidas en el suelo está muy ligada a su resistencia a la inactivación. La mayoría de los datos existentes consideran a los organoclorados como los causantes del efecto residual en el suelo; sin embargo, también hay otros grupos químicos que pueden mostrar una gran persistencia. Varios estudios indican que algunos insecticidas organofosforados

y sus productos de degradación pueden ser tan persistentes como el Aldrín. Los compuestos inorgánicos como el arsénico, el mercurio, el plomo y el cobre utilizado en las fincas cafetaleras, también tienden a ser muy persistentes. Así mismo, productos como el Paraquat pueden permanecer durante mucho tiempo en el suelo sin sufrir modificaciones, debido a su fuerte fijación a las partículas de minerales y de materia orgánica presentes en el suelo.

El impacto del uso inadecuado de plaguicidas en la salud humana en Guatemala está subregistrado. El IGSS y el MSPAS, que son los responsables de registrar los casos de intoxicación por plaguicidas, indican que las estadísticas oficiales subestiman el número de los que se presentan. El Instituto Guatemalteco de Seguridad Social cuenta con datos ininterrumpidos desde 1972, mientras que el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social tiene datos incompletos de todos estos años. En promedio las estadísticas de las dos instituciones reportan 1100 casos de intoxicación anualmente. Sin embargo, de acuerdo con PLAGSALUD, en realidad pueden estar entre 11,000 a 30,000 debido a que muchos no se reportan.

Entre las razones por las cuales los reportes son bajos está que la gente sólo acude a los centros hospitalarios cuando se presentan síntomas graves de intoxicación. Pero cuando son apenas dolores de cabeza, irritación de los ojos o la piel, temblor de manos y piernas, por lo regular no se asocian a intoxicación por plaguicidas.

En conclusión, la contaminación de los alimentos se presenta especialmente en las etapas finales del desarrollo de los cultivos y durante el almacenamiento de los productos agrícolas. La cantidad de plaguicidas que permanecen en los productos de cosecha depende del tipo de plaguicida, de la cantidad y frecuencia de las aplicaciones, de la recolección, de la pluviosidad

local y la radiación solar, que favorecen el arrastre y los diferentes procesos de degradación del ingrediente activo de cada plaguicida.

Los niños son más vulnerables que los adultos a los efectos tóxicos de los plaguicidas a causa de su inmadurez fisiológica, por encontrarse en período de crecimiento y porque proporcionalmente consumen mas alimentos por peso corporal que los adultos, y porque entre los alimentos que más consumen sobresalen las frutas y verduras, que contienen los más altos niveles de concentración de residuos de plaguicidas.

Una dieta equilibrada contribuye a proteger en una u otra forma el organismo contra los efectos de los productos químicos.

Entre las propiedades de los plaguicidas que hacen se les considere contaminantes ambientales están la toxicidad, la estabilidad y la persistencia. Estas propiedades son las que facilitan la contaminación de agua, suelo y aire, unidas a otros factores como los propiciados por el hombre en su afán de dominio de la naturaleza e industrialización.

4. IMPLEMENTACIÓN DE CRITERIOS PARA EL MANEJO DE PLAGUICIDAS ORGANOCOLORADOS.

4.1. Características generales:

En este grupo se incluyen los plaguicidas cuya estructura química corresponde, en general, a la de hidrocarburos clorados aromáticos, aunque algunos de ellos contienen otros elementos, como oxígeno y azufre. Dentro de los compuestos organoclorados más conocidos se encuentran el DDT, metoxicloro, hexaclorociclohexano (HCH), aldrín, endosulfán y canfeclor.

El HCH fue sintetizado por Faraday en 1825, pero no fue sino hasta 1940 que se descubrió la capacidad insecticida de uno de sus isómeros. El DDT fue sintetizado en 1874 por Zaidler; se utilizó como insecticida durante la segunda Guerra Mundial, para el control de piojos y otros insectos que ponían en peligro la salud de las tropas.

Dentro del grupo de organoclorados pueden distinguirse cinco subgrupos:

a) Derivados de hidrocarburo aromáticos:

- DDT, DDE ó DDD
- Dicofol
- Metoxicloro
- Clorobencilato

b) Derivados de hidrocarburos alicíclicos:

- Lindano (Isómero Gamma)

c) Derivados de hidrocarburos ciclodiénicos:

- Aldrín
- Dieldrín
- Endrin
- Endosulfán
- Mirex
- Clordano
- Heptacloro

d) Derivados de hidrocarburos terpénicos:

- Toxafeno

Estos productos se presentan en forma de concentrados emulsionables, polvos humectables o polvos y gránulos, en concentraciones variables. A algunos de ellos se les agrega estabilizantes, tales como epiclorhidrina y urea.

Los organoclorados son poco solubles en agua, estables a la luz solar, a la humedad, al aire y al calor, lo que los hace bastante persistentes en el medio ambiente. Como consecuencia de esto, muchos países permiten su uso exclusivamente en campañas de salud pública para combatir insectos vectores de enfermedades de importancia epidemiológica, como la malaria y el dengue. Otros países han prohibido o restringido su uso.

En los países en donde se han utilizado estos compuestos, todavía es frecuente encontrar residuos de ellos en los alimentos, principalmente en los de origen animal debido a que son muy estables en el ambiente, algunos nombres genéricos y comerciales de plaguicidas organoclorados pueden ser:

Tabla No. 7
ORGANOCOLORADOS MAS UTILIZADOS

NOMBRE GENERICO	NOMBRE COMERCIAL
Heptacloro	Clorahep
Aldrín	Aldrite, Drinox
Clordano	Chlordan
Clordecona	Kepone
DDT	Clorofenotano
Dieldrín	Dieldrite
Endrin	Hexadrin
Hexaclorociclohexano	BHC
Lindano	Isotox, Gamma BHC, HCH
Mirex	Declorano
Endosulfán	Thiodan
Toxafeno	Toxakil, Strobane-T

Fuente: Organoclorados, Incap / OPS 1999

4.2. Toxicocinética de los compuestos organoclorados:

4.2.1. Vías de absorción:

En la Toxicocinética los plaguicidas organoclorados pueden ingresar al organismo a través de los sistemas digestivo y respiratorio. En el caso del DDT, cuando se encuentra disuelto en grasas animales o vegetales aumenta su absorción en gran medida.

4.2.2. Mecanismo de acción sobre el organismo:

La principal acción tóxica de los organoclorados la ejercen sobre el sistema nervioso, interfiriendo con el flujo de iones a través de las membranas

de las células nerviosas, aumentando de esta forma, la irritabilidad de las neuronas. Son, además inductores enzimáticos. El DDT y análogos prolongan el tiempo de apertura de los canales de Na⁺. El Lindano, el toxafeno y los ciclodienos inhiben el flujo de cloro regulado por el ácido gamma amino butírico (GABA). Los organoclorados, a diferencia de los organofosforados y los carbamatos, no inhiben las colinesterasas.

4.2.3. Biotransformación:

Los organoclorados son sustancias poco solubles en agua, cuando ocurre una exposición súbita la sangre se satura rápidamente, debido al proceso de filtrado que efectúa el glomérulo, para luego ser reabsorbidos por el túbulo renal (debido a su membrana liposoluble). Como consecuencia de esta saturación, los organoclorados se acumulan en los tejidos grasos, pudiendo causar intoxicación crónica.

Si una mujer embarazada se intoxica, el feto se ve también afectado, ya que los organoclorados atraviesan la barrera placentaria. El recién nacido se ve aun más afectado por la lactancia materna, por que esta es una importante vía de excreción.

El metabolismo de los organoclorados se lleva a cabo lentamente en el hígado por acción de las enzimas microsomales, a través de mecanismos de oxidación y conjugación, transformando así a las moléculas liposolubles en hidrosolubles que si pueden ser eliminadas por el riñón.

De manera especial, el DDT, el DDE, los ciclodienos, el Mirex y el Kepone son capaces de inducir dichas enzimas, que también metabolizan algunas drogas. Cuando a la persona se le ha administrado, por cualquier

causa, alguna droga que se metabolice por esta vía y se intoxique por organoclorados, el metabolismo de estos últimos será aun más lento.

4.2.4. Excreción:

Estos plaguicidas se eliminan lentamente, a través de la bilis, heces, orina y la leche materna.

4.3. Toxicodinámica de los compuestos organoclorados

4.3.1. Vías de absorción:

En Toxicodinámica los organismos organoclorados pueden ingresar al organismo por medio de la piel, en este caso el grado de penetración depende también del tipo de compuesto organoclorado del que se trate. En el ejemplo del DDT es poco absorbido por la piel, mientras que los drines (Aldrin, Endrin, etc.) lo hacen con mayor rapidez, y en mayor proporción.

4.3.2. Mecanismo de acción sobre el organismo:

Se presenta de la misma manera que en la Toxicocinética.

4.3.3. Biotransformación:

La biotransformación Toxicodinámica es similar a la Toxicocinética.

4.3.4. Excreción:

Las vías de excreción son la bilis, orina, heces y leche materna.

4.4. Efectos crónicos:

En general el cuadro de la intoxicación crónica por plaguicidas organoclorados se caracteriza, por anorexia, adelgazamiento, signos polineuríticos, alteraciones hepáticas, trastornos del ritmo cardiaco, lesiones oftalmológicas tales como conjuntivitis alérgica, blefaritis, angiopatía de la retina y otros.

Algunos plaguicidas y metabolitos de este grupo (Aldrín, dieldrin, heptacloro, clordano, DDT, DDE, DDD, el toxafeno y los Isómeros alfa, beta y gamma del hexaclorociclohexano) tienen efecto carcinogénico en animales de laboratorio, en los cuales inducen tumores de hígado, tiroides, pulmón y otros órganos.

Estos plaguicidas han mostrado no ser mutagénicos en una amplia variedad de sistemas de prueba, aunque el DDT presenta un ligero efecto clastogénico. El lindano en dosis elevadas causa aberraciones cromosómicas en cultivos de leucocitos. El mirex y la clordecona han sido identificados como teratógenos potenciales en animales.

5. MEJORAS PARA LA DISMINUCIÓN DE LOS EFECTOS GENERADOS POR EL MAL MANEJO DE PLAGUICIDAS EN LA SALUD Y EL AMBIENTE

5.1. Mejoras en el control y uso de plaguicidas:

5.1.1. Conocimiento de normas y reglamentos sobre plaguicidas:

La prevención de riesgos en el manejo de plaguicidas es uno de los temas fundamentales desde el punto de vista de la salud. Se sabe que han ocurrido gran número de envenenamientos en todas las etapas comprendidas desde la síntesis hasta el uso y desecho final de los plaguicidas. Hoy en día, la mayoría de los países del mundo poseen alguna reglamentación oficial sobre las pruebas, producción, formulación, transporte, compra y venta, uso y desecho de plaguicidas. La uniformidad internacional en estos aspectos cuenta con el apoyo de Organismos Internacionales como: la OMS, la FAO, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), GIFAP y otras organizaciones similares, sin embargo, aun persisten las diferencias. En algunos países, la reglamentación es forzosa y en otros puede ser voluntaria. En general, la legislación es mas avanzada que su puesta en práctica y, por lo tanto, aunque exista buena reglamentación en algunos países diariamente ocurren numerosos envenenamientos que podrían haberse evitado. No son raras las intoxicaciones por plaguicidas que ocurren por hacer caso omiso de las recomendaciones de precaución o por mal uso.

La legislación sobre el control de plaguicidas es inevitablemente compleja, debido a las innumerables maneras en que estos productos pueden afectar al ser humano en su salud y bienestar y al ambiente. Los envenenamientos accidentales y ocupacionales con plaguicidas, así como los riesgos potenciales debido a la contaminación ambiental relacionada con su uso, se han convertido en un problema de máxima importancia para las

autoridades, en particular para las encargadas de proteger la salud pública. Existen pocos programas nacionales dedicados a informar, verificar y cuantificar las intoxicaciones en seres humanos, por plaguicidas así como sus efectos residuales.

Muchos países reglamentan la venta y la distribución de los plaguicidas. En este proceso, las autoridades solicitan al productor que presente información relacionada con los posibles efectos nocivos, tanto para el hombre como para su ambiente. Tomando como base esta información se debe prohibir o restringir la disponibilidad de algunas o de todas las formulaciones de plaguicidas, de acuerdo con el riesgo potencial que presenten para el hombre o su ambiente vital.

Las leyes que controlan la importación, registro y manejo de plaguicidas pueden diferir considerablemente pero todos los países deben apegarse a ciertas reglas básicas. Todos los que intervienen en la formulación, expendio, transporte y el uso de plaguicidas, deben conocer los riesgos relacionados con esta actividad.

Por lo tanto, ni los plaguicidas ni otras sustancias tóxicas deberán confiarse a personas no entrenadas para hacerlo ni a aquellas que por su inmadurez, enfermedad mental, hábito de beber o enfermedades, sean incapaces de seguir las instrucciones de seguridad en el manejo de dichos productos.

A pesar de todos los esfuerzos que se han hecho para prohibir y restringir la disponibilidad de los compuestos altamente tóxicos, por descuido llegan a lugares a los que tienen acceso los niños y con bastante frecuencia causa envenenamientos.

Hay que recordar que tan importante como la emisión de normas en materia de seguridad de plaguicidas es el garantizar su adecuado cumplimiento.

La legislación sobre plaguicidas debería comprender aspectos generales, laborales, ambientales y de salud relacionadas con los siguientes aspectos:

- Registro y uso
- Producción y formulación
- Prohibiciones o restricciones
- Etiquetado
- Almacenamiento, distribución y transporte
- Prescripción del plaguicida por profesionales competentes
- Aplicación
- Periodos de reingreso
- Intervalo de seguridad
- Disposición de desechos y envases
- Sanciones por incumplimiento a las normas
- Valores límites permisibles de plaguicidas en aire, agua y suelo
- Clasificación toxicológica
- Residuos de plaguicidas en alimentos
- Notificación obligatoria de las intoxicaciones
- Normas sobre higiene, seguridad y medicina del trabajo en expuestos
- Vigilancia epidemiológica (activa y preventiva)
- Información y capacitación a la población que trabaja con plaguicidas y a la comunidad general

En lo posible, deberá existir un código único para plaguicidas que incluya todos los aspectos antes mencionados y aquellos otros propios de cada país. Esto evitaría la superposición de competencia y las omisiones.

Tabla No. 8
CUADRO DE LA OMS DE LA CLASIFICACIÓN DE LOS PLAGUICIDAS POR SU GRADO DE PELIGROSIDAD

CATEGORÍA TOXICOLÓGICA Y COLOR DE LA BANDA	SÍMBOLO PICTOGRÁFICO PARA CADA CATEGORÍA	DL ₅₀ AGUDA (RATA): mg de formulación por kg de peso corporal			
		Vía oral		Vía cutánea	
		Sólido	Líquido	Sólido	Líquido
Ia. Extremadamente peligroso (Color rojo)	(Dibujo de una calavera con huesos cruzados) MUY TÓXICO	5 ó menos	20 ó menos	10 ó menos	40 ó menos
Ib. Altamente peligroso (Color rojo)	(Dibujo de una calavera con huesos cruzados) TÓXICO	5 – 50	20 – 200	10 – 100	40 - 400
II Moderadamente peligroso (Color amarillo)	(Dibujo de una X grande) DAÑINO	50 - 500	200 – 2000	100 - 1000	400 – 4000
III Ligeramente peligroso (Color azul)	CUIDADO	500 - 2000	2000 – 3000	Más de 1000	Más de 4000
IV (Color verde)	PRECAUCIÓN	Más de 2000	Más de 3000		

Fuente: FAO. Guidelines on Good Labeling Practice for Pesticides, Roma 1995.

5.2. Educación sobre el uso y manejo seguro de los plaguicidas:

5.2.1. Educación al fabricante (formulador):

La prevención de riesgos en la etapa de fabricación o producción está relacionada con siete grandes aspectos que son:

- Diseño de la planta y los procesos de producción
- Ubicación física contando para ello con las regulaciones nacionales
- Prevención de accidentes tecnológicos
- Riesgos y exigencias derivadas de los procesos de trabajo (mapa de riesgos)
- Control de la contaminación ambiental derivada del proceso productivo
- Tratamiento de los desechos
- Capacitación del personal de las empresas formuladoras y productoras sobre el perfil de riesgos y exigencias en las condiciones y medio ambiente de trabajo en los diferentes procesos de trabajo

La formulación de un plaguicida debe diseñarse de tal manera que el ingrediente activo puede llegar a su sitio de acción en la plaga, al aplicarse de una manera específica.

Sin embargo, hace mucho tiempo que se reconoció que las formulaciones influyen sobre el riesgo y esto se incorporó a la clasificación de plaguicidas recomendada por la OMS. Generalmente se acepta que los líquidos son más peligrosos que los sólidos y, que entre los líquidos, las soluciones penetran la piel con mayor facilidad que las suspensiones.

La severidad de la penetración por la piel depende de la toxicidad del material activo y de la de otros componentes de la formulación, ya que algunos disolventes facilitan la absorción por esta vía y otros no. Por consiguiente, lo

que determina el grado real de peligrosidad es la toxicidad de un producto formulado y no solo la del ingrediente activo. En la práctica también es de suma importancia la calidad de una formulación ya que, por ejemplo, en el caso de los polvos dispersables en agua, una mala formulación con frecuencia tapa las boquillas. Al suceder esto es necesario detener la aspersion, localizar la obstrucción y destapar. Si este procedimiento se hace en forma inadecuada puede representar un riesgo para el operador. Ciertas formulaciones contienen componentes sumamente corrosivos y pueden corroer partes delicadas del equipo, lo cual es muy frecuente en la práctica. Esto causa fugas en el equipo y, en consecuencia, aumenta las posibilidades de contaminación ambiental y de las personas que trabajan con estos plaguicidas.

5.2.2. Educación al transportista:

Los plaguicidas son productos químicos venenosos, por lo que su transporte es reglamentado por las leyes como tales. Los plaguicidas se deberán transportar únicamente en vehículos adecuados que garanticen la seguridad del chofer, de los usuarios del vehículo y del público en general. Por ningún motivo deben transportarse conjuntamente plaguicidas con alimentos, forrajes, bebidas o medicamentos, vestuario o utensilios destinados a contener alimentos, para evitar esto hay que inspeccionar los vehículos que han transportado plaguicidas, no utilizándolos para otro fin si no han sido previamente descontaminados lavándolos con abundante agua y jabón. Por la dificultad para descontaminar los vehículos con piso de madera no se deberán transportar plaguicidas allí o hacerlo con plataforma adicional. El vehículo debe llevar en algún lugar visible el rótulo “Peligro – Plaguicidas”, indicando además los nombres de las sustancias que se transportan además no hay que dejar el vehículo en que se transportan mal estacionado con acceso al público y sin vigilancia. Los vehículos deben llevar cubierta para protección de la carga del sol y la lluvia.

Algo muy importante en el transporte de los plaguicidas son los recipientes, estos no deben estar desprovistos de rótulos o etiquetas y si cuentan con estas deben de ser legibles y encontrarse en buen estado. Los recipientes deben manejarse de tal forma que se eviten golpes fuertes que los puedan romper y/o derramar su contenido, por lo que nunca deben transportarse sin tapa y deben de ir bien sujetos para evitar daños durante su transporte o su caída a la carretera con posibilidad de contaminación. En el caso de que sean líquidos los plaguicidas que se transportan deben ir en posición vertical, bien sujetos y con pocas presiones externas. Los plaguicidas tienen una mayor seguridad mientras se utilizan los recipientes originales, por lo que hay que evitar el trasvase a recipientes comunes.

5.2.3. Educación al expendedor:

La distribución de plaguicidas también esta reglamentada por ello, en la mayoría de los países la venta y distribución de plaguicidas que pertenecen a la clase Ia y Ib de la OMS, se limita a personas preparadas adecuadamente para manipularlas y que están registradas ante una autoridad competente. Debe existir un registro de ventas. También se debe restringir la edad de los compradores. Ningún tipo de plaguicida debe ser vendido a personas menores de edad o con minusvalia mental. El expendio y distribución de los plaguicidas siempre se deben hacer en envases bien etiquetados. El comprador de un producto es responsable de su manejo y uso correcto, de acuerdo con las instrucciones escritas en la etiqueta.

Como los expendedores almacenan una cantidad considerable de plaguicidas se recomienda que construyan una bodega con materiales resistentes al fuego con paredes que soporten no menos de una hora y puertas 45 minutos, además de ponerlas en áreas con poco sol y distantes de viviendas de humanos, moradas de animales o corrientes de agua para consumo humano

o irrigación. Estas sustancias siempre deberán estar en locales fríos, secos, bien ventilados, pero con pocas ventanas, con piso de concreto no liso y sin drenajes, a no ser que éstos conduzcan a un tanque con una disposición adecuada. Las puertas deben ser amplias y abrir hacia fuera, cerca del local debe de existir una toma de agua.

Nunca se debe almacenar plaguicidas en áreas que puedan inundarse y dicha área deberá estar destinada únicamente para los plaguicidas, si el área donde se guardan va a ser utilizada para otro propósito deberá ser descontaminada previamente. En dichas bodegas hay que tomar las medidas necesarias para que solo ingrese el personal mínimo necesario autorizado y nunca niños ni mujeres embarazadas.

Antes de almacenar los plaguicidas lea cuidadosamente las instrucciones de cada producto, pues, algunos pueden ser afectados por calor o frío extremos, colóquelos siempre en sus recipientes originales y protéjalas las etiquetas, almacenando solo la cantidad requerida y nunca cerca o junto a comida o bebida para consumo humano o animal.

Entre las precauciones de almacenamiento que debe tener el expendedor esta el no guardar herbicidas con otros plaguicidas, ya que estos son muy volátiles y se evaporan rápidamente contaminando el medio, así como atender las siguientes recomendaciones:

- Coloque en la puerta de la bodega rótulos visibles con frases como “Peligro – Almacén de Plaguicidas”
- Instale extintores portátiles y asegúrese que el personal sepa utilizarlos. Los detectores de humo y equipos automáticos de control de incendio deberán instalarse cuando el volumen lo requiera y se deberán probar periódicamente

- Si los extintores pesan más de 40 libras deberán estar ubicados a una altura máxima de un metro, si su peso es inferior podrán colocarse a 1.50 metros
- Procure retirar los plaguicidas necesarios en un solo ingreso al local al comienzo de la jornada, y devolver los no utilizados en otra entrada al concluir la labor
- Mantenga actualizado el inventario de los plaguicidas existentes indicando su localización y tiempo de ingreso
- Coloque en un lugar visible los números de teléfonos que puedan servir en caso de una emergencia tales como: médicos, centros de intoxicaciones, bomberos, policía, etc.
- De ser posible instale un sistema de comunicación por radio
- Remueva cualquier fuente de ignición
- El área de almacenamiento debe ser amplia, limpia y con señalización adecuada
- Mantenga un a lista de las sustancias almacenadas en un local independiente
- Siga el principio: “Lo primero que entro debe ser lo primero que sale”, para evitar almacenamientos prolongados
- Mantenga una práctica adecuada en el apilamiento según el tipo de empaque metálicos, plásticos, papel, etc.
- Mantenga disponible materiales absorbentes en caso de un derrame, tales como aserrín, tierra, arena y arcilla
- Limpie los derrames inmediatamente
- Nunca envase pequeñas cantidades de plaguicida no empleado en recipientes para bebidas o medicinas
- Verifique periódicamente el estado de los recipientes
- Si un recipiente se encuentra roto, vierta el plaguicida en otro que se encuentre en buen estado

- Mantenga en sitios especiales jabón, toallas, duchas y lavaojos de seguridad

5.2.4. Educación al usuario:

Cada formulación de plaguicidas posee sus propiedades, usos, riesgos y limitaciones básicas. Un buen conocimiento de estas características permitirá que los usuarios obtengan mejores resultados y reduzcan tanto el riesgo como las consecuencias de una intoxicación o contaminación con estos productos.

Al operador se le deben dar a conocer el tipo de material que aplicará y los riesgos que corre él, así como otros trabajadores y las plantas y los animales benéficos con su uso. Antes de usar el plaguicida se debe organizar un programa de capacitación para los aplicadores y antes de cada aplicación se les debe prevenir sobre los peligros y cuidados que deben tener.

El uso por muchos años de algunos de los productos de menor peligrosidad sin efectos adversos o accidentes, puede llevar a algunos trabajadores a ser descuidados en el cumplimiento de las medidas de precaución cuando usan materiales más tóxicos. La capacitación de los operadores en el uso correcto de los plaguicidas forma la primera línea de defensa contra el riesgo. Ellos, al igual que el empresario y el supervisor, deben comprender el riesgo de sus actividades y deben saber cómo evitar la sobre exposición. Para capacitar a los operadores se necesitan supervisores bien capacitados, tanto en los procedimientos de campo que permitan una seguridad de los trabajadores, como en el uso de técnicas audiovisuales para transmitirlos.

Siempre que se contrate personal se le debe instruir sobre cómo lograr la higiene personal, la limpieza y el lavado de la ropa y equipo y los procedimientos que debe seguir en un caso de contaminación accidental.

Durante el periodo de capacitación y aún durante los simulacros de operación, el personal debe usar el equipo protector indicado; todos los que estén incapacitados físicamente para estas labores deben ser asignados a otras de menor riesgo.

La empresa, mediante sus mandos gerenciales y medios, deberá propiciar las condiciones y medio ambientes de trabajo confortables y seguros para sus trabajadores, garantizando una salud y seguridad que les permita una mayor productividad.

Los programas de información sensibilización y capacitación sobre los plaguicidas, deben estar dirigidos a todo el personal de la empresa, gerentes, mandos medios y empleados.

En este tema hay que insistir en que sé esta trabajado o manipulando un plaguicida, que es un veneno por lo que el usuario puede intoxicarse o peor aun, puede morir. Por lo que resulta importante asegurarse de que en realidad se necesita usar un plaguicidas, ya que existen métodos alternativos para combatir plagas tales como, el manejo integrado de plagas (MIP) y la agricultura orgánica; Sin embargo si considera necesario utilizarlo nunca lo haga si no tiene etiqueta o que ésta sea ilegible o esté en mal estado, ya que hay que leerla cuidadosamente para saber cuales son sus componentes activos y los posibles antídotos a la hora de tener un contacto inadecuado con estos tóxicos. Al leer una etiqueta debe de asegurarse de dos cosas, la primera de entender muy bien lo que dice la etiqueta y la importancia de ello, y segundo debe

comprender bien el significado de los símbolos y colores de las etiquetas, si no se está seguro, es mejor que se pregunte.

El empleo masivo de plaguicidas químicos se acompaña de otro problema importante: Cómo efectuar la disposición adecuada de los residuos de plaguicidas y recipientes. Antes de seleccionar la mejor forma de atender esa situación es necesario precisar el tipo, cantidad y toxicidad de los desechos que se manejan.

Idealmente los plaguicidas se deberían usar para los fines que fueron elaborados, pero, desafortunadamente, en la mayor parte de situaciones quedan remanentes o recipientes contaminados que hacen necesario pensar en la disposición correcta de los mismos.

La gran mayoría de plaguicidas se envasan en recipientes no retornables que se convierten en propiedad y, a la vez, en responsabilidad del comprador. Algunos envases son muy atractivos, y pueden representar un gran peligro si son mal utilizados. Cuando estos recipientes se emplean para almacenar agua, alimentos o como utensilios de cocina, surgen brotes de intoxicación que podrían haberse evitado.

La limpieza adecuada de un recipiente de plaguicida para lograr su utilización segura es una tarea prácticamente imposible.

La eliminación de los plaguicidas sobrantes presenta problemas aun mayores. Se pueden evitar excedentes de plaguicidas al comprar y utilizar paquetes del tamaño óptimo para una operación de control de plagas en particular y mezclando justamente la cantidad requerida para esa aplicación. Grandes cantidades de plaguicidas no utilizados se pueden acumular durante muchos años por mala planificación, entregas tardías, administración deficiente

del almacén, etc.; en este caso su desecho puede crear problemas con las autoridades correspondientes. Las opciones más importantes que se ofrecen para la disposición adecuada de los remanentes de plaguicidas (bajo asesoría y supervisión técnica calificada), son:

- Considere si el plaguicida puede utilizarse para otro de sus usos recomendados
- Devuelva al proveedor o casa productora: Esta solución es aplicable a todos los tipos de plaguicidas sin discriminación de cantidades.
- Biodegradación en el suelo: Algunos plaguicidas son biodegradables a través de la acción de microorganismos y procesos físico – químicos naturales. Se da en condiciones aerobias o anaerobias.
- Entierro: Es una opción práctica y recomendable cuando se manejan pequeñas cantidades de plaguicidas sólidas. Se deben tomar todas las medidas necesarias para evitar la contaminación de los mantos freáticos.
- Incineración: Es muy útil para grandes cantidades de plaguicidas. Un incinerador de alta temperatura debe tener en la llama de 900 a 1200°C, garantizar un tiempo de retención de mínimo 10 segundos y un sistema de control de la contaminación. La quema abierta de plaguicidas no es recomendada, pues la temperatura alcanzada de 500 a 700°C, no es suficiente para la destrucción de estas sustancias y pueden producirse sustancias aún más tóxicas.
- Tratamiento químico: Se transforma el plaguicida a una sustancia menos tóxica, para luego darle una disposición más segura. El tratamiento con álcalis como el óxido de calcio o hidróxido de sodio es recomendado para pequeñas cantidades de plaguicidas.

Algunas formas de disposición de desechos de plaguicidas pueden ser:

Tabla No. 9

TRATAMIENTO DE PLAGUICIDAS DE DESHECHO

PLAGUICIDA	DISPOSICION DE DESECHOS
Aldicarb Carbofuran Paratión	Biodegradación aerobia
Endrin Glifosato Maneb	Biodegradación anaerobia
Paraquat DDT Malation Carbaril Zineb Clorinados	Incineración a: 592 – 613°C 500 – 850°C 650 – 715°C 678 – 724°C 690 – 840°C 900 – 1100°C
Carbaril Carbofuran Fenitrotion Kepone	Alcalinización con óxido de calcio o hidróxido de sodio
Metamidofos	Acidificación con ácido muriático
Clorpirifos	Oxidación con hipoclorito de sodio o hipoclorito de calcio
Aldrín (pequeñas cantidades) Cipermetrina (pequeñas cantidades)	Entierro

Fuente: Diagnostico, tratamiento y prevención de intoxicaciones agudas causadas por plaguicidas. Agrequima. 3ra edición.

Con el fin de proteger a los trabajadores y a todas las personas que transitan, viven o trabajan cerca de los campos con cultivos tratados, y que de una u otra forma tienen contacto con plaguicidas, luego de su aplicación en el campo se restablecen normas para el periodo de reingreso, el cual corresponde al número de días que deben transcurrir entre la aplicación de un plaguicida en un cultivo y el reingreso de cualquier persona al área tratada sin equipo de protección personal. Por lo anterior deben colocarse rótulos claros y visibles, prohibiendo el paso a personas no autorizadas, en todos los puntos de entrada a los campos o plantíos recién fumigados. Estas normas deben contemplar también las aplicaciones domésticas y de otro tipo, y no solo las aplicaciones agrícolas.

Además del periodo de reingreso hay que contemplar el de carencia o intervalo de seguridad, que consiste en la determinación del número de días que debe transcurrir entre la última aplicación del plaguicida y la recolección de la cosecha. Igualmente puede establecerse este periodo para el sector pecuario entre la última aplicación en el ganado y la matanza o el próximo ordeño.

5.2.5. Educación a la población en general:

Considerando que la comunidad especialmente la del área rural, son quienes están más directamente expuestos a los efectos negativos de los plaguicidas, les corresponde una gran responsabilidad orientada básicamente hacia el auto cuidado de la salud y hacia la prevención de la contaminación de su entorno.

Lo que se debe de recomendar en cualquiera de los casos a la comunidad en general puede ser lo siguiente:

- Asegurarse de la existencia real de una plaga en los cultivos cercanos, ya que esto puede determinar el uso o no de algún plaguicida específico
- Si existen otras formas de control de plagas que no sean los plaguicidas químicos
- Por ningún motivo aceptar plaguicidas reenvasados en envases de consumo popular, tales como los de aguas gaseosas, refrescos, leche y otros, pues han ocurrido bastantes casos de intoxicaciones, a veces fatales, por esta causa
- No utilizar los plaguicidas de uso agrícola en el hogar o el jardín, ni mucho menos para tratar dolencias o contagios de las personas
- Hay que recordar que no siempre el plaguicida más tóxico es el mejor

La población en general debe ser informada y sensibilizada para que no utilicen los plaguicidas agrícolas de uso en las plantaciones para combatir plagas de insectos y roedores en la casa o el jardín, ni mucho menos para combatir enfermedades o contagios en las personas, tales como dolores de muela, parásitos, sarna, alergias de la piel, hongos, etc.

Es importante considerar que todo plaguicida por su acción biocida, puede matar cualquier tipo de vida, incluyendo la humana. Por lo que no se debe permitir la exposición directa principalmente a niños y mujeres embarazadas dejando el producto fuera de su alcance, enseñándoles a atender los avisos de advertencia, tales como: “Peligro. No entre. Área tratada con plaguicidas”.

5.3. Mejoras en los factores de producción agrícola:

5.3.1. Mejoras en la economía por el uso adecuado de plaguicidas:

Los efectos de los plaguicidas en la economía son crecientes y pueden ser positivos o negativos, según se manejen estos químicos. En 1996 se destinaron un poco más de 69 millones de dólares en importarlos. Una parte de lo importado es materia prima para hacer formulaciones y otra se exporta.

Debido a la devaluación de la moneda nacional frente al dólar ha habido un incremento de los precios de importación que ha variado hasta en un 20% en los últimos años.

Una de las consecuencias en la economía es la detención de furgones de productos agrícolas que hace en los Estados Unidos la Administración de Alimentos y Drogas (FDA). Entre 1989 y 1992, 674 furgones con productos agrícolas guatemaltecos fueron detenidos por presentar residuos de plaguicidas. Entre esos productos se encuentran el melón, la arveja china, la fresa, el brócoli, el fríjol, la mora y el ejote francés. Los residuos de plaguicidas encontrados fueron: Vinclozolin/EDB, Metamidofos, Acefate, Pirimifos-metil, Profenfos y Clorotalonil. En 1992 el valor estimado de pérdidas por esas detenciones fue de \$ 9,614,621.00.

Actualmente en el país hay alrededor de 20 empresas dedicadas a la producción de café orgánico certificado, además de otros cultivos como hortalizas, ajonjolí, especias y plantas medicinales, y en menor escala, cereales. Existen aproximadamente 20 grupos de pequeños agricultores que agrupan casi 10,000 productores, en su mayoría de café, que comercializan y exportan su producto hacia Europa.

Considerando estos hechos hay que destacar el uso adecuado de los plaguicidas, ya que al dar el periodo de carencia o intervalo de seguridad (consiste en la determinación del número de días que debe transcurrir entre la última aplicación del plaguicida y la recolección de la cosecha) requeridos se evitara que los países importadores con normas rigurosas de seguridad e higiene detengan los productos en las aduanas por presentar niveles no aceptados de plaguicidas o bien residuos.

Otro punto muy importante es que cuando un plaguicida no se almacena correctamente, se deteriora, lo que causa pérdidas económicas a su dueño y aumenta los riesgos de contaminación ambiental y a la salud de las personas ya que a veces, durante el almacenamiento se forman productos de mayor toxicidad. A fin de disminuir los problemas causados por el almacenamiento, es conveniente comprar únicamente las cantidades suficientes para satisfacer las necesidades inmediatas.

Tomando en cuentas estos aspectos se puede tener una mejora económica al evitar el desperdicio o el uso desmedido, que solo hace incurrir en gastos innecesarios, ó bien incurrir en sanciones que van en detrimento de los agricultores.

5.3.2. Mejoras en la industria estimulando la investigación

En nuestro medio faltan estudios continuos sobre los efectos e impactos del uso de plaguicidas en los seres vivos, el suelo, el agua y el aire. En el ámbito institucional, la información estadística sobre plaguicidas es deficiente, existiendo un porcentaje de Subnotificación de intoxicaciones por plaguicidas del 80% (en 1977); un 30% (puede ser más) de subregistro de distribuidores no autorizados, y 35% en los casos de trasvase.

En 1997, el mayor número de casos de intoxicaciones agudas reportadas al IGSS, correspondió al cultivo de caña, con casi 80 casos, seguido por el cultivo del café, con 50 casos. En términos globales, en 1997 se reportaron 460 casos de intoxicaciones agudas.

El sector educativo, público y privado, y las Universidades deben fortalecer los programas de educación ambiental en el uso seguro de plaguicidas químicos, y disminución de los impactos a la salud humana y a los ecosistemas derivados de su uso, haciendo los estudios correspondientes.

La participación ciudadana es muy baja, en los niveles que les corresponde dentro del proceso de registro de plaguicidas. No se han ratificado convenios internacionales como ICP (Informe de Consentimiento Previo), el cual es un sistema internacional para el intercambio de información sobre plaguicidas y químicos industriales que han sido prohibidos o severamente restringidos. El ICP se encuentra actualmente en un proceso de transición que lo convertirá de voluntario a obligatorio. Sin embargo, las instituciones relacionadas (MAGA, IGSS, MSPAS) no le han dado la divulgación necesaria. A través del ICP, un país puede decidir no permitir la importación de una de estas sustancias, y los países exportadores de plaguicidas deben respetar esta decisión.

Los Ministerios de Agricultura, de Salud, y las Organizaciones Internacionales, tales como OPS/OMS, FAO, OIT, las ONG y proyectos regionales como MASICA, PLAGSALUD y DANIDA deben coordinar y centrar sus esfuerzos en la creación de un Sistema de Vigilancia Epidemiológica, en la investigación, la participación ciudadana y la educación comunitaria, y en el fortalecimiento de la legislación.

5.3.3. Mejoras en el ambiente por la reducción de efectos

El Ministerio de Agricultura, el Ministerio de Salud y el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social deben establecer un Sistema permanente de Vigilancia y Monitoreo sobre el impacto de los plaguicidas en seres vivos, suelo y agua. Este Sistema podría ser de Vigilancia Epidemiológica, y reduciría el porcentaje de subregistros en casos de intoxicación.

El uso inadecuado de los plaguicidas causa severos daños al ambiente: Destrucción de enemigos naturales benéficos; incremento de la resistencia de organismos-plaga a los plaguicidas; intoxicación de animales domésticos; daño y muerte de abejas, aves, peces y mamíferos; efectos no calculados en microorganismos, suelo y agua superficial y subterránea; así como daños a otros cultivos.

Entre las soluciones técnicas que se han discutido y se proponen como lineamientos estratégicos para solucionar el problema ambiental del sector, están:

El manejo integrado de plagas (MIP). De acuerdo con la definición de la FAO (Castañeda y Castañeda, 1993) este consiste en "un sistema de manejo de plagas, que considerando el ambiente circundante y la dinámica de las poblaciones de las especies plaga, utiliza todas las técnicas y los métodos apropiados en la forma más compatible, para mantener las poblaciones de las plagas a niveles inferiores a aquellos que causan daño económico".

Debido al aumento en los costos de producción, a causa de la utilización creciente de plaguicidas, el MIP ha adquirido un mayor auge. Las instituciones más involucradas son la Asociación Nacional del Café (ANACAFE), el Centro Nacional de Investigación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA), el Programa para el Manejo de la Mosca del Mediterráneo (MOSCAMED), el Instituto de

Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), las ONG y otras. Ha sido muy importante el aporte técnico y financiero del Integrated Pest Management Collaborative Research Support Program (IPM-CRSP). Dentro del pensum, al nivel de técnico y universitario, en las carreras agrícolas se imparten cursos sobre el manejo integrado de plagas.²⁹

Entre los principales beneficios del MIP está la reducción del uso de plaguicidas tóxicos, la protección del ambiente al permitir una dinámica natural de las poblaciones de las plagas y la disminución de los costos de producción sin un mayor detrimento en la producción y rendimiento de las cosechas. Según datos disponibles, en brócoli, arveja china y tomate los costos totales se reducen de un 10% a un 15% debido al menor gasto en insumos químicos.³⁰

No obstante, hace falta más trabajo sistemático para introducir más ampliamente el MIP y hacer campañas de educación para su mayor uso.

La agricultura ecológica u orgánica. Según las normas certificadoras de la Unión Europea, la agricultura orgánica es una forma de producción basada en la salud, la fertilidad, la conservación y el mejoramiento del suelo, con uso apropiado de la energía, de la diversidad vegetal y animal, y de técnicas e insumos benéficos al ambiente y que contribuyen al desarrollo sostenible. La agricultura ecológica es un sistema de producción que integra aspectos agronómicos, económicos, ecológicos y sociales. Utiliza insumos agrícolas naturales que mantienen la diversidad biológica, así como la fertilidad y la salud del suelo.

El auge que ha tomado esta alternativa agrícola, junto con los beneficios integrales que encierra, llevaron en 1997 a la subcomisión de Agricultura

²⁹ (Heer y García, 1997)

³⁰ (DANIDA, 1998).

Ecológica de la Asociación Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales (AGEXPRONT) a proponer un anteproyecto de ley sobre la "Agricultura Ecológica Procesamiento y Comercialización de sus Productos" que tiene como objetivo normar el uso de los recursos en la producción, el procesamiento, la comercialización y el sistema de control de productos ecológicos, que aseguren satisfacer su demanda tanto nacional como internacional. Este proyecto aun no ha sido aprobado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA, pero se espera que así sea para tener una herramienta legal que ayude a fomentar estas alternativas productivas.

En los últimos años, la agricultura ecológica ha cobrado importancia en el ámbito nacional debido a tres factores según señalan Heer y García (1997):

- A. Movimiento de conservación de los recursos, sostenibilidad y ambiente; tendencias hacia el consumo de productos naturales, como resultado de una mayor preocupación por la salud de ser humano y mejores precios en los mercados locales e internacionales.
- B. En el ámbito nacional, varias instituciones han incorporado dentro de sus actividades el desarrollo y promoción de la agricultura ecológica, en especial las no gubernamentales. Entre ellas resaltan el Centro Mesoamericano de Tecnología Apropriada (CEMAT) y Alternativa Tecnológica (ALTERTEC).
- C. En el ámbito internacional hay instituciones que tienen a cargo la cobertura de la certificación de cultivos de producción ecológica, como Organic Crop Improvement Association (OCIA), NATURLAND, BCS OKO Garantie, Oregon Tilt y Mayacert.

También se considera ambientalmente saludable la eliminación de subsidios gubernamentales a los agroquímicos, y la regulación de las donaciones de plaguicidas.

5.3.4. Mejoras en la salud:

Las mejoras en la salud se pueden dar mediante:

- El uso adecuado del equipo de protección humano en los campos de cultivo
- Respetando los periodos de reingreso los cuales corresponden al número de días que deben transcurrir entre la aplicación de un plaguicida en un cultivo y el reingreso de cualquier persona al área tratada sin equipo de protección personal
- Respetando los periodos de carencia o intervalo de seguridad, ya que hay que determinar el número de días que debe transcurrir entre la última aplicación del plaguicida y la recolección de la cosecha para evitar que esta contenga aún residuos del plaguicida utilizado
- Evitando el uso de plaguicidas no permitidos por su peligrosidad y toxicidad
- Evitando el contacto con la piel, los ojos y las vías respiratorias

Siguiendo estos y cualquier otro consejo, podemos disminuir las afecciones de salud relacionadas con plaguicidas mejorando nuestro nivel de vida.

CONCLUSIONES

1. Las actividades fumigadoras, bien en la agricultura como en jardines, son un foco de contaminación grave, gratuito y absurdo. La falta de conocimientos sobre los venenos que se usan contra hormigas, pulgones, topos, plagas, etc., que proliferan por hacer plantaciones erróneas, es aterradora.
2. Frutas y verduras que antes sólo se podían comprar en determinadas estaciones, ahora están disponibles todo el año, y con igual calidad. Por otro lado, la apariencia, el color, la frescura, saltan a la vista, sin un rasguño, ni un agujero, ni rastro de parásitos indeseables. Todo esto, es gracias a los plaguicidas y fungicidas. Se ha llegado a un punto, en que parece que la producción agrícola mundial depende completamente de la fumigación química de las cosechas, para que estas salgan adelante.
3. A la contaminación del aire y del agua, debemos añadirle a nuestra dieta diaria, el veneno de unos alimentos que antaño eran los más saludables.
4. Para disminuir los efectos acumulativos de los plaguicidas en la salud y el ambiente es necesario conocer el adecuado uso de estas sustancias, así como sus características químicas y el manejo apropiado para no tener contacto con las mismas, evitando así la absorción irreversible de estos venenos en el suelo, el agua y el hombre.
5. Guatemala no basa únicamente sus criterios de regularización en una normativa, ya que elige la que mejor se adapte a nuestro medio y para ello se vale del uso de las más conocidas en el ámbito mundial, tales como las (EPA) de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, las Europeas entre otras.

RECOMENDACIONES

1. En todo el mundo, los agricultores han demostrado que se puede escapar de la trampa de los plaguicidas; que es posible disminuir de forma significativa, incluso eliminar por completo, el uso de pesticidas y al mismo tiempo mantener o aumentar el rendimiento de los cultivos y su rentabilidad, así como su calidad. Para ello, utilizan una variedad de métodos alternativos para la agricultura y el control de plagas que son a la vez seguros para el medio ambiente y económicamente viables. Al combinar diferentes técnicas ecológicas que utilizan procesos naturales, los agricultores pueden impedir que las poblaciones de las especies que podrían ocasionar plagas, se desarrollen hasta esos niveles.
2. Por lo que se recomienda el cambio de una agricultura dependiente de productos químicos a una agricultura ecológica sostenible, ya que es la única vía para resolver los graves problemas de contaminación por pesticidas, debido al uso excesivo de fertilizantes químicos y elevado consumo de agua ocasionados por las actuales prácticas agrícolas.
3. Son muchas las técnicas ecológicas de control de plagas que han probado ser eficaces: el introducir y preservar algunas especies beneficiosas de insectos, la rotación y diversificación de cultivos de un año a otro, los cambios en las técnicas de labranza, la selección de variedades de plantas resistentes, la siembra en períodos del año en los que no haya peligro de que la cosecha sea atacada por plagas cuando crezca, y el simple hecho de sembrar los cultivos en el clima apropiado. Estos métodos son más seguros, más eficaces y baratos que el uso de millones de toneladas de compuestos químicos al año.
4. Prestar atención en el control y uso de los plaguicidas, mediante inspecciones para comprobar que no se utilicen pesticidas prohibidos y se

cumplan las normas estipuladas por el fabricante, guardando los periodos de seguridad y usándolos en los cultivos para los que son fabricados.

5. Vigilar que los contenedores donde han sido depositados los productos químicos, que deben ser retirados por empresas especializadas y tratados como “residuos tóxicos”, ya que muchos de estos contenedores e incluso su contenido, son vertidos ilegalmente en vertederos clandestinos o a los cauces de los ríos y mares sin ningún control.
6. Informar a los agricultores que emplean de forma directa por ellos mismos los plaguicidas, del daño que les puede ocasionar el producto por contacto o inhalación, aconsejándoles lo practiquen con trajes especiales y mascarillas por su propia seguridad.
7. Vigilar a las empresas químicas para que no usen como “laboratorios”, campos de cultivos con destino a la venta comercial.
8. Control de los “aviones fumigadores”, ya que en ocasiones descargan los plaguicidas en cultivos a escasos metros de la población, con el grave peligro de envenenar a numerosas personas, bien por el efecto del aire que traslada los pesticidas a las casas, o por la fumigación directa a las personas o niños que estén paseando por caminos.
9. Abogamos por una agricultura biológica, limpia y nutritiva. Exijamos al comprar en la tienda, productos tratados de forma natural. Sabemos que las alternativas existen, están ahí; sólo hace falta voluntad y un poco de sentido común.

BIBLIOGRAFIA

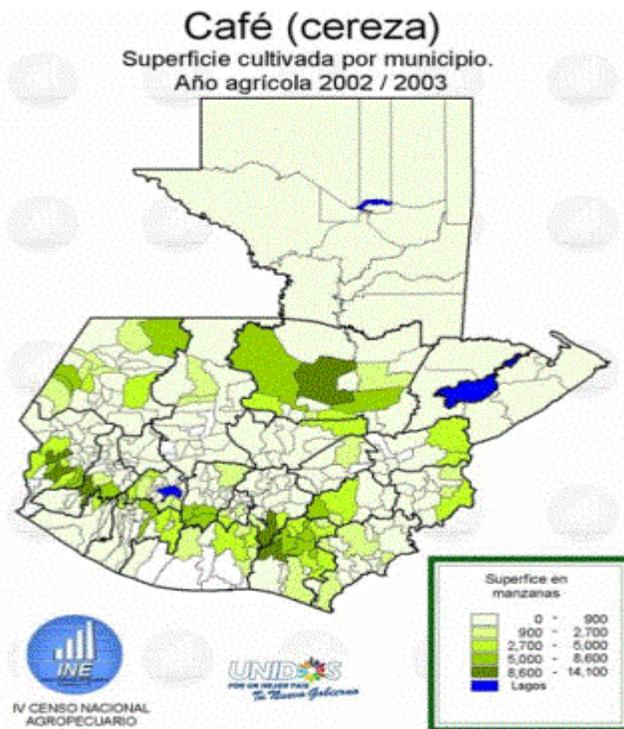
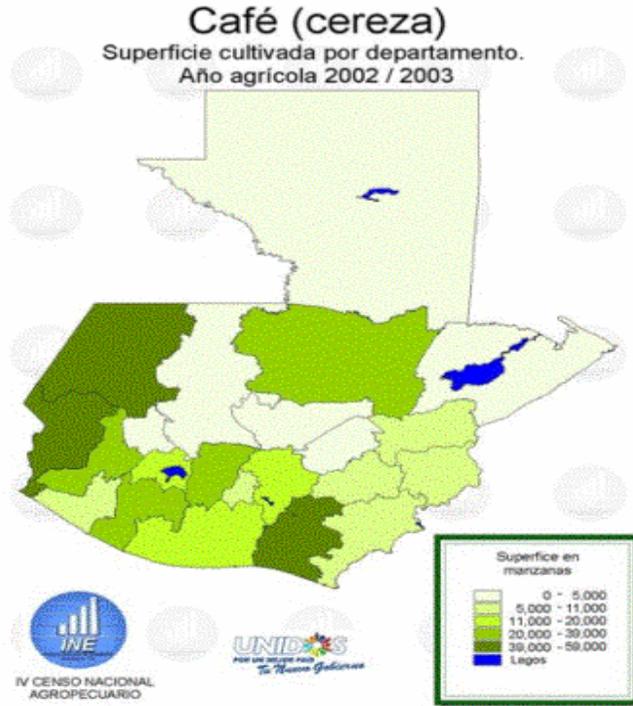
1. FAO. International code of conduct on the distribution and use of Pesticides. Rome, Food Agriculture Organization of the United Nations. 28 pp. 1986.
2. Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología (ICAITI). Seminario regional sobre uso y manejo de los plaguicidas en Centroamérica. Guatemala City. Guatemala, 261 pp. 1978.
3. WHO. Urban vector and pest control: eleventh report of the WHO Expert Committee on Vector Biology and Control. Geneva, World Health Organization (WHO Technical Report Series No. 767), 1988.
4. Panups. Global pesticide market grows in 1996. Pesticide Action Network North America Updates Service (March 17, 1997).
5. Albert, L. Plaguicidas y salud en América Latina. México, 1990.
6. Patiño, H.A. de y col. 1994. Estudio epidemiológico clínico de las intoxicaciones registradas en los principales hospitales de la República de Panamá durante el año 1993. Base Bibliográfica PLAGPA (Centro de Documentación OPS), Panamá, 1995.
7. Arreaga H. (Guatemala). Comunicación personal vía Internet, octubre 1997.
8. Arias F., et al. Estudio sobre políticas fitosanitarias en Honduras. Tegucigalpa: mimeografiado, 1997.
9. Zúñiga P.A., Ruiz, E.N., Hernández, M. Intoxicaciones más frecuentes en pacientes del Hospital Rosales, período junio 95, mayo 96. San Salvador: Hospital Nacional Rosales, 1996.

10. Honduras. Contaminación del medio ambiente. En: XXVII Reunión de Ministros de Salud Pública y XII de Directores Generales de Salud de Centroamérica y Panamá. San José, Costa Rica, 1982.
11. Cole, D.C. y col. Vigilancia de las enfermedades provocadas por plaguicidas: La experiencia Nicaragüense. Bol.Of.Sanitaria Panamericana. 105(3), 1988.
12. Hruska A.J., Corriols M. Integrated pest management and health: The impact of farmer training on health risk and economic returns. Book of abstracts International Conference on Pesticide Use in Developing Countries: Impact on health and environment. San José (Costa Rica), febrero 1988.
13. GTZ. Cooperación Técnica Alemana 1982. Informe de la Oficina de Cooperación Técnica del Convenio Costarricense Alemán de Sanidad Vegetal. Costa Rica, 1988.
14. Castillo, L.E y Wesselling, C. Diagnóstico de la problemática de los plaguicidas en Costa Rica. Universidad Nacional Heredia, 1987.
15. Ruiz, D. y Rojas J. L. Residuos de organofosforados en leche de vaca. Ciencias veterinarias, 10(3):19, 1988.
16. De Campos, M. Problemas asociados con el uso de plaguicidas en Guatemala. OPS/Lucam. Seminario sobre Problemas Asociados con el Uso de Plaguicidas en Centroamérica y Panamá. San José, Costa Rica, 1987.
17. Pacheco F., Ministerio de Salud Nicaragua, comunicación personal, 1992.
18. Salgado T. Resultados preliminares del estudio de residuos de plaguicidas en alimentos, FHIA PROMAP MARENA. Memorias del Congreso Nacional: Impacto de plaguicidas en ambiente, salud, trabajo y agricultura. Managua, 27 – 31 octubre 1997, p. 158-161.
19. Albert, L. Residuos de plaguicidas organoclorados en leche materna y riesgo para la salud. Bol.Of.Sanit.Panam. 91(1) 1981.

20. GTZ. Cooperación Técnica Alemana. Informe de la Oficina de Cooperación Técnica del Convenio Costarricense Alemán de Sanidad Vegetal. Costa Rica, 1990.
21. PROEXAG. Detenciones de productos agrícolas de Centroamérica en los puertos de entrada de EE.UU., en el año fiscal de 1989. Programa de la Agencia Internacional para el Desarrollo de los EE.UU. (USAID), para la promoción de exportaciones agrícolas. Preparado por: Program Evaluation Branch (HFC-UZ), 1989.
22. www.ine.gob.gt
23. Internet.

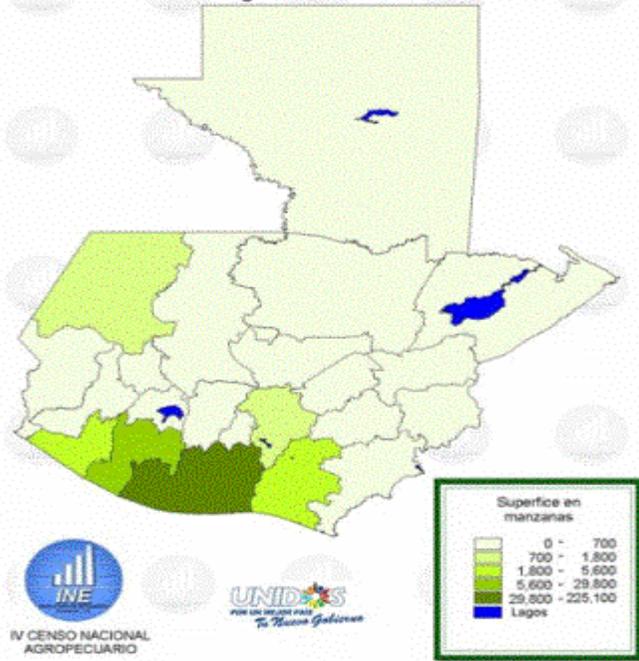
ANEXOS

MAPAS DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS DE GUATEMALA EN SUPERFICIE CULTIVADA POR DEPARTAMENTO Y MUNICIPIO



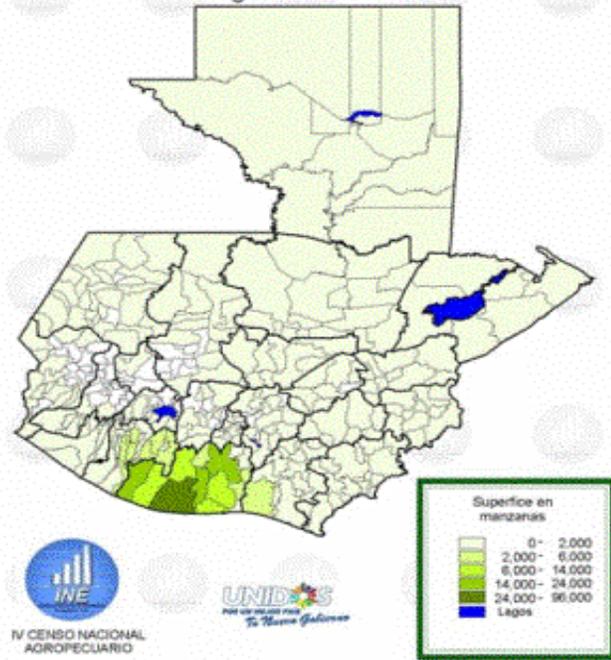
Caña de azúcar

Superficie cultivada por departamento.
Año agrícola 2002 / 2003



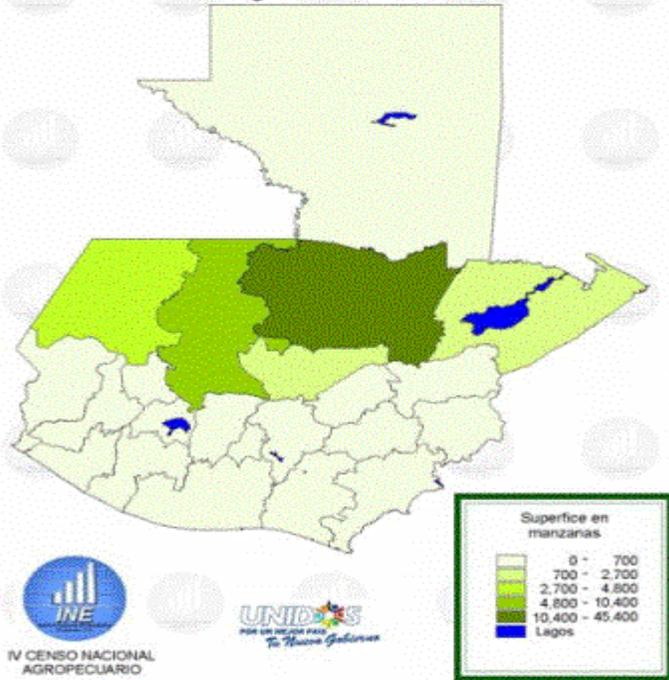
Caña de azúcar

Superficie cultivada por municipio.
Año agrícola 2002 / 2003



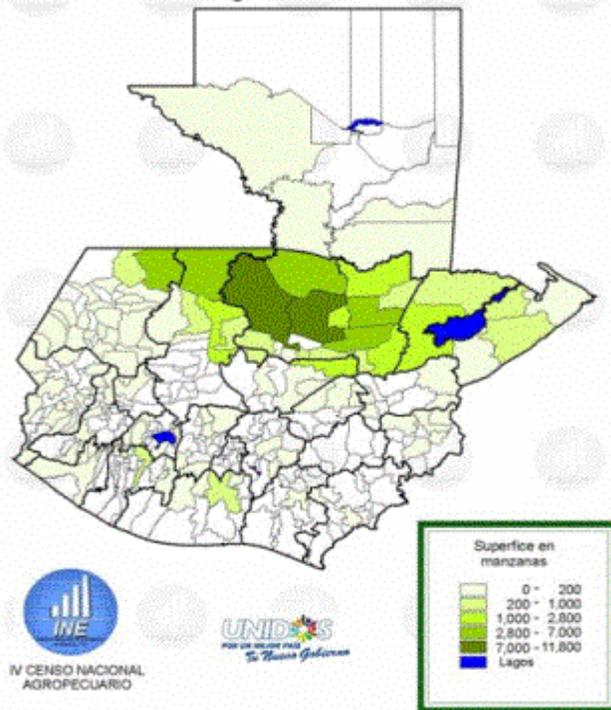
Cardamomo (cereza)

Superficie cultivada por departamento.
Año agrícola 2002 / 2003



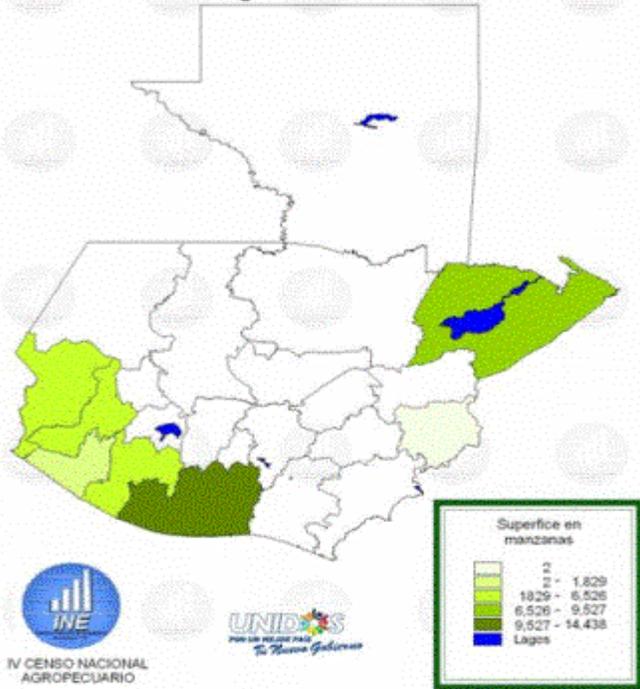
Cardamomo (cereza)

Superficie cultivada por municipio.
Año agrícola 2002 / 2003



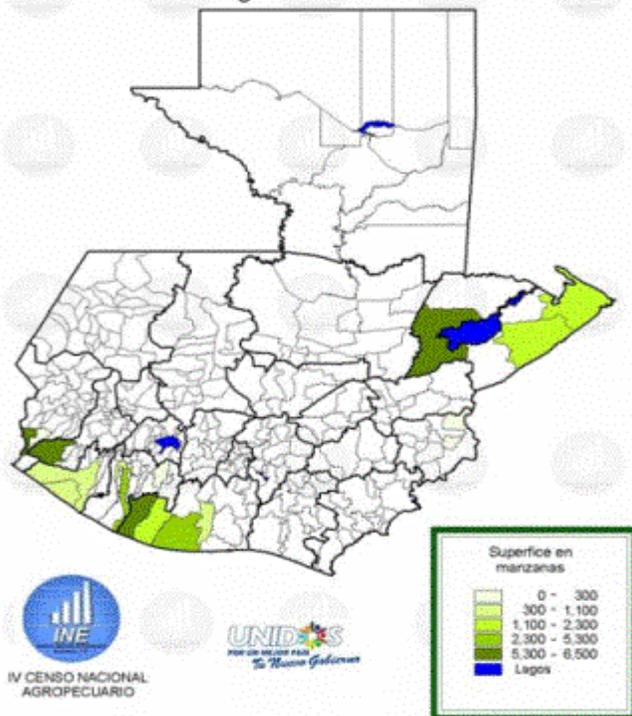
Palma Africana

Superficie cultivada por departamento.
Año agrícola 2002 / 2003



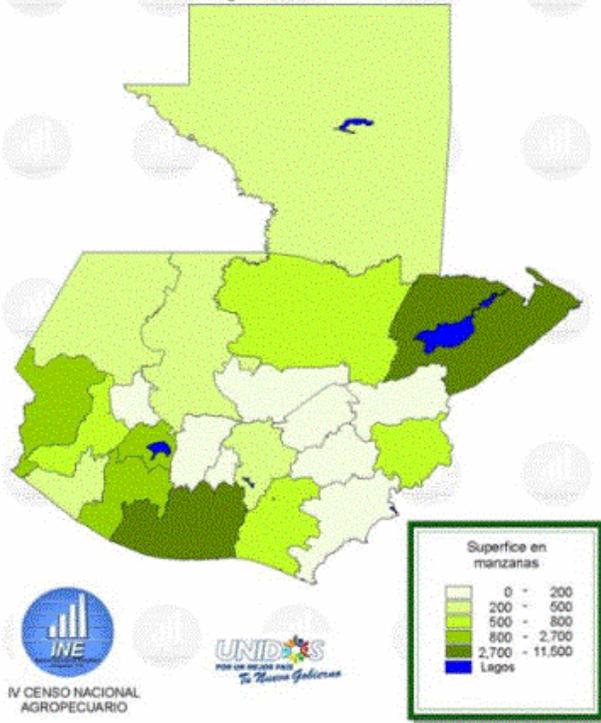
Palma africana

Superficie cultivada por municipio.
Año agrícola 2002 / 2003



Banano

Superficie cultivada por departamento.
Año agrícola 2002 / 2003



Banano

Superficie cultivada por municipio.
Año agrícola 2002 / 2003

