



**Facultad de Educación y Humanidades
Departamento de Ciencias Sociales
Escuela de Pedagogía en Historia y Geografía**

CONTAMINACIÓN MEDIOAMBIENTAL POR PLAGUICIDAS ORGANOCLORADOS Y SUS EFECTOS EN LA SALUD HUMANA EN CHILE

**Tesis para optar al Título de Profesor de Enseñanza Media en
Historia y Geografía**

Estudiante: Carolina Sanhueza Gutiérrez

Profesora guía: Marta Henríquez Fernández

Chillán, Abril, 2010

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, a mi familia, en especial a mis padres por su incondicional confianza y amor, y amigos por su apoyo no solo en el proceso de tesis, sino a lo largo de todos mis años en la Universidad, por compartir logros, alegrías y dificultades presentes en este camino.

A mis profesores por su constante apoyo, en especial a mi profesora guía, con la cual no solo compartí el proceso de tesis, si no años de trabajo como su ayudante. Muchas gracias por la paciencia, el cariño y la entrega para la concreción de este proyecto.

Por último a algunas maravillosas personas que Dios puso en mi camino, mis compañeros que siempre me brindaron una palabra de apoyo y cariño.

Nacemos para vivir, por eso el capital más importante que tenemos es el tiempo, es tan corto nuestro paso por este planeta que es una pésima idea no gozar cada paso y cada instante, con el favor de una mente que no tiene límites y un corazón que puede amar mucho más de lo que suponemos.

Facundo Cabral

ÍNDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE	4
ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS	7
INTRODUCCIÓN	9
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
Objetivos específicos	13
Objetivo General	13
Hipótesis	15
MARCO TEORICO	16
MARCO METODOLOGICO	23
CAPITULO I	
PLAGUICIDAS ORGANICOS PERSISTENTES	27
1.1 Origen de los plaguicidas	27
1.2 Características de los COPs	31
1.3 El DDT y los Drines: Particularidades y Propiedades	38
1.3.1 El diclorodifenil tricloroetano, DDT	38
1.3.2 Los drines: Aldrín, Dieldrín y Endrín	40
CAPITULO II	
CONTAMINACION DEL MEDIO AMBIENTE POR PLAGUICIDAS Y SUS EFECTOS EN LA SALUD	44
2.1 Contaminación del suelo	45

2.2 Contaminación del agua	48
2.3 Contaminación de la atmósfera	51
2.4 Efectos de la contaminación por plaguicidas organoclorados en la cadena trófica	52
2.4.1 Cadenas Tróficas	53
2.4.1.1.Sistemas Acuáticos y Plancton	52
2.4.1.2 Especies predatoras y No predatoras de los Sistemas Acuáticos	54
2.4.1.3 Especies Terrestres: Aves Predatoras	55
2.4.1.4 Mamíferos Predadores	57
2.4.2 Contaminación por plaguicidas en la Cadena Trófica. Casos chilenos	57
2.5 Los COPs y su acción en la Salud Humana	60
CAPITULO III	
SITUACION DE LOS PLAGUICIDAS ORGANICO PERSISTENTES EN CHILE	
3.1 Convenios firmados por Chile y Organismos reguladores	70
3.2 Regiones Agrícolas: Ocupación de tierras, usos de plaguicidas y sus consecuencias en el medio	73
3.2.1 Región del Libertador Bernardo O'Higgins	73
3.2.1.1 Principales efectos producidos por los plaguicidas en la región del Libertador Bernardo O'Higgins	75
3.2.2 Región del Maule	77
3.2.2.1 Principales efectos producidos por los plaguicidas en la	

región del Maule	79
3.2.3 Región del Bío-bío	80
3.2.3.1 Principales efectos producidos por los plaguicidas en la región del Bío-bío	82
3.2.4 Región de la Araucanía	85
3.2.4.1 Principales efectos producidos por los plaguicidas en la región de la Araucanía	87
3.3 Intoxicaciones por plaguicidas en Chile	89
3.4 El problema de la Inconsciencia Humana	91
CONCLUSIONES	92
BIBLIOGRAFIA	95

INDICE DE FIGURAS Y CUADROS

Fig. Nº 1. Movimiento de Flujos en el Ecosistema	21
Fig. Nº 2. Contaminación por plaguicidas y sus movimientos en el ecosistema	22
Fig. Nº 3. Teoría de Sistemas aplicada a los plaguicidas y su acción en el Ecosistema	24
Fig. Nº 4. Teoría de sistemas aplicada a los plaguicidas y su acción en el cuerpo humano	25
Fig. Nº 5. Principales regiones agropecuarias de Chile	26
Fig. Nº 6. Evolución de los plaguicidas en el suelo	35
Fig. Nº 7. Formulación química del DDT	40
Fig. Nº 8. Formulación química del Aldrín y Dieldrín	42
Fig. Nº 9. Formulación química del Endrín	43
Fig. Nº 10. El suelo como regulador	48
Fig. Nº 11. Aumento de las concentraciones de DDT según eslabón trófico	56
Fig. Nº 12. Mecanismos de depuración del cuerpo humano	66
Fig. Nº 13. Actividades primarias y secundarias de la región del Libertador B. O`higgins	74
Fig. Nº 14. Actividades primarias y secundarias de la región del Maule	78
Fig. Nº 15. Actividades primarias y secundarias de la región del Biobío	81
Fig. Nº 16. Actividades primarias y secundarias de la región de la Araucanía	86

CUADROS

Cuadro N°1. Efectos de los plaguicidas en las vías respiratorias	67
Cuadro N°2. Efectos de los plaguicidas en las vías digestivas	68
Cuadro N°3. Efectos de los plaguicidas en la vía dérmica	69
Cuadro N° 4. Restricciones para los COPs en Chile	72

INTRODUCCIÓN

El planeta en que vivimos es un sistema compuesto por tres elementos básicos, el suelo, el agua y el aire, siendo los tres importantísimos para el desarrollo de la vida en el mundo. De ellos, el suelo cumple un rol trascendental en la vida del hombre ya que lo alberga, dándole un lugar donde vivir, pero también entregándole los recursos para el sustento diario.

Cuando el hombre desarrolló la agricultura en la prehistoria jamás podría haber dimensionado la forma que se iba a desarrollar tal proceso. Según Montes, Tamayo, Pinto y Cristi (1986, p. 91) el hombre ha debido adaptarse a las condiciones de vida contribuyendo a la tecnificación de la agricultura, siendo ésta una evolución relacionada principalmente con los “requerimientos demográficos y económicos del mundo”. (Fresco, 2009, p.1)

En la actualidad, el mundo se encuentra en crisis:

(...) “el hombre olvida que la naturaleza es un sistema en que cualquier estímulo extraño provocará necesariamente una interacción cuyos resultados no son siempre fáciles de prever”

(Montes y otros, 1986, p. 92)

La sobreexplotación del recurso y la acumulación de plaguicidas está provocando un grave problema ambiental, ya que, a futuro podría verse reflejado en la improductividad de los suelos y por consiguiente una escasez de medios, tanto alimenticios como productivos para el hombre.

“Flora y fauna, silvestre y doméstica comenzaron a acumular, residuos de pesticidas, concentrándolos en el paso de un eslabón trófico a otro y llegando también por la vía de los alimentos al hombre” (Montes y otros, 1986, p.92)

Es considerado plaguicida, cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de los animales, las especies de plantas o animales indeseables que causan perjuicio o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas, madera y productos de madera o alimentos para animales, o que puedan administrarse a los animales para combatir insectos, arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos. (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2006, p. 7)

Los primeros plaguicidas desarrollados pertenecieron a la familia de los clorados llamados "duros" por ser difícilmente degradables y por lo tanto de acción más prolongada; su representante más conocido es el DDT. Con posterioridad se desarrolló la familia de los fosforados denominados "blandos" por ser más fácilmente degradables, lo que aparecía como una desventaja desde el punto de vista agrícola. (Montes y otros, 1986, p. 91)

Ante la emergencia ambiental mundial que genera este problema, diversos organismos internacionales han desarrollado programas de prevención y diversos acuerdos entre los países.

El Convenio de Estocolmo, sobre los contaminantes orgánicos persistentes (COPs), integra una agenda química internacional en conjunto con el Convenio de Rotterdam, sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional y el Convenio de Basilea, sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. (Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), 2005a, p. IV).

Según la CONAMA (2005a) Chile ha desarrollado un plan de implementación para la Gestión de los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs), durante los años 2002 y 2005 en el contexto de los acuerdos internacionales.

El marco legal y normativo existente en Chile con relación al tema de los COPs, las resoluciones dictadas por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG):

“han prohibido la importación, fabricación, distribución, venta y uso del DDT (1984), Dieldrin, Endrin, Heptacloro y Clordano (1987), Aldrin (1988), Toxafeno (1998), Hexaclorobenceno y Mirex (2002)” (CONAMA, 2005a, p. 31).

Sin embargo, las prohibiciones de dichos elementos no ha solucionado del todo el problema, ya que la persistencia y bioacumulación de esas sustancias ha producido una contaminación del medio ambiente, provocando que se traspasen al hombre y generen múltiples problemas en su salud.

En el marco de este tema se desarrollará la investigación, que tendrá como propósito principal analizar el recorrido de los plaguicidas desde que son implantados a nuestro entorno natural hasta que llegan al ser humano.

Para efectos de esta investigación se considerarán los siguientes términos como similares: organoclorados (OC); plaguicidas orgánicos persistentes (COPs), “plaguicidas orgánicos clorados (POCs)” (CONAMA, 2005b, p.12), debido a que su formulación química les confiere las mismas propiedades.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La acumulación de sustancias tóxicas en el suelo trae como consecuencia principal, la contaminación del mismo:

“la FAO define la contaminación como una forma de degradación química que provoca la pérdida parcial o total de la productividad del suelo.” (Dorronsoro s.f; s/p.)

Los Contaminantes Orgánicos persistentes han despertado gran preocupación en el mundo, debido a que persisten por largos períodos de tiempo, además de tener la capacidad de bioacumularse y permanecer en las cadenas tróficas, constituyendo un daño tanto para la salud humana, como para los ecosistemas. (Segger, Acevedo, Saavedra y Agulló. 2006, p. 87)

Según la Red de acción en plaguicidas y sus alternativas para América Latina (RAP-AL), este problema es un tema de importancia desde hace dos décadas, en la cuales el hombre ha desarrollado diversos convenios y tratados para mejorar la calidad del medio ambiente.

En este contexto es donde se desarrollará la investigación que tiene como objetivo principal hacer un seguimiento de los distintos plaguicidas denominados COPs, como los son el DDT, DDE, Aldrín, Endrín y Dieldrín, y determinar cual es el real problema que ellos presentan en el medio ambiente y la salud humana, considerando las diversas normas legales existentes a nivel mundial y nacional con relación a los mismos.

Preguntas de investigación

- ¿Cuál es recorrido de los plaguicidas, denominados COPs, desde el medio ambiente hasta el cuerpo humano?

Preguntas de investigación derivada

- ¿Por qué los plaguicidas permanecen tanto tiempo en el medio ambiente?
- ¿Cuál es la trascendencia de la acumulación de los plaguicidas en la cadena trófica?
- ¿Cuáles son las consecuencias en la salud humana de la presencia de plaguicidas en el medio ambiente?

Objetivo General

Analizar la acción de los plaguicidas COPs, desde su incorporación al medio ambiente, su paso por la cadena trófica y las consecuencias en la salud humana, en los últimos 25 años en el territorio nacional.

Objetivos específicos

- Determinar la naturaleza de los plaguicidas COPs y su acción en el medio ambiente, identificando los efectos de su acumulación en los distintos compartimentos ambientales,
- Reconocer las distintas transformaciones ocurridas en la cadena trófica por la acción de los plaguicidas COPs.

- Establecer los principales efectos y consecuencias de los plaguicidas COPs en la salud humana.
- Identificar las principales formas de acción que ha considerado Chile para el manejo y prevención de los plaguicidas organoclorados,
- Seleccionar regiones agrícolas del país y comprobar las consecuencias de la aplicación de plaguicidas organoclorados en esos territorios.

Hipótesis

La acumulación de plaguicidas organoclorados en el medio ambiente, durante los últimos 25 años, ha causado innumerables consecuencias negativas, no sólo en el medio natural, si no en las personas que habitan el territorio nacional.

Hipótesis Derivadas

- A mayor acumulación de plaguicidas en el medio ambiente, mayores transformaciones en la cadena trófica.
- La proliferación de nuevas enfermedades, es una consecuencia de la utilización masiva de sustancias químicas, como los plaguicidas.
- La disminución de los riesgos ecológicos y sanitarios, que generan los plaguicidas en el medio, dependerá exclusivamente de la responsabilidad social nacional.

MARCO TEÓRICO

El sustento teórico de esta investigación se basará principalmente en la ideas de Ludwind von Bertalanffy, el cual crea la Teoría General de Sistemas, donde, a través de las totalidades se intenta explicar las interacciones que se producen a nivel interno, además de las interacciones externas con el medio circundante (Johansen, 2006, p.14)

Arnold y otros (1998), menciona que la teoría de Bertalanffy, plantea que todo lo que nos rodea está compuesto de sistemas y de subsistemas, los cuales generan interacciones entre los distintos elementos que lo componen, presentan una interdependencia. Es por ello, que la teoría tiene una visión integral y globalizadora. (Johansen, 2006, p.14)

Todo sistema está compuesto por un conjunto de elementos que mantienen relaciones entre sí, de esta forma fomenta la unidad del mismo, confiriéndole un cierto grado de estabilidad (Arnold y otros, 1998, p.2)

La investigación se concentrará en el sistema abierto, ya que, es el único que interacciona con el medio, movilizandoflujos de energía y transformándola durante su paso por el sistema, para liberarla posteriormente en energía convertida. (http://www.unap.cl/metadot/index/.pl?id=23511&isa=Item&field_name= item attachment file&op=download file-258,3,TEORIADESISTEMAS)

Para Bertalanffy (1968, p.155), “la base de un sistema abierto es la interrelación dinámica entre sus componentes”. Queda en evidencia el continuo

movimiento entre la incorporación y eliminación de la materia. Es por ello que el sistema abierto no logra “alcanzar, mientras la vida dure, un estado de equilibrio químico y termodinámico” (Bertalanffy 1968, p, 39), sino que se mantiene en un estado uniforme.

Cualquier sistema, presentará los denominados subsistemas, que son sistemas menores, éstos estarán compuestos por diversos elementos que también se mantienen interrelacionados, cumpliendo una serie de funciones, pero, a su vez, siempre formarán parte de un sistema mayor. (Johansen, 2006, p.56)

La teoría de sistema contempla el ambiente, se refiere al área de sucesos y condiciones que influyen sobre el comportamiento de un sistema.

“En lo que a complejidad se refiere, nunca un sistema puede igualarse con el ambiente y seguir conservando su identidad como sistema, la única posibilidad de relación entre un sistema y su ambiente implica que el primero debe absorber selectivamente aspectos de este. (Arnold y otros, 1998, p. 4)

Bertalanffy (1968) sugiere que el sistema abierto muestra una particularidad, ya que en:

(...) “ellos puede alcanzarse el mismo estado final partiendo de diferentes condiciones iniciales y por diferentes caminos”
(Bertalanffy, 1968, p. 40)

Las entradas y las salidas forman parte integral del sistema abierto, según Arnold y otros (1998) todo sistema abierto requiere de recursos de su ambiente.

“Se denomina input a la importación de los recursos (energía, materia, información) que se requieren para dar inicio al ciclo de actividades del sistema.” (p.7)

Por otro lado el autor menciona los output:

“se denomina así a las corrientes de salidas de un sistema. Los outputs pueden diferenciarse según su destino en servicios, funciones y retroinputs.” (p.7)

Con relación a las fronteras que tienen los sistemas los autores plantean que son bastante subjetivas, debido a que el investigador delimitará su sistema en relación a su investigación (Maass, 2007, s/p.; Arnold y otros, 1998, p.6)

Considerando los planteamientos de Bertalanffy, el planeta Tierra muestra una infinidad de sistemas naturales o ecosistemas, que presentan una serie interminable de interrelaciones, formando parte de un sistema superior, según lo planteado anteriormente.

Maass (2007, s/p.), señala que hasta 1935 el mundo tenía una visión simplificada, donde en el ecosistema sólo se incluían plantas y animales. Sin embargo, en ese año Tansley plantea que para el término ecosistema, también

debe estar considerado el entorno en el que se encontraban las especies, relacionándolo así con el medio físico.

Los ecosistemas presentan una organización jerárquica, en ellos ocurren diversas funciones que están determinadas por el tiempo y el espacio. (Maass, 2007, s/p.)

Así el medio natural estará compuesto por organismos vivos y su entorno inmediato, en él los elementos químicos viven diversos procesos en un ciclo donde están inmersos posibilitando así los flujos de energía o de materia (Parra, 2003, p. 44)

Sin embargo, según Jiménez (1998, p. 42) los flujos de energía y de materia en un sistema abierto, están controlados por una especie de filtro regulador, el cual es susceptible a la acción del hombre, pudiendo llegar a contaminarse y dejar de cumplir alguna de sus funciones.

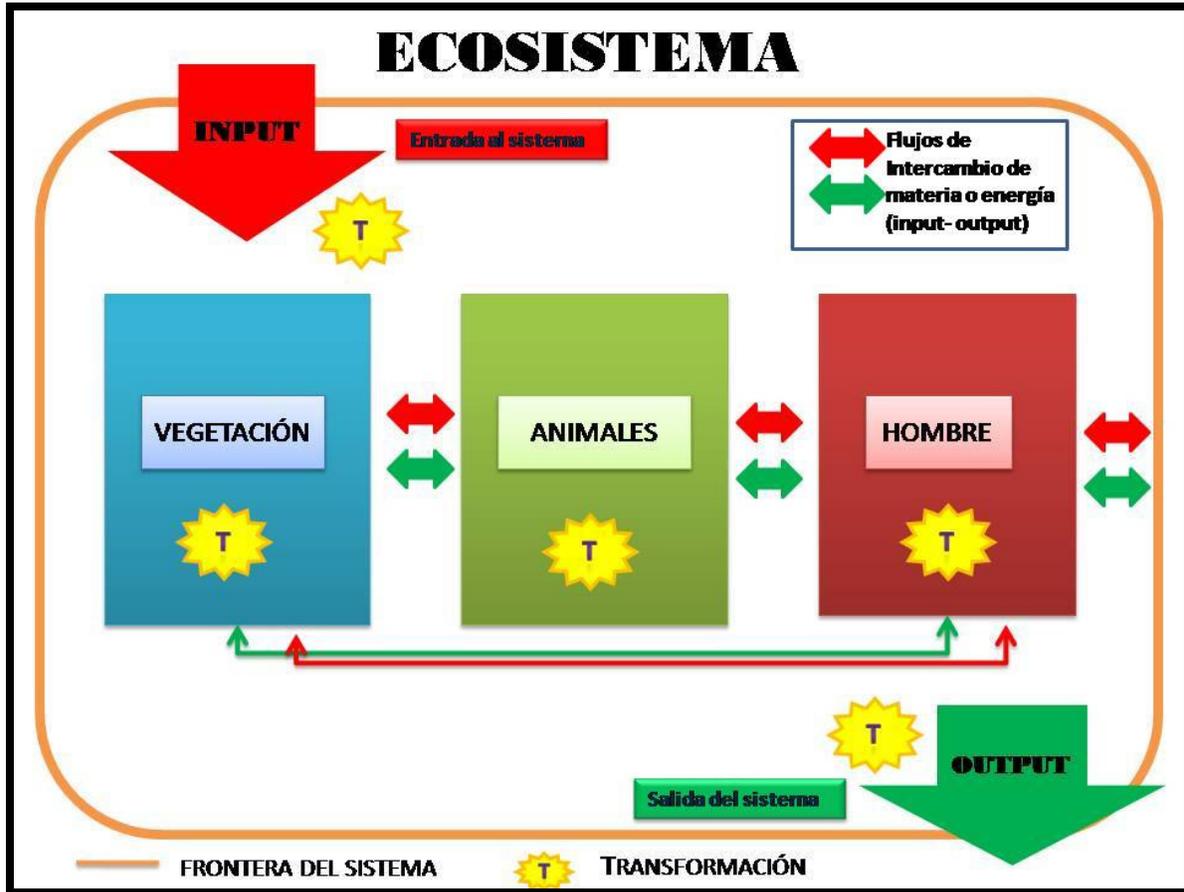
Aquí es donde la acción del hombre demuestra un cambio en el medio. Según lo expuesto por Tarranzona (1998, p. 113) las actividades económicas han acarreado innumerables consecuencias ambientales, generando un fuerte deterioro.

La utilización de sustancias químicas aparte de traer beneficios que son innegables, ha tenido un costo para el entorno. El uso de los plaguicidas, principalmente ha mejorado las formas de producción, generando la intensificación de la actividad agrícola.

Sin embargo, León (2002, p.9) señala que la incorporación de plaguicidas altera al ecosistema, en el cual son introducidos. Ya que con su ingreso se desencadena una serie de procesos de transporte y conversión (Edmunds, 2001, p. 6), generando así flujos de energía y transformación en el ecosistema.

En el siguiente esquema (fig. N° 1) se plantea el modelo sistémico de Bertalanffy, pero asociándolo a la investigación. Se observa como el ecosistema, que sería en este caso el sistema mayor, presenta varios subsistemas que tienen relaciones con el medio, pero que su vez son sujetos independientes, considerando los procesos que ocurren en el interior de cada uno, o sea, la transformación.

FIG. Nº 1. Movimiento de Flujos en el Ecosistema



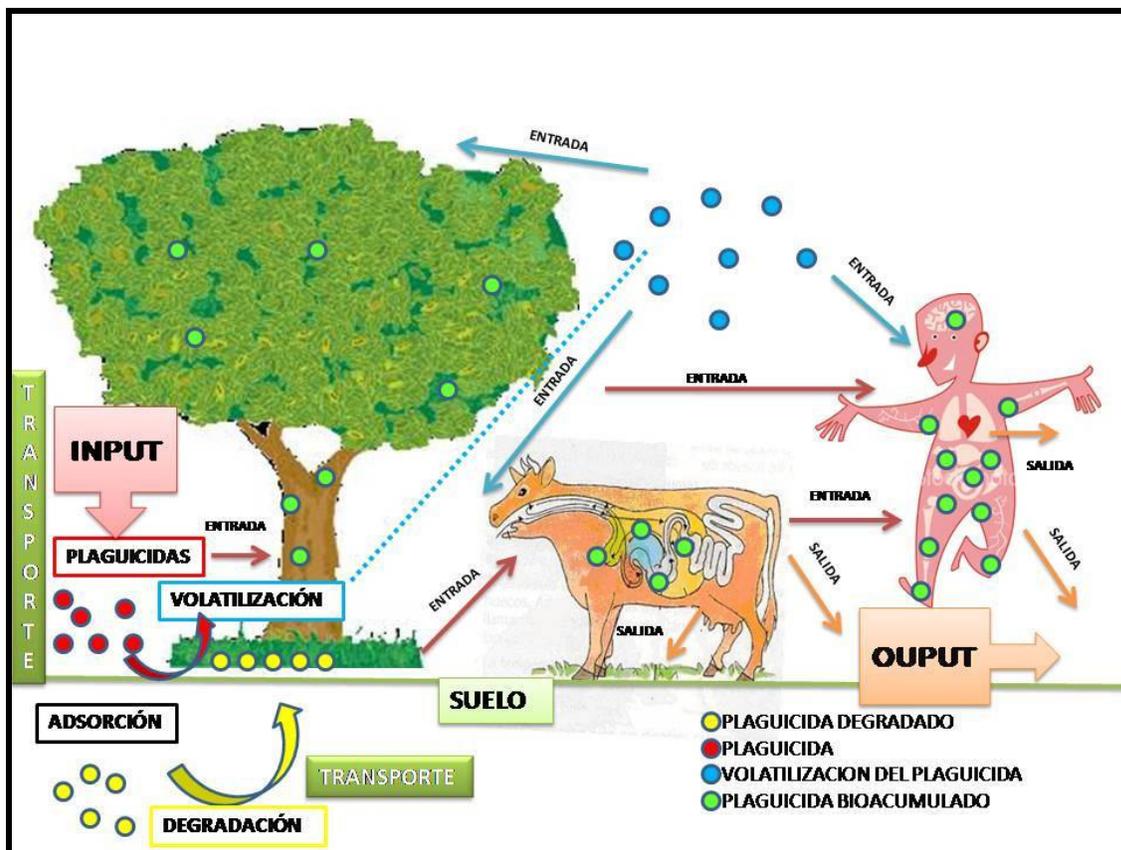
Fuente: Elaboración propia

Para simplificar el entendimiento de la entrada de los plaguicidas al medio ambiente y los procesos y transformaciones que en éste ocurren, la siguiente imagen (fig. Nº 2) plantea las relaciones que tiene el plaguicida con los distintos compartimentos ambientales y como la acción de estos procesos afecta la vida tanto vegetal como animal, al ingresar por diversas vías a estos subsistemas.

La fig. Nº 2 señala la introducción del plaguicida al medio, pero a la vez muestra como se ven afectados los distintos niveles de la cadena trófica a través

del proceso denominado bioacumulación. Se aprecia como a medida que se va alcanzando el último eslabón de la cadena trófica, representado por el hombre, existe más acumulación de sustancias tóxicas en el organismo.

FIG. Nº2. Contaminación por plaguicidas y sus movimientos en el ecosistema



Fuente: Elaboración Propia

MARCO METODOLOGICO

El tipo de estudio a realizar será de carácter descriptivo basado en una revisión bibliografía con relación a los plaguicidas organoclorados y su acción contaminante en el ambiente y el ser humano.

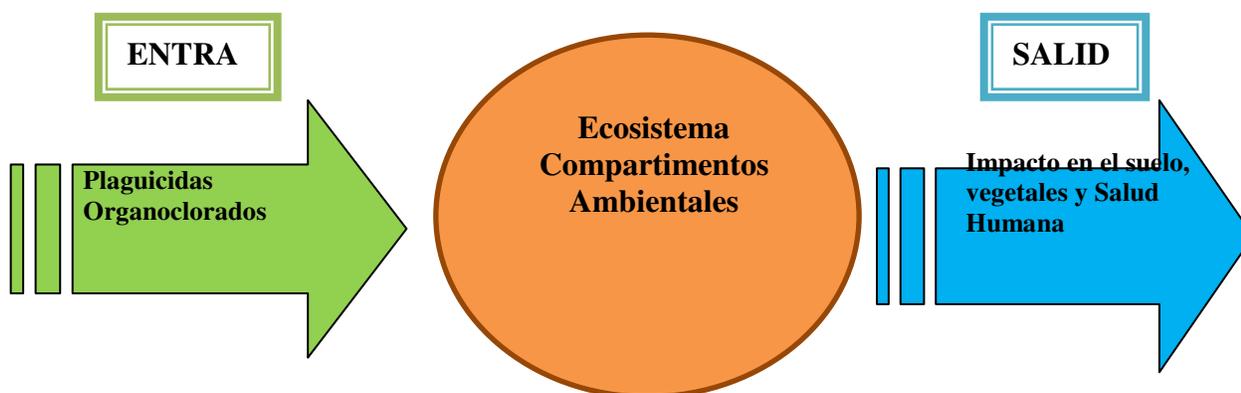
Se realizó una aproximación a los orígenes de los plaguicidas organoclorados y su uso masivo en el planeta para el mejoramiento de la producción agrícola. Posteriormente se analizaron las principales características en común que presentan estas sustancias químicas y como éstas determinan los diversos procesos de transporte, adsorción y degradación que afectan al medio ambiente.

Como complemento a los procesos mencionados en el último párrafo, se investigó la acción de los plaguicidas en cada uno de los compartimentos ambientales, considerandos como tales suelo, aire y agua, para después tener una apreciación de las consecuencias que los plaguicidas tienen en la cadena trófica.

En este apartado de la investigación se aplicará la teoría de sistemas para explicar la entrada de los plaguicidas a los compartimentos ambientales (Fig. N° 3) considerando las y transformaciones ocurridas en el medio y las consecuencias que estas transformaciones traen al medio, reflejándose esta como los outputs del modelo sistémico.

FIG. N°3. Teoría de Sistemas aplicada a los plaguicidas y su acción en el

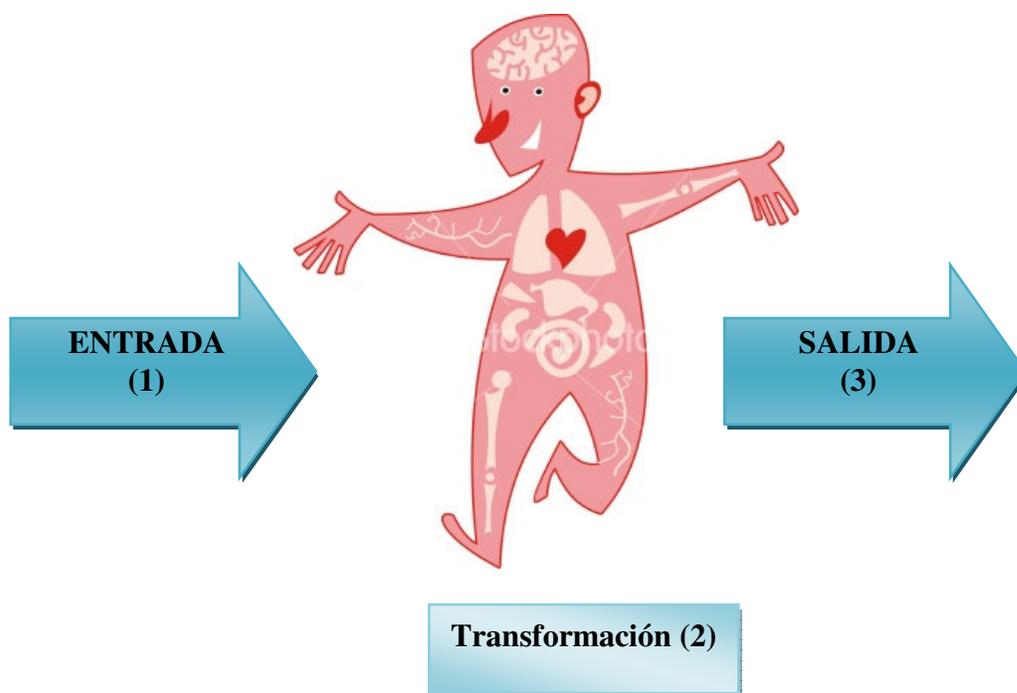
Ecosistema



Debido a que este es un proceso que afecta a cada eslabón trófico, se apreciará como el último eslabón, o sea, el hombre, es el que se ve más afectado, ya que recibe aportes de la acumulación de estas sustancias.

Es por ello, que el otro elemento que se considerará como sistema serán los seres vivos, (Fig. N°4) ya que la entrada de plaguicidas simbolizada por el (1) puede darse a través de los distintos niveles de exposición que tiene el humano a los plaguicidas y la incorporación de estas sustancias a través de los alimentos; lo que la CONAMA (2005b, p.32) denomina intoxicaciones agudas y crónicas, sería la Transformación que hay en el medio, en este caso, la asimilación de las sustancias que presenta el cuerpo (2) ; y en la salida señala como (3) en la figura, se encontrarían las formas de desintoxicación del cuerpo humano, siendo la más importante, el traspaso de las sustancias tóxicas de la madre al hijo por medio de la leche materna. (Calva y otros, 1998, p. 42)

FIG. Nº 4. Teoría de sistemas aplicada a los plaguicidas y su acción en el cuerpo humano

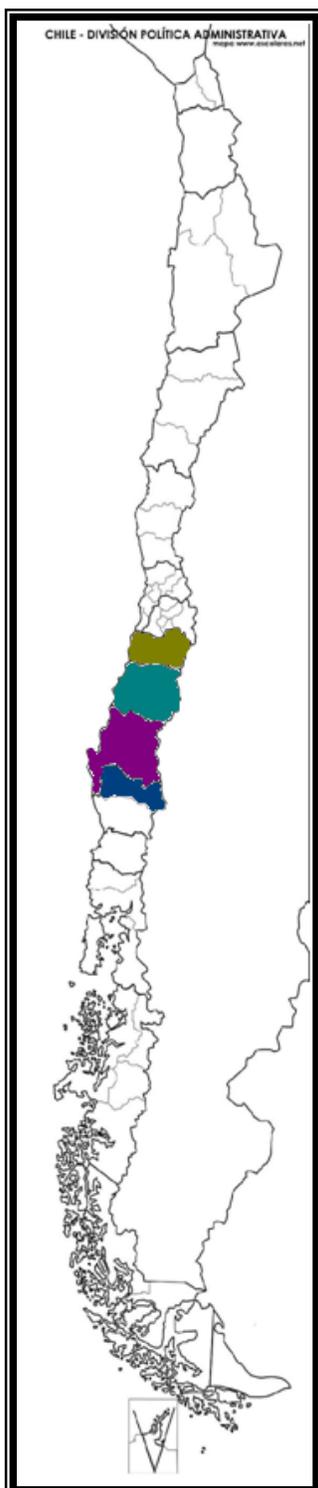


Las actividades económicas que realiza el hombre principalmente, faenas agrícolas, los expone al contacto con estas sustancias químicas, teniendo consecuencias en la salud.

Con relación al tema, realizó una revisión bibliográfica basado principalmente en una compilación de textos realizada por la CONAMA llamado "Análisis de la información disponible sobre posibles efectos en la salud por contaminantes orgánicos en el Medio Ambiente" publicado en el 2005 y un informe del MINSAL que tiene estrecha relación con los diversos casos de intoxicaciones

en Chile, llamado “Situación Epidemiológica de las Intoxicaciones agudas por plaguicidas, Chile, 1998”.

FIG. Nº 5. Principales Regiones Agropecuarias de Chile



Para entendimiento del estudio se seleccionaron las regiones más afectadas del país por la acción de los plaguicidas y las cuales tienen como actividad económica principal la agricultura

Las regiones seleccionadas constituyen la zona centro- sur del país, considerando la VI, VII, VIII y IX regiones.

- REGIÓN DEL LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS
- REGIÓN DEL MAULE
- REGIÓN DEL BIOBÍO
- REGIÓN DE LA ARAUCANÍA.

CAPÍTULO I

PLAGUICIDAS ORGÁNICOS PERSISTENTES

1.1 Origen de los plaguicidas

Desde épocas arcaicas la agricultura ha formado parte de la vida del hombre, a través de ella, el ser humano ha logrado traspasar esos conocimientos a las futuras generaciones, logrando así, un alto nivel de conocimiento que se ha complementado en la actualidad con la tecnología, consolidando de esta forma, el sistema agrícola. (Gligo, 1984, p.115)

Para el mejoramiento de esta actividad, el hombre se vio en la necesidad de utilizar ciertas sustancias, que en una primera instancia fueron naturales, para la producción agrícola. “Homero menciona la utilidad de azufre quemado como fumigante” (Calva y otros, 1998, p.35), ya “en el siglo XVI, los chinos empleaban pequeñas cantidades de compuestos arsenicales como insecticidas” (Barrientos, 2005, p.3)

Pero fue a partir de la Revolución Industrial, con el crecimiento de las zonas urbanas y su dependencia de las áreas rurales para proveerlos de alimentos, que se requirió una mayor capacidad de producción, almacenamiento y protección de los alimentos. Como resultado la agricultura.... Adquirió un carácter más industrial (Albert, s.f, p. 359)

Albert (s.f, p.360) menciona distintas etapas de desarrollo de plaguicidas, pero la más importante es la última “la era de los productos sintéticos” que

comienza en la época de los años 20, en los Estados Unidos. En ella “se desarrollaron la mayoría de los plaguicidas sintéticos de uso actual” (Albert,s.f, p.360).

Otros autores plantean una división diferente de las etapas de los orígenes de los plaguicidas, entre ellos, está lo que señala Estrada 1999, citado por Lara (s.f, s/p.), en “Plaguicidas en la Biodiversidad del suelo”, donde existiría una tercera etapa para la creación de estas sustancias, la cual estaría marcada por el descubrimiento del dicloro-difenil-tricloroetano, más conocido como el DDT, descubierto por Müller en 1940.

Con este hallazgo:

(...) “el uso del DDT trae consigo una verdadera revolución en las técnicas de control de plagas, debido a que no es caro, de amplio espectro y muy efectivo en el corto y mediano plazo (Turk et al., 1984; Rozas 1995)” (Bergel, 2004 p.1)

Con el éxito alcanzado por el DDT, surgió la incorporación masiva de otros compuestos organoclorados. En 1945 los ciclodienos clorados estaban en el mercado, siendo el aldrín el más reconocido (Albert, s.f, p. 360; García, J.P., 2002, p. 15)

Asociado a estos descubrimientos viene un cambio en la concepción que el hombre tenía al respecto de estas sustancias, ya el control pasa a un segundo plano y la utilización de los plaguicidas organoclorados suele ser algo natural, no previendo consecuencias negativas a futuro (Bergel, 2004, p.1)

Con posterioridad a la Segunda Guerra Mundial la utilización de plaguicidas organoclorados caracterizó ciertos puntos geográficos en el planeta. En los Estados Unidos fue prácticamente exclusivo el uso del DDT. Mientras que en Japón y Gran Bretaña, los ciclodienos fueron los preferidos, entre ellos el aldrín y dieldrín (Calva, 1998, p.35; Albert, s.f, p.360)

La promesa de aniquilación de todos los insectos plagas permaneció solo 30 años, poco a poco fue perdiendo eficacia para ser finalmente prohibida su venta y transporte en el año 1973 en los EEUU (Bergel, 2004, p.1)

Ese boom creado por los plaguicidas cambió con “la publicación, en 1962, de *La Primavera Silenciosa* de Rachel Carson,... [Quién] alertó sobre los riesgos para el hombre debidos al contacto frecuente con residuos de plaguicidas, en especial los organoclorados” (Albert, s.f, p. 362; Domínguez, 1997, p.123; Namihira y otros, s.f, p.19)

Con el paso de los años, se comenzaron a identificar las primeras consecuencias que traería el uso masivo de estas sustancias, como por ejemplo, la acumulación de plaguicidas organoclorados en el cuerpo de algunas especies animales y diversas afecciones reproductivas. (Pastor, 2002, p.6)

Se aprecia, como a partir de la década de los setenta, lo que en un primer momento era para el control y prevención de plagas, se transformó en un grave problema ambiental debido a las propiedades físico-químicas de los plaguicidas, además de su capacidad de acumulación y dispersión en el ecosistema (Sanz, s.f., p. 2)

Es sabido que en los últimos 50 años, el desarrollo tanto industrial como agrícola ha estado estrictamente ligado a la industria química, la cual a liberado al

medio ambiente casi 120.000 sustancias, siendo uno de los casos más emblemáticos el de los plaguicidas organoclorados, que se encuentran dispersos en casi todo el mundo. (Jiménez, Rivas y Olea, 2004)

Según la FAO, la agricultura es solo una parte de la amplia gama de utilizaciones químicas que se hacen en la actualidad. Sin embargo, cada día que pasa, la utilización de sustancias químicas trae un desequilibrio ecológico, además de afectar a la salud humana. (Domínguez, 1997, p.123)

Por las visibles consecuencias de la aplicación de plaguicidas organoclorados, el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) ha creado un Convenio Internacional obligatorio relacionado con los Contaminantes Orgánicos Persistentes, éste contempla 12 sustancias altamente peligrosas, además de diversos criterios para la creación de nuevas sustancias y el apoyo a países. (Vásquez, s.f, s/p)

Otra acción similar de control de estas sustancias, es la que a planteado la Pesticides Action Network (PAN) que desde 1985 esta trabajando en lo que se denominó "Campaña contra la docena sucia" (RAP-AL), entre los plaguicidas que constituyen esta docena, se encuentran el DDT y los drines (aldrín, dieldrín, endrín).

Según lo que planteado por Betancourt y Ramírez-Triana (2005, p.122) la selección de estos 12 plaguicidas organoclorados, se debe principalmente a las características en común que presentan, así como sus efectos nocivos al ecosistema y al ser humano.

Como ejemplo de esto, se observa la eliminación y prohibición de estas sustancias, así como, la regulación de nuevos productos que están en el mercado y que son menos persistentes en el ambiente. (Domínguez, 1997, p.123)

0

1.2 Características de los COPs

Las características básicas que comparten los plaguicidas orgánicos persistentes (COPs), está estrechamente ligada al origen sintético de los mismos. Varios autores coinciden en las características que presentan estos compuestos entre ellos el Sistema Nacional de información ambiental (SINIA), 2005, p.20; Bergel, 2004, p.3; CONAMA, 2005b, p.144.

Al ser sustancias manipuladas “sus características químicas (aromáticos, baja polaridad y estabilidad de los enlaces carbono cloro)” (SINIA, 2005, p.20), los hace ser muy similares, siendo poco reactivos y bastante resistentes a cualquier tipo de degradación, tanto químico, fotoquímico o bioquímico.

La estabilidad que presentan se debe a los átomos de cloro que constituye su molécula, por lo tanto, a mayor número de átomos, mayor estabilidad.

Otras características ligadas al número de átomos son la liposolubilidad, además de la tendencia a la bioacumulación en los diversos compartimentos ambientales y su traspaso a las cadenas tróficas. No obstante, a medida que el átomo presenta mayor estabilidad, tanto la tendencia a la volatilización, como la presión al vapor tienden a disminuir.

La bioacumulación es una propiedad que presentan los plaguicidas organoclorados y se refiere a la capacidad inherente que tienen los organismos

vivos en retener este tipo de sustancias en los tejidos grasos. (Pastor, 2002, p.21; Condarco, 2008, p.50)

Como complemento de este proceso existe la biomagnificación que es el aumento de la concentración de la sustancia química a medida que va alcanzando los eslabones superiores en la cadena trófica (Características generales de los plaguicidas, s.f, p.22)

Como lo menciona Guitart (s.f, s/p.):

“que los niveles son más altos en un carnívoro que en un herbívoro, pero éste último tiene más que los vegetales de los que se alimenta”

En los plaguicidas organoclorados “la adición de átomos de Cloro incrementa así la partición en los lípidos y por consiguiente, la bioconcentración” (García, J.P, 2002, p.19)

La persistencia es otra propiedad de los plaguicidas orgánicos persistentes, y es principalmente la capacidad que tiene la sustancia de permanecer en el medio en el cual se aplicó y resistir los procesos de degradación (Características de los plaguicidas, s,f, p.22)

El hecho que el plaguicida organoclorado resista los procesos de degradación contribuye a su permanencia y hace difícil su eliminación del suelo donde mantiene su actividad biológica (CONAMA, 2005b, p.144), de ahí su denominación de persistentes (Calva y otros, 1998, p.36)

La CONAMA (2005b, p.20) señala que la vida media de los COPs en el suelo va en un orden de los 12 años, sin embargo, los residuos pueden estar en el medio alrededor de 20- 30 años.

Barrientos (2005, p.7) ofrece una clasificación de persistencia de los plaguicidas relacionada con el tiempo que se demoran en degradarse del medio ambiente.

- a.** No persistentes: (1-12 semanas), Ej.: Organofosforados y carbamatos.
- b.** Moderadamente persistentes: (1-8 meses), Ej.: la mayoría de los herbicidas.
- c.** Persistentes: (2-5 años), Ej.: hidrocarburos clorados. (Aldrín, Dieldrín, etc)
- d.** Permanentes: No tienen degradación, por lo tanto, su duración real es indefinida, Ej.: mercurio y plomo (tóxicos metálicos)

La peligrosidad que presentan estas sustancias, a hecho que organismos como la Organización Mundial de la Salud (OMS) la consideren en el tratamiento de estas sustancias. Esta característica es definida como la capacidad de provocar daños agudos tanto a la especie por la cual se aplicó el plaguicida, como a la salud humana, esta es ocasionada por los grados de exposición que tiene la especie en un determinado período corto de tiempo. (Bergel, 2004, p.6; Red de acción en plaguicidas y sus alternativas para América Latina, (RAP-AL), s.f., s/p.)

La clasificación de la peligrosidad de basa en la DL50, que está relacionada con la capacidad que tiene una determinada sustancia en reducir una población a la mitad en un determinado período de tiempo. (ACHS, 1994, p.17; García, s.f., s/p.; León, 2002, p.16) Esta medida tiene directa relación con la toxicidad que

puede presentar el plaguicida, donde se relacionan los grados de plaguicida con los kilogramos que presenta la especie. (RAP-AL, s.f., s/p.)

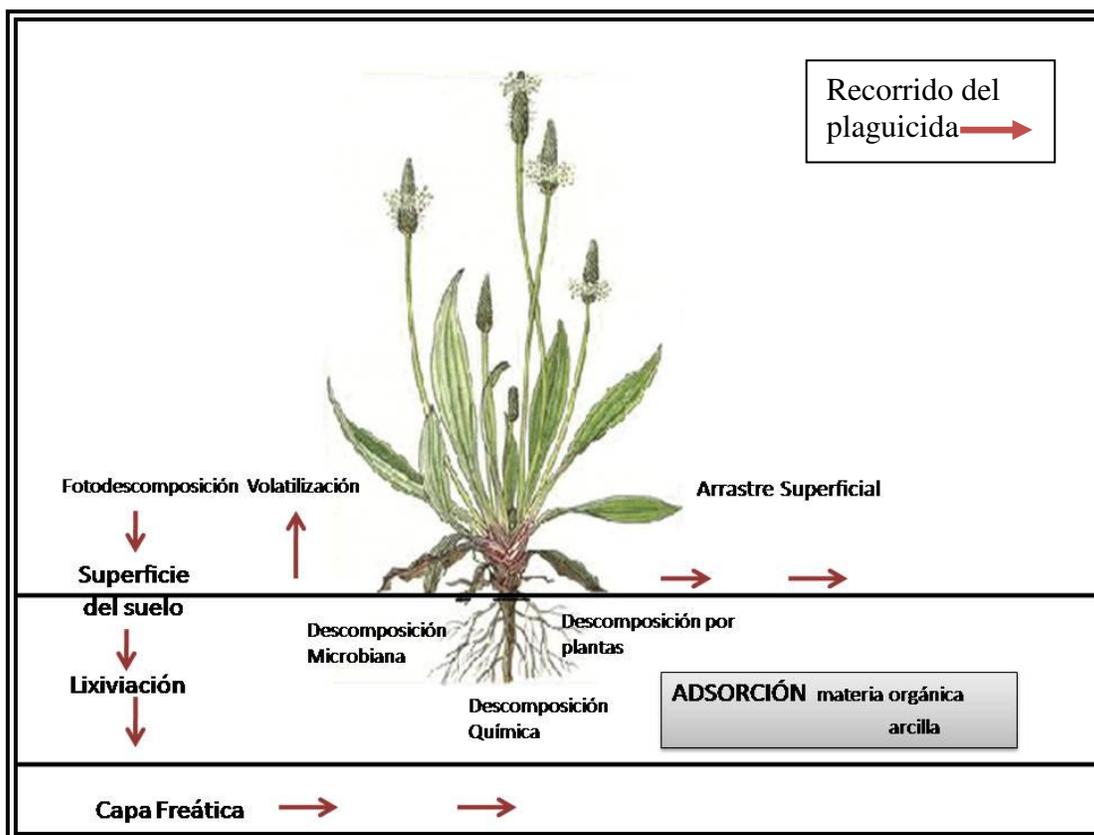
Sin embargo, Bergel (2004, p.6) señala que aun al existir concentraciones mínimas de DL50, estas pueden provocar daños a la salud humana, siendo sus efectos denominados crónicos.

La Pesticides Action Network (PAN) (2009, p.6) establece una pauta para determinar los grados de peligrosidad que tiene un plaguicida, entre ellos destacan:

- Toxicidad alta
- Efectos tóxicos a largo plazo, considerando alteraciones crónicas en la salud, por ejemplo, efectos cancerígenos.
- Efectos negativos sobre el medio ambiente
- Tener conocimiento previo de los problemas que puede acarrear la aplicación de un determinado plaguicida.

Como lo sugiere García, I. (s.f., s/p.) los plaguicidas sufren una serie de procesos que “afectan a la evolución... [que tienen] en los suelos”, entre ellos se encuentran el transporte, la acumulación y la degradación de los compuestos.

FIG. Nº 6. Evolución de los plaguicidas en el suelo



Fuente: García, I. (s.f.,s/p.)

La volatilización de los plaguicidas está relacionada con el proceso de transporte de estas sustancias, se refiere a la incorporación de estas sustancias tóxicas a la atmósfera. Esto se rige:

“por la ley de Henry la cual depende de la presión de vapor del compuesto, por lo tanto compuestos con alta presión de vapor tenderán a volatilizarse, excepto que sean muy solubles en agua.” (Edmunds, 2001, p.13; García y otros, s.f; s/p.)

García I. (s.f., s/p.) plantea que todas las sustancias orgánicas son volátiles, pero dependerá de la presión del vapor, la temperatura y el estado físico en el que se encuentren los plaguicidas organoclorados.

Otro proceso que atañe a los plaguicidas es la transformación y son los cambios que se dan a nivel químico en los plaguicidas, a través de una serie de reacciones donde cambia su estructura. Entre ellas, se puede destacar la oxidación y la hidrólisis. (Edmunds, 2001, p.13). De este proceso de fragmentación surgen nuevas sustancias, siendo denominado degradación (Pastor, 2002, p.16)

Yaggen, Crissman y Espinosa (2003, p.51) postulan que:

“simultáneamente durante cada uno de los procesos de transporte, el plaguicida puede degradarse en otros productos de transformación secundaria”.

La degradación, por lo tanto, es ayudada por una serie de factores como lo son la temperatura, la metabolización que pueden generar otros seres vivos, así como la acción de los rayos ultravioleta (Domínguez, 1997, p.124)

Por lo tanto, como lo indica Edmunds (2001):

(...) “la transformación puede tener lugar por vía química, fotoquímica o bioquímica, siendo ésta última la predominante en suelo, debido a la actividad de microorganismos”. (p.13)

El último proceso se genera con la adhesión de las sustancias químicas al sustrato suelo, éste depende principalmente a factores climáticos externos (Edmunds, 2001, p.17), como puede ser la temperatura, lluvia o los vientos.

Para Edmunds (2001, p.17), la incorporación de una sustancia química al suelo se denomina adsorción, y es la tendencia que tiene el plaguicida a adherirse a las partículas de suelo. La concentración de estas sustancias en el suelo, desencadenará una serie de procesos de conversión y transporte, que llevará a estas sustancias a distintas partes del ambiente. García, I. y otros (s.f., s/p.) menciona que la 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.”

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” (García, I., s.f., s/p.).

El DDT y los drines: Particularidades y Propiedades

A las características comunes que presentan los plaguicidas organoclorados, se suman particularidades que van de la mano con la formulación química que presentan y que generan consecuencias diferentes.

La CONAMA señala que los COPs, pueden sufrir transformaciones que generan nuevos metabolitos, siendo éstos, en ocasiones, más dañinos que la sustancia original, “como ocurre con el DDT, aldrín y endrín” (CONAMA, 2005 b, p.20)

1.3.1 El Diclorodifenil Tricloroetano, DDT

El DDT es el primer plaguicida organoclorado que salió al mercado, deriva del clorobenceno (Rivero y Constantin, s.f., p.3), la RAP-AL señala que el DDT “no se descompone y se encuentra presente en casi todos los seres vivos”.

Sus primeras aplicaciones se dieron como insecticida en faenas agrícolas y para el control de vectores (Domínguez, 1997, p.123).

La FAO (2000), indica que su punto de fusión es de 108° C.
“El DDT es prácticamente insoluble en el agua, a 25° C” (Características generales de los plaguicidas, s.f, p.8). Este plaguicida “apenas se hidroliza; según los informes, su semidesintegración por hidrólisis es de 12 años.” (FAO, 2000, s/p)

En “Características generales de los plaguicidas” (s.f, p.8) se plantea que, con la acción de la luz ultravioleta, el DDT pierde uno de sus componentes, el HCl

y se transforma en DDE. Este compuesto no posee acción plaguicida, pero presenta igual grado de contaminación para el ambiente.

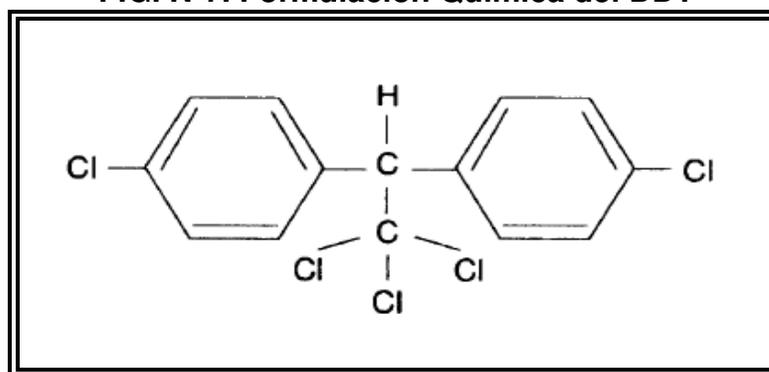
Con relación a su degradación:

“en el suelo, el DDT es biológicamente degradable, variando su semidesintegración entre 2 y más de 15 años. La biodegradación es más rápida en suelos inundados y en condiciones anaerobias. Se ha notificado que desaparece del suelo (del 75 al 100 por ciento) en 4–30 años”. (FAO, 2000, s/p.)

El DDT en el agua es susceptible a la evaporación, por tanto su semidesintegración se estima aproximadamente en hasta unas 50 horas.

“La descomposición directa de un compuesto por la luz en una solución acuosa es muy lenta, siendo la semidesintegración superior a 150 años”. (FAO, 2000, s/p.)

Es por ello que la FAO, menciona que la degradación en estos medios es bastante deficiente.

FIG. N°7. Formulación Química del DDT

Fuente: Rivero y col. (s.f. p.10)

1.3.2 Los Drines: Aldrín, Dieldrín y Endrín

La ATSDR (2002, s/p) indica que el aldrín y el diedrín son los nombres de dos plaguicidas muy similares químicamente, su utilización principal fue como insecticida. Sus principales usos según González (2003, p.126; FAO, 2000, s/p) fueron “en cultivos de maíz, papas y algodón.”. Además otro de los usos, específicamente del diedrín, es para la protección de la madera sus estructuras, asimismo en la protección de la fábrica textil. (FAO, 2000, s/p.)

La RAP-AL menciona que estos compuestos son altamente movibles una vez que son ingresados al medio, por lo que su expansión es inevitable.

“El aldrín tiene un punto de fusión entre 104 y 104.5° C y una presión baja... Es muy poco soluble al agua. Este compuesto es estable ante los ácidos débiles, ... y el calor, y es sensible a la acción de la luz ultravioleta. En presencia de ácidos fuertes y en los seres vivos se transforma en diedrín, el cual es más estable” (Características generales de los plaguicidas, s.f, p.9; FAO, 2000, s/p)

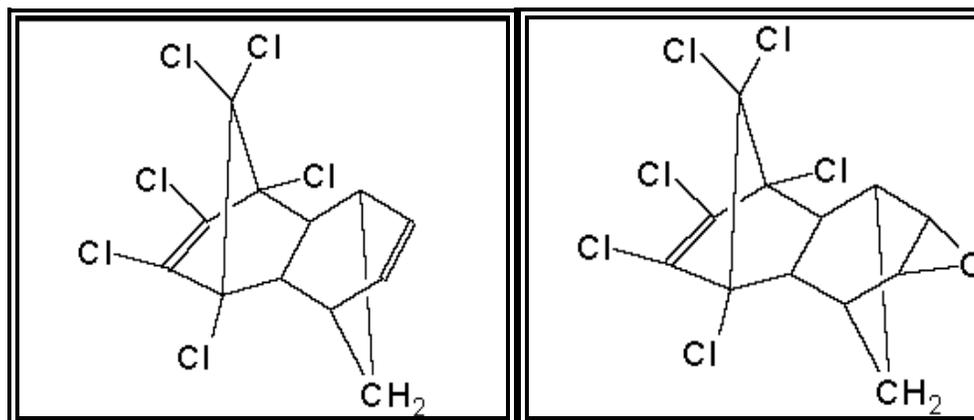
El aldrín está considerado con una persistencia moderada, ya que su tiempo de semidesintegración varía entre 20 y 100 días (FAO, 2000)

En relación con el movimiento del compuesto “en el agua y el suelo se volatilizan de la superficie. Se considera que los residuos de aldrín en la atmósfera durante la fase de vapor reaccionan con los radicales hidroxilos generados fotoquímicamente, con una semidesintegración estimada en 35 minutos” (FAO, 2000)

La ATSDR (2002) señala que la evaporación del dieldrín es lenta tanto en el suelo como en las aguas superficiales. No obstante, esta situación cambia en el aire, ya que ocurre una transformación del compuesto, creando fotodieldrín. (FAO, 2000)

Según la FAO (2000) cuando el dieldrín es liberado en el suelo se adhiere fuertemente a él, llegando a tener un periodo de persistencia de 7 años. Sin embargo, este proceso puede ser más acelerado en zonas tropicales. En este apartado infiere en como las condiciones climáticas y geográficas inciden en la acción de los plaguicidas organoclorados.

FIG. Nº 8. Formulación Química del Aldrín y Dieldrín



Fuente: Galli, C. (s.f., s/p)

El endrín o endrina como lo denomina la Agencia para sustancias tóxicas y el registro de enfermedades (ATSDR) es considerado un “insecticida usado principalmente en cosechas de campos de algodón. (González, 2003, p.126)

Referente a su movilidad la FAO (2000, s/p.) menciona que:

(...) “su escasa solubilidad en el agua y su fuerte adsorción hacen que la lixiviación en aguas subterráneas sea poco probable. Se considera que el endrín mantiene una ligera movilidad en el suelo.”

El endrín parece ser resistente a los procesos de biodegradación, ya que se han descubierto periodo realmente largos, con relacion a su acción, variando entre los 4 y 14 años FAO (2000, s/p.). Los procesos de volatilización que se pueden generar a partir de este producto, indica que las cantidades que se movilizan son pequeñas y la ATSDR (2002, s/p.) señala que las veces que se ha

encontrado este producto en el sustrato aire a sido cuando se ha aplicado en los campos de cultivo

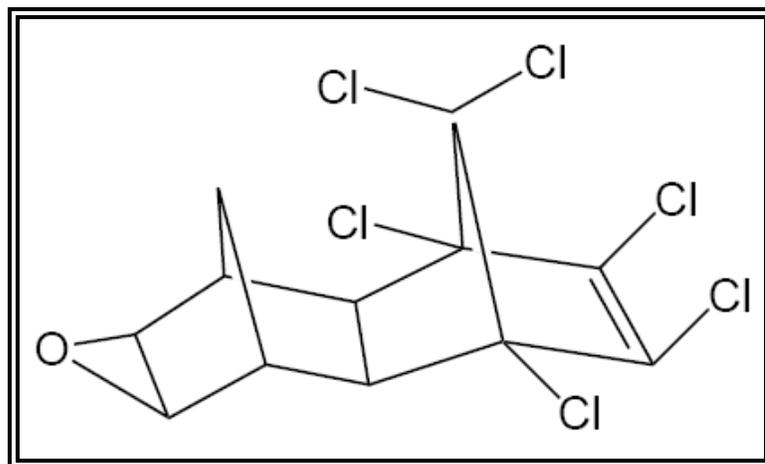
Con relación a los subproductos en los que se puede descomponer esta sustancia la Agencia para sustancias tóxicas y el registro de enfermedades (ATSDR, 2002) indica que:

“la endrina también puede degradarse cuando se expone a altas temperaturas o a la luz, formando principalmente cetona y aldehído de endrina.” (s/p.)

No obstante el destino de estos compuestos es desconocido:

“cuando se liberan al medio ambiente. Sin embargo, la cantidad de endrina que se degrada a aldehído o a cetona de endrina es muy pequeña.” (ATSDR, 2002, s/p.)

FIG. Nº 9. Formulación Química del Endrín



Fuente: Rivero y col.(s.f., p.18)

CAPITULO II

CONTAMINACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE POR PLAGUICIDAS Y SUS EFECTOS EN LA SALUD

El problema de la contaminación ambiental, ha tomado un puesto considerable en las políticas internacionales y en las acciones gubernamentales, con el fin de proteger el planeta y la salud humana. Debido a la utilización de sustancias químicas, tanto para fines agrícolas como industriales, se han generado problemas en diversos ecosistemas, debido a su proliferación por el planeta. (RAP-AL, s.f., s/p.)

Según Jara (s.f., s/p.), la incorporación de plaguicidas al ecosistema se da por aplicación directa en los cultivos, pero también por distintos accidentes químicos que pueden provocarse a través de derrames o mal manejo de estas sustancias. Es por ello, que un gran número de plaguicidas es esparcido de manera indiscriminada, contaminando distintas partes del ecosistema (Rodríguez, y otros, p.127). Edmunds (2001, pp. 21-22) señala que estos son los compuestos potencialmente más tóxicos y que son incorporados de manera voluntaria al medio ambiente.

“Al introducirlos en el medio ambiente pueden seguir diversos caminos: atmósfera, suelo y agua, pudiendo intercambiarse de un sistema a otro formando un ciclo” (García, I. s.f, s/p.) Los compuestos presentan diversos comportamientos en el medio ambiente, así como algunos disminuyen, otros aumentan, como es el caso de los plaguicidas organoclorados. (Dorronsoro, s.f, s/p.)

Otro problema asociado a la contaminación generada por los plaguicidas es el transporte que tienen a lo largo del planeta, ya que se ha comprobado su existencia en zonas tan remotas como los polos. (Edmunds, 2001, p.6)

Esto se ve reflejado en lo que plantea Edmunds (2001, pp.11-12) donde “las diferentes sustancias contaminantes del suelo se transfieren a la atmósfera mediante fenómenos de evaporación, al agua subterránea por infiltración de lixiviados, al agua superficial por escorrentía y a las plantas por incorporación a través de las raíces o por absorción”.

Yagguen y otros (2003, p.51) señalan que en este proceso se puede presentar la contaminación de dos formas:

- **Puntual:** esta contaminación puede ser provocada por la acción directa del plaguicida, ya sea por aplicación en campos de cultivo o por diversos accidentes químicos que pudieran ocurrir con el manejo de esas sustancias.
- **No Puntual:** esta contaminación es producida por las consecuencias a largo plazo que presenta la aplicación en campos de cultivo y dichos accidentes.

2.1 Contaminación del Suelo

De los recursos más importantes que existen en el planeta, el suelo ocupa un lugar primordial. Sin embargo, la contaminación del suelo, generada por el actuar irresponsable del hombre ante la utilización masiva de plaguicidas y otras

sustancias químicas, ha contribuido a su deterioro, además de modificar su habitual funcionamiento como “componente ambiental”. (Jiménez, 1998, p.41)

Dorronsoro, y otros (s.f., s/p.), plantea que:

“un suelo contaminado es aquél que ha superado su capacidad de amortiguación para una o varias sustancias, y como consecuencia, pasa de actuar como un sistema protector a ser causa de problemas para el agua, la atmósfera, y los microorganismos.”

Según Albert (s.f., p.374), existe una serie de factores que influyen en el comportamiento y destino que tienen los plaguicidas desde el momento que entran en contacto con el suelo, ellos suelen ser dependientes de:

- El suelo y de las diversas características que este puede presentar como son la humedad, el pH, temperatura, entre otros.
- El plaguicida y de sus respectivas características, como pueden ser su grado de estabilidad ante los distintos tipos de degradación y naturaleza química

La incorporación de sustancias químicas al suelo, depende en gran medida de textura del suelo, que tiene relación con las fracciones granulométricas que este presenta, Grez y otros (2001, p.7) señala que es la cantidad de limo, arcilla y materia orgánica que componen el suelo.

Para determinar el grado de adsorción de los plaguicidas al sustrato suelo, García y otros (s.f.,s/p.) postula que:

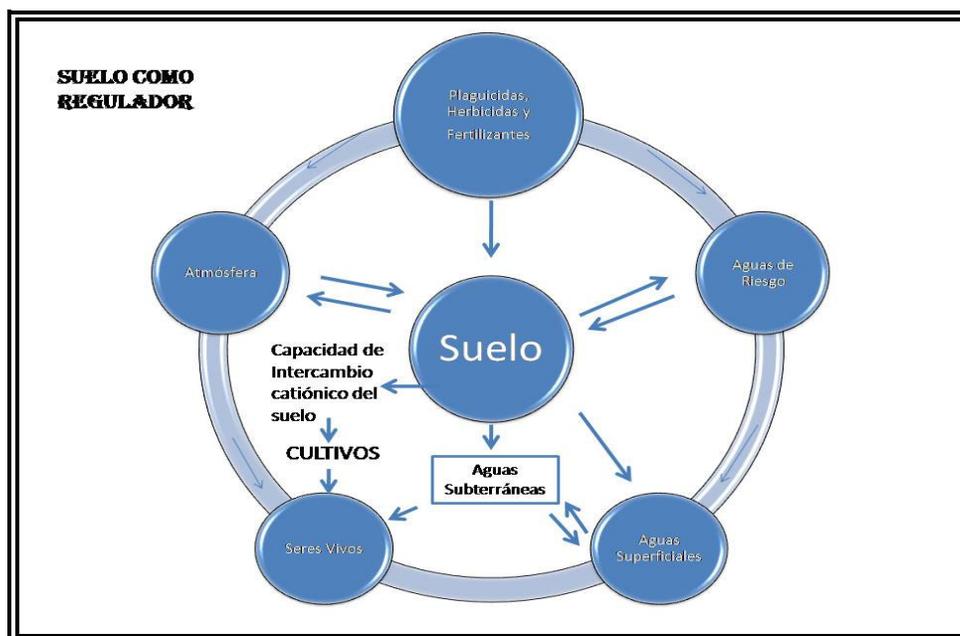
(...) “las estructuras granulares presentan una elevada porosidad y favorecen la volatilización, oxidación y transporte del plaguicida; similares resultados dan los suelos de textura gruesa.”

Mientras que Henríquez (2006), atribuye al contenido:

(...) “de arcilla, materia orgánica, tipo de arcilla y humedad, el rol de actuar como factores que intervienen en el proceso de adsorción de estos compuestos orgánicos”(p.143)

A través de la figura N° 10, se observa como se genera un ciclo en el suelo, debido a la incorporación de sustancias tóxicas, en este caso, plaguicidas organoclorados. La adhesión de estos químicos a la superficie desencadena una serie de otros procesos que movilizan las sustancias a distintos compartimentos ambientales, llegando así a los seres vivos. De esta manera se generaliza el problema de la contaminación.

FIG. Nº10. SUELO COMO REGULADOR



Fuente: García, I.(s.f.s/p.)

2.2 Contaminación del Agua

La contaminación del agua por plaguicidas genera un gran impacto ecológico, ya que no afecta la disponibilidad del agua, es decir, su cantidad como lo plantea Parra y otros (2003, p. 117), si no que limita sus usos, ya que, altera la calidad de dicho recurso.

La utilización de los plaguicidas en las actividades agrícolas trae consigo un problema para el agua, debido a su incorporación al ciclo hidrológico, generando una contaminación difusa, siendo en ocasiones no degradable (Parra y otros, 2003, p.177). Varas (2003, p.1) menciona la dificultad que se genera al ser una contaminación difusa, pues es difícil identificar el lugar originario de este problema, siendo más difícil atacarlo.

El complejo panorama que genera la incorporación de plaguicidas al agua es mayor que el que se da en el suelo, ya que se difunden con mayor rapidez por el medio, llegando a alcanzar lejanos lugares en corto tiempo. (García, J.P. 2002, p.29). Esta rapidez es lo que Varas (2003, p.1) denomina “vehículo de contaminantes”.

Sin embargo, Varas (2003, p.1) indica que el proceso de contaminación de las aguas puede presentarse en los sectores medios de los cursos de agua, siendo más propensos a la contaminación a lo largo de su recorrido. Destaca a su vez, que los cursos altos, tienen la probabilidad de presentar aguas de mejor calidad.

Es indudable que los plaguicidas presentan efectos negativos en el medio donde se encuentren, en los medios acuáticos recae tanto en el agua como los sedimentos, además de los organismos bióticos que conforman el sistema. Unido a esto, está la cantidad de plaguicida y el grado de toxicidad que éste presenta. (Albert, s.f, p.372)

Al entrar al agua el plaguicida se comporta de distinta manera dependiendo de la profundidad en la que se encuentre, siendo distinto el grado de contaminación que se genera. Según Edmunds (2001, p.9) esta puede presentarse de dos formas:

En aguas superficiales, donde el contaminante suele moverse más rápido, facilitando la recuperación de las aguas. El plaguicida puede presentar una mayor capacidad para la descomposición.

- En aguas subterráneas, es un caso más complicado debido a su difícil detección, su impacto suele ser mayor, debido a que los procesos de degradación no se facilitan mayormente.

Con relación a los tipos de contaminación Varas (2003, p.1) menciona que existen diversos tipos de contaminación acuática, siendo la microbiológica y la química las más difíciles de eliminar. En esta última se enmarcan los plaguicidas.

La FAO (1997, s/p.), manifiesta que la calidad del agua está asociada con diversos factores, principalmente al ingrediente activo del plaguicida, éste puede presentar impurezas que constituyen una contaminación; puede mezclarse con otros aditivos y puede producir otros productos originados por los procesos de degradación que puede presentar el ingrediente activo.

Es importante nombrar la contribución que hace el suelo a la contaminación de las aguas, debido a la erosión que en él se desarrolla. Este proceso trae consigo el arrastre de sedimentos que a su vez pueden traer diversos químicos de los plaguicidas que se aplicaron en esos terrenos, aumentando el grado de contaminación. (García, J.P., 2002, p.30)

2.3 Contaminación de la Atmósfera

“El aire es uno de los compartimentos ambientales más relevantes para el hombre, ya sea que se considera como un bien común indispensable para la vida” (González, 2003, p.127)

La contaminación atmosférica es otro proceso causado por las actividades del hombre en el planeta y también se reviste de carácter complejo. Zaror (2003, p.209) señala que ésta ocurre cuando en el aire existen concentraciones que son los suficientemente altos como para afectar la vida de la población y de la naturaleza.

Esta puede producirse por múltiples motivos, como los gases emitidos por el transporte, la acción de las industrias o incluso la evaporación de aguas contaminadas (Condarco, 2008, p.15). Sin embargo, una vez que son introducidos a la atmósfera suelen pasar por diversos procesos como son de transporte y transformación, produciendo una dispersión de los contaminantes. (Zaror, 2003, p.214)

El dinamismo que presenta la atmósfera, relacionado con todos los cambios que en ella ocurren, movimientos de masas de aire, altas y bajas presiones generan diferencias en la latitudes a lo largo del planeta. (Zaror, 2003, p.205)

Por ello, la acción del clima es fundamental en la dispersión y movimiento de los plaguicidas por el planeta, ya que son químicos volátiles (Edmunds, 2001, p.6; García, J.P, 2002, p.31) complementa esto al mencionar que el 95% de los plaguicidas fumigados no alcanzan el objetivo, produciéndose de esta manera una contaminación tanto en la vegetación del lugar como en el suelo.

La importancia de la contaminación atmosférica, es que ha contribuido, según González (2003, p.127) a la proliferación de distintas enfermedades respiratorias tanto agudas como crónicas.

2.4 Efectos de la contaminación por plaguicidas organoclorados en la cadena trófica.

El problema de la contaminación ambiental no solo recae en el deterioro de los ecosistemas que lo conforman, si no en las altas concentraciones de químicos que afectan a la cadena trófica y los organismos que la componen (Ander- Egg, 1982, pp.87-88; Jara, s.f., s/p)

Nahimira y otros (s.f., p.26) menciona que una cadena trófica es un conjunto de redes que están interconectadas entre sí. Se produce un intercambio de energía entre los eslabones, esto queda reflejado en quien se come a quien.

La acción de los plaguicidas en un determinado medio puede provocar dos efectos, uno denominado primario, se refiere a es la acción directa del plaguicida sobre la especie, destruyéndola o disminuyéndola, y el otro problema denominado secundario, hace referencia a los efectos que puede generar en el hábitat de la especie, llegando en ocasiones a destruirlo y por ende, provocando la desaparición de la especie. (Características generales de los plaguicidas, s.f, p.22)

La aplicación de plaguicidas en distintos lugares provoca la bioconcentración de estas sustancias en las especies. Las vías de ingreso pueden ser variadas, entre ellas está la inhalación, la absorción dérmica, y la acción que tienen miles de plantas y raíces, además de los microorganismos que la incorporan a través de sus procesos (Calva y otros, 1998, p.40)

2.4.1 Cadenas Tróficas

2.4.1.1 Sistemas Acuáticos y Plancton

Con relación a los ecosistemas acuáticos, la situación es similar, ya que este también presenta diversas formas de macro y microvida (zooplancton, fitoplancton) y éstos se ven afectados de alguna forma por los plaguicidas organoclorados.

Como se mencionó con anterioridad, al ingresar el plaguicida al ecosistema acuático este se difunde con rapidez y hace que llegue de la misma manera a todos los elementos que componen este ecosistema. Sin embargo, estas especies tienen una doble entrada de plaguicidas a su organismo, ya que lo captan a través de agua contaminada y lo introducen por vía digestiva al organismo al consumir otros animales o formas de microvida ya contaminadas por plaguicidas organoclorados. (García, J.P, 2002, p.45)

En el ecosistema acuático los organismos del plancton son fundamentales en los primeros niveles tróficos, la acción de los organoclorados en estos niveles, puede generar serios problemas en el funcionamiento de las redes (Albert, s.f.,p.375). Estas formas de microvida son:

“los responsables de convertir en materia orgánica animal la gran mayoría de las proteínas, carbohidratos y lípidos que son sintetizados por el fitoplancton, por medio de la fotosíntesis”
(Instituto Español de Oceanografía, 2003, s/p.)

Las concentraciones de plaguicidas organoclorados afectan considerablemente la vida acuática, llegando también a reducir especies menores como larvas y crustáceos, siendo afectadas las especies más jóvenes que las adultas (Características generales de los plaguicidas, s.f). Además provocan la bioconcentración de estas sustancias en las especies, aumentando la posibilidad de persistencia en los eslabones superiores. (Pastor, 2002, p. 21)

2.4.1.2 Especies predatoras y No predatoras de los Sistemas Acuáticos

Para la macrovida acuática, constituida por invertebrados, peces y algas superiores, el panorama es más complejo, porque los dos últimos son los que presentan mayor susceptibilidad a los plaguicidas organoclorados. (Características generales de los plaguicidas, s.f, p.23)

De la gama de plaguicidas organoclorados que llegan al sistema acuático, el endrín es el más venenoso para los organismos (García, J.P, 2002, p.73), mientras que el resto de los plaguicidas tiende a mostrar toxicidades intermedias (Características generales de los plaguicidas, s.f, p.24)

Sin embargo como lo plantea (Características generales de los plaguicidas, s.f, p.24) cuando las cantidades de tóxicos son inferiores a los umbrales establecidos, los peces acumulan en sus tejidos grasos los compuestos de los plaguicidas, desencadenando el proceso de bioacumulación.

Los efectos que pueden presentar estos organismos se ven reflejados en su comportamiento, ya que lo modifican llegando a atacar a otras especies o convertirse en la presa de otras. Los cambios morfológicos afecta sus órganos

vitales y su metabolismo puede presentar alteraciones a nivel celular (García, J.P., 2002, p.85)

Otro efecto al que se ven expuestos los peces es que la:

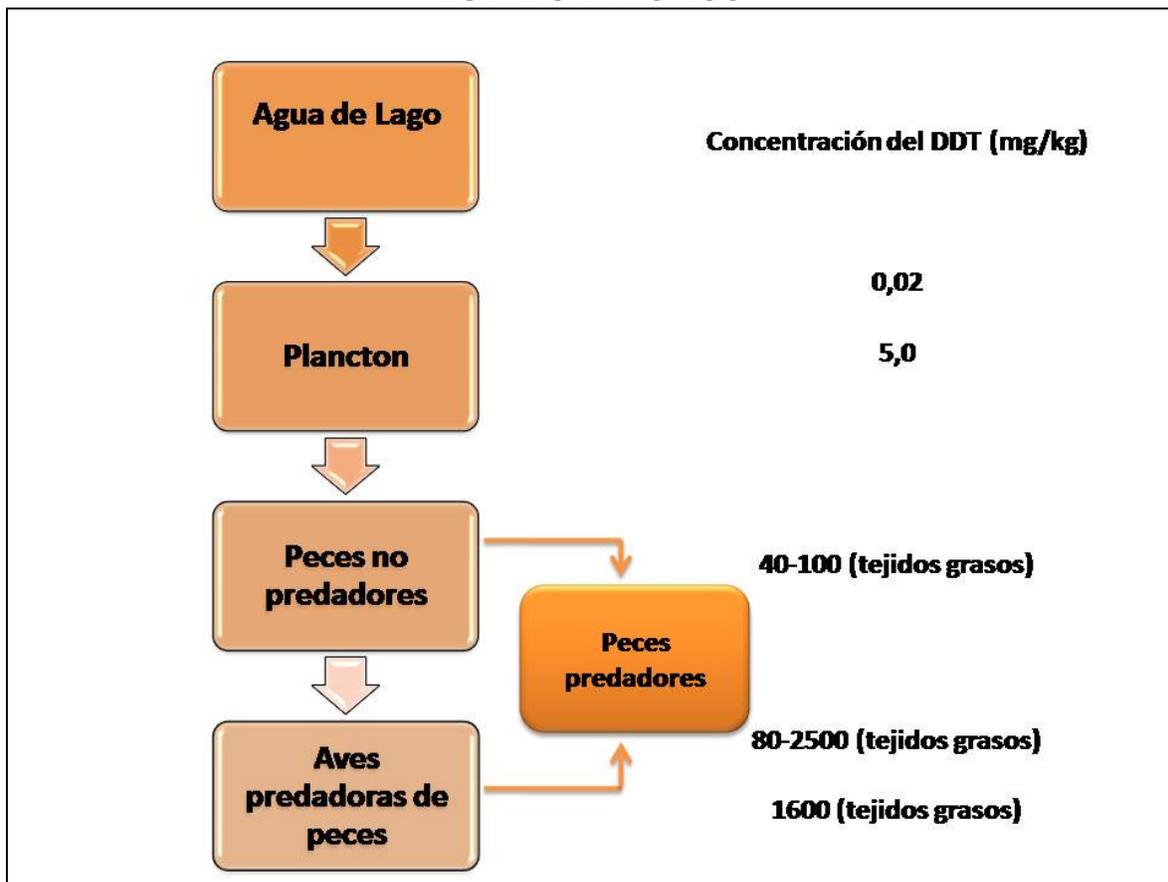
(...) “exposición a concentraciones subletales se vio que incrementó la actividad respiratoria, resultando en un incremento de la ventilación y por lo tanto, un incremento en la absorción del tóxico.” (García, J.P, 2002, p. 87)

2.4.1.3 Sistemas Terrestres: Aves Predadoras

Es necesario mencionar que la sensibilidad a los compuestos organoclorados es relativa al eslabón trófico en que se encuentren las especies según lo planteado en “Características generales de los plaguicidas” (s.f, p.24) los anfibios serán más susceptibles que las aves, pero éstas a su vez, lo serán más que los mamíferos.

La figura N° 10 muestra la concentración de DDT y el aumento que éste presenta a medida que se llega a los eslabones superiores. Se aprecia como los kilogramos que tiene el animal influyen en el aumento de la retención de la sustancia química en los tejidos grasos. En los eslabones superiores se encuentran las aves, éstas presentan diversos problemas reproductivos debido a la concentración de plaguicidas organoclorados en su organismo.

FIG. Nº 11. AUMENTO DE LAS CONCENTRACIONES DE DDT SEGÚN ESLABÓN TRÓFICO



Fuente: González, 2003, p.123

El DDT a sido señalado como el causante de múltiples alteraciones en el sistema reproductivo de las especies, siendo su metabolito el DDE, el que produce el adelgazamiento de los cascarones de los huevos (Calva y otros, 1998, p.40), ya que estas sustancias interferirían en el metabolismo del calcio (García, J.P, 2002, p.16)

2.4.1.4 Mamíferos Predadores

A medida que se van alcanzando los eslabones superiores de la cadena trófica los niveles de bioacumulación de plaguicidas en las especies va aumentando, ya que son muchas las entradas que puede tener al organismo quedando en evidencia la biomagnificación de este proceso.

Según “Características generales de los plaguicidas” (s.f, p.25) a medida que aumenta el mg de plaguicida por kilogramo de peso de la especie, éste va generando diversas reacciones metabólicas en el cuerpo de la especie, haciéndolo así menos susceptible a otro tipo de plaguicidas.

2.4.2 Contaminación por plaguicidas en la Cadena Trófica. Casos chilenos

La presencia en Chile, de plaguicidas organoclorados en los organismos que componen la cadena trófica es indiscutible. Diversos estudios realizados a lo largo de todo el territorio, comprueban la existencia de sustancias químicas, tanto en plantas como animales. (CONAMA, 2005 b, pp.40-41).

Con relación a los sistemas acuáticos estos se encuentran contaminados por COPs, esto queda al descubierto con un estudio realizado por la EULA- Chile en 1998, donde se encuentran estas sustancias en el río Cautín y sus afluentes. (CONAMA, 2005 b, p.69)

Esto no solo afecta a los cursos de agua si no a las especies que en estos lugares habitan. Un estudio efectuado en el río Bío bío demostró la presencia de sustancias organocloradas, tanto en aves como en peces que vivían en este ecosistema, según Focardi, et.al en 1996 (CONAMA, 2005b, p.75).

La presencia de estas sustancias químicas se ve hasta en los animales que se encuentran en criaderos como son los salmones, los que en un estudio en realizado en 2002, reveló la existencia de dieldrín en las especies. (CONAMA, 2005B, P.74)

Caso similar sucede con unos estudios realizados a los jureles en Concepción y Temuco, en 1978 y 1986, respectivamente (CONAMA, 2005b, pp. 70.71)

La presencia de COPs en huevos de gaviota se comprobó en un estudio realizado por Muñoz et. Al en 1999 (CONAMA, 2005b, p.75), donde se extrajeron muestras en algunas regiones del país (V, VIII, X, XII), presentando valores más significativos las que tenían una tendencia agrícola.

Otro estudio realizado a huevos de criadero, “analizó 80 muestras en 1986” (CONAMA, 2005 b.p.61), en 8 centros procedentes de la Región Metropolitana, de los cuales 6 presentaron muestras de dieldrín en concentraciones bajas. (p.61)

Las aves de corral han presentado acumulación COPs debido a que sus alimentos contienen dieldrín y aldrín, según un estudio realizado por la INIA entre 1987-1990. Además de encontrar estas sustancias en la “grasa abdominal de gallinas de productores industriales de huevos de la RM” (CONAMA, 2005 b, p.66)

Con relación a los mamíferos diversos estudios (Ministerio de Salud, 1982 b; Pinto et. Al, 1986 y 1987 a; Montes et.al, 1987 y 1988; Pinto et. Al, 1987b y 1999 a; INIA, 1990; UNEP/GEP, 2002) realizados en estos últimos 30 años han demostrado la presencia de COPs, en los animales, ya sea en sus grasa o sus productos como la leche y derivados, siendo más significativos en la zona sur, debido a su función de crianza de especies, aunque no es exclusivo de esa zona,

ya que los animales contaminados por plaguicidas organoclorados se encuentran en diversas regiones del país. (CONAMA, 2005b)

Por último, el suelo y las producciones que en él se desarrollan también se ven afectadas, sobretodo por ser labores agrícolas, las cuales requieren de los plaguicidas para fomentar la producción.

Para la detección de sustancias químicas en el suelo la INIA en 1986 y 1990 desarrolló una investigación de la ocurrencia de COPs en el suelo, comprendiendo de la V a la XI región, el resultado arrojado, fue que el Dieldrín y DDE se encontraban en mayor cantidad en las muestras. (CONAMA, 2005 b, p.67)

Con relación a las producciones agrícolas, unos estudios realizados por la INIA en 1986 y Ciudad et.al en 1987, demuestra como las regiones Metropolitana, V y VI región ven sus producciones de exportación afectadas por la presencia de dieldrín y aldrín (CONAMA, 2005b, p.63)

SERNAC en 1995 ordenó hacer un estudio en las regiones IV, V y VI, para analizar diversas “frutas y hortalizas de consumo interno” (CONAMA, 2005b, p.65), y detectar residuos de plaguicidas, pero no se encontró ninguna sustancia química en las especies seleccionadas. (p.65)

Como se puede apreciar la expansión de los plaguicidas organoclorados afecta todos los compartimentos ambientales y las respectivas especies que en ellos habitan. Concluyendo una visión general del país, las consecuencias de los plaguicidas se verán más en profundidad en el capítulo III, según las regiones seleccionadas para esta investigación.

2.5 Los COPs y su acción en la Salud Humana

Los humanos están diariamente en contacto con plaguicidas y sustancias tóxicas en general, la exposición a los plaguicidas provoca que éstos sean acumulados de tres formas, la oral (por ingestión), la inhalación (a través de las vías respiratorias) y la dérmica (a través de la piel). (Calva y otros, 1998, p.12; Condarco, 2008, p.52; Córdoba, Martín y Yélamos, s/f., s/p; Waliszewisk, Herrero y Cantú, 2008)

Sin embargo, la vía digestiva es la que pasa a tomar un puesto importante a la hora de considerar el ingreso de plaguicidas al cuerpo humano, quedando evidenciada en los niveles de biomagnificación de estas sustancias. La vía respiratoria también tiene un lugar importante, y ésta se relaciona principalmente con las actividades económicas que realiza el hombre, básicamente faenas agrícolas.

La CONAMA (2005b, p 32) señala que con relación a los efectos que se producen por la exposición a estas sustancias, pueden encontrarse divididas en dos formas, alcanzando la muerte si no son tratadas a tiempo.

- Intoxicaciones agudas, se refiere al tipo de intoxicaciones que se presentan de manera inmediata o en un período no mayor a las 24 horas, ante la exposición al plaguicida, las manifestaciones clínicas dependerán del producto y del grado de exposición. En la mayoría de los caso afecta al sistema nervioso y digestivo.

Este tipo de intoxicación presenta un cuadro clínico compuesto por diversas patologías

“es común la aparición de cefalea, astenia, eritema, prurito, rinitis, conjuntivitis, fiebres, dificultades respiratorias, etc. (Kish y col (1995); López y col (1998)” (Pastor, 2002, p.23)

- Intoxicaciones crónicas, se produce cuando los síntomas se hacen permanentes debido a la exposición continua a plaguicidas organoclorados. Sus efectos son generalizados en gran parte del organismo.

Las secuelas más trascendentales son:

“los daños neurológicos, neuro-conductual, inmunitario, reproductivo (infertilidad, abortos, partos prematuros), en el desarrollo (malformaciones congénitas, muerte fetal, muerte post natal), de hígado, de los genes y el cáncer” (CONAMA, 2005 b, p.33; Condarco, 2008, p.59)

Es así como el funcionamiento del cuerpo se ve alterado por la incorporación de estas sustancias químicas. Los procesos hormonales se ven afectados por que dejan de cumplir sus funciones de: “síntesis, secreción, transporte, unión y acción o eliminación de hormonas” (Martínez, González, Belmonte y Garrido, 2004) generando un desequilibrio en el cuerpo humano, es por ello que estas sustancias son conocidas también con el nombre de disruptores hormonales o endocrinos.

El almacenamiento de organoclorados en el cuerpo humano se genera en los tejidos adiposos por la liposolubilidad que presentan estas sustancias. Al ingresar al organismo pueden permanecer inactivos, pero en el momento en que

las reservas de grasa comienzan a disminuir, comienza un movimiento que los lleva al torrente sanguíneo, llegando a provocar efectos tóxicos, dependiendo de la concentración (CONAMA, 2005b, p.23; p.32; Córdoba y otros, 2004, s/p.; RAP-AL, s.f., s/p.)

Pastor (2002, p.19) menciona que:

(...) “en el momento de almacenar los plaguicidas en el cuerpo, aparte de la eficiencia de la absorción del compuesto, también son importantes la edad, el sexo, la especie, el estado del hígado y los riñones, la alimentación, etc.)”

Con relación a esto, la CONAMA (2005b, p.23) menciona que la edad de la persona es súper importante en el momento de la exposición a los plaguicidas organoclorados, siendo biológicamente más vulnerables los extremos, o sea, tanto bebés en gestación como ancianos.

Las alteraciones provocadas al sistema nervioso por la acción de los plaguicidas organoclorados, puede generar cambios neuroconductuales en niños (Sunyer y Ribas-Fitó, s.f., s/p.). Además su acción “se produce un aumento de la excitabilidad de la membrana celular, por ello facilita la transmisión del impulso nervioso” (Córdoba y otros, 2004, s/p.)

Para que los organoclorados lleguen a los niños debe crearse una transferencia de estas sustancias, la más importante es la que se genera entre madre e hijo durante el período de lactancia. Según varios autores las vías principales son la placenta y la leche materna (Calva y otros, 1998, p.42; CONAMA, 2005 b, p.21; Condarco, 2008, p.52; Sunyer y otros, s.f., s/p.)

Calva y otros (1998, p. 42) menciona que se han descubierto distintos plaguicidas organoclorados en el suero y la leche materna. Esto genera una preocupación en relación a la concentración de estas sustancias, ya que no hay que olvidar que el ser humano es el último eslabón trófico.

La CONAMA (2005b, p.151) señala que las concentraciones de plaguicidas en la leche materna son muy elevadas en los primeros días de lactancia. Estas concentraciones presentan una relación con la edad de la madre, mostrando una tendencia a ser mayores a medida que aumenta la edad de la mujer, “como una expresión del fenómeno de bioacumulación en humanos” (p.151)

Como se aprecia este proceso afecta al ser humano desde la organogénesis, debido a la exposición de los fetos a este tipo de sustancias acumuladas en la placenta (Waliszewisk, y otros, 2008, s/p.), llegando al mundo con un grado de acumulación de plaguicidas en su cuerpo, mucho antes de ingerirlos a través de los alimentos contaminados.

Como se mencionó con anterioridad el feto o recién nacido es más susceptible ante la exposición de los COPs, siendo más difíciles para él generar procesos de desintoxicación o liberación de estas sustancias de su cuerpo, que según lo que expresa la CONAMA (2005b, p.151), comienza a darse cuando tiene 3 a 4 años de edad.

Otro problema asociado a la concepción de la mujer, se produce con la incorporación de DDT al organismo, ya que su acción puede producir un aumento de los niveles de estrógeno y progesterona, lo que puede desencadenar en aborto. (Calva, 1998, p.42; CONAMA, 2005b, p.151)

Además de los problemas anteriormente mencionados, los plaguicidas “pueden traslocarse (traspasarse) al feto por medio del cordón umbilical” (Calva y otros, 1998, p. 42). Ésta, según Pastor (2002, p.20) es una forma de desintoxicación por parte de la madre.

Según Waliszewisk, y otros (2008, s/p.) los problemas que presenta la mujer se debe principalmente a que es más propensa a acumular tejidos grasos que el hombre, y por ende, tiene mayor capacidad de retención de sustancias químicas como los plaguicidas.

El cáncer es otro problema asociado a los plaguicidas organoclorados. Según la CONAMA (2005b, p.33) el cáncer al hígado es el que ocupa el primer lugar en relación a los plaguicidas, seguido por el cáncer a la tiroides, por mencionar los más relevantes.

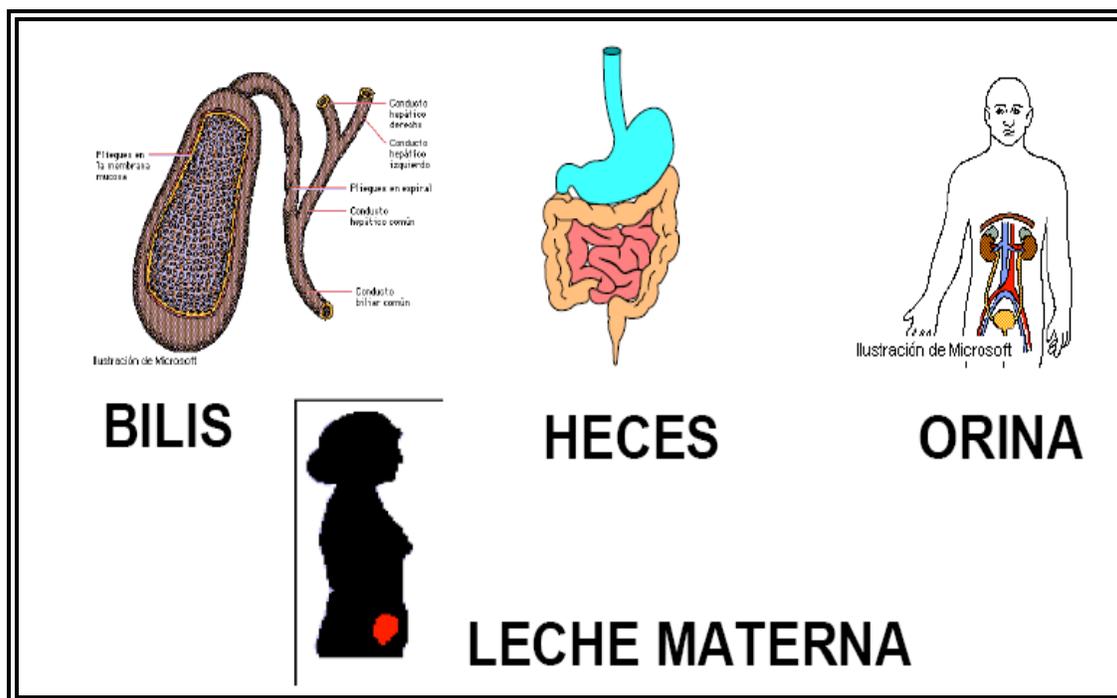
El cáncer al hígado se presenta primordialmente por que:

(...) “el metabolismo de los Organoclorados se lleva a cabo lentamente en el hígado por acción de las enzimas microsomales, transformando así a las moléculas liposolubles en hidrosolubles que sí pueden ser eliminadas por el riñón”
(Condarco, 2008, p.52)

La RAP-AL (s.f, s/p.) menciona que los plaguicidas al ser excretados por vía biliar tienden a ser absorbidos por los intestinos, de esta forma se alargan sus efectos, debido a que su vida biológica aumenta.

La excreción de estas sustancias es una forma de liberación o depuración que tiene el cuerpo humano, ésta suele ocurrir por diversas vías, ya sea a través de la orina o las heces, la leche en el caso materno y secreciones dérmicas (Pastor, 2002, p.20). La figura 9 de Rivero y otros (s.f., p. 28) Grafica las vías de excreción que tiene el cuerpo humano.

FIG. Nº12. Mecanismos de depuración del cuerpo humano



Fuente: Rivero y otros, (s.f.)

La CONAMA (2005b, p.32) señala dos tipos de exposición de plaguicidas organoclorados. Esta puede ser una exposición de tipo ocupacional, relacionada a las tareas agrícolas que desarrollan las personas, ya sea en la recolección de productos, como en la aplicación de los plaguicidas. El otro tipo de exposición, es denominada no ocupacional y tiene estricta relación con la incorporación de plaguicidas al cuerpo a través de los alimentos o aguas contaminadas.

En concordancia con la exposición ocupacional, generalmente se da en las personas que manipulan estas sustancias químicas, como lo plantea Córdoba y otros (s/f., s/p.), ya que “la mayoría de las intoxicaciones son rurales”

Con relación a la exposición de tipo no ocupacional, las personas que tienen una dieta rica en productos que contienen grasas animales son las más perjudicadas,

lo mismo ocurre con dietas a base de mariscos y pescados (CONAMA, 2005b, p.23; p.151)

La CONAMA (2005b, p.151) señala las diversas implicancias que tienen los plaguicidas según sus vías de exposición. Los cuadros plantean los efectos, según el tipo de plaguicida con el que el hombre entra en contacto.

CUADRO N° 1. Efectos de los plaguicidas en las vías respiratorias

VÍAS RESPIRATORIAS	EFFECTOS
Aldrin/Dieldrin	En humanos se ha encontrado asociación pero no significativa con cáncer de vías biliares y de hígado, asociación significativa con cáncer rectal, sugerencia de asociación con cáncer de mama (p.154)
DDT	La absorción inhalatoria es pobre por presentarse en partículas grandes; no tiene trascendencia sistémica. Un estudio muestra cáncer pulmonar en trabajadores; en animales no se detecta cáncer (p.154)
Endrin	Hay pocos estudios por esta vía en humanos y animales (p.154)

CUADRO Nº 2. Efectos de los plaguicidas en las vías digestivas

VIAS DIGESTIVA	EFECTOS
<p>Aldrin/Dieldrin</p>	<p>En humanos no hay evidencias de efectos en hígado. En animales en cambio se encuentran variadas alteraciones bioquímicas y metabólicas en diversas especies y se han encontrado diversos efectos no carcinogénicos en gran parte de los sistemas y órganos y cáncer de hígado.</p> <p>Atraviesan placenta y se acumulan en líquido amniótico y feto, pero no hay evidencias en humanos de efectos adversos en el desarrollo, hay sugerencias que producen aborto y parto prematuro (pp.155-156)</p> <p>En humanos hay evidencias para cáncer de mama; en animales producen cáncer de hígado. (p.156)</p>
<p>DDT</p>	<p>El hígado humano no es especialmente susceptible a largo plazo por esta vía.</p> <p>Los principales efectos crónicos del DDT se centran en áreas reproductivas, del desarrollo y del cáncer, tanto en humanos como animales.</p> <p>En lo reproductivo, en humanos se describen abortos, ruptura prematura de membranas, prematuridad y partos de pretérmino, reducción tiempo de lactancia; en animales disminuye fertilidad y tiempo de lactancia, efectos tipo estrógeno y efecto antagonista en receptores de andrógenos, daño de espermios y de órganos sexuales.</p> <p>Atraviesa la placenta, en humanos</p>

	<p>exposición prenatal y exposición temprana del recién nacido afectan la talla en infancia y adolescencia (DDE)</p> <p>Respecto de cáncer, en humanos unos pocos estudios epidemiológicos dan resultados positivos salvo un estudio que encontró aumento significativo en mortalidad por cáncer de hígado.</p>
Endrin	Hay pocos estudios por esta vía (p.156)

CUADRO Nº 3. Efectos de los plaguicidas en la vía dérmica

VIA DERMICA	EFECTOS
Aldrin/Endrin	No existen estudios en humanos para buscar un efecto específico en glándulas endocrinas, sistema reproductivo, proceso del desarrollo ni ojos. (p.158)
DDT	Escasa o nula información en humanos... no hay evidencias en humanos ni animales de producción de cáncer por esta vía. (p.159)
Endrin	En general no hay estudios confiables de efectos crónicos en la mayoría de sistemas y órganos por vía dérmica tanto en animales como en humanos (p.159)

CAPITULO III

SITUACIÓN DE LOS PLAGUICIDAS ORGÁNICO PERSISTENTES EN CHILE

3.1 Convenios firmados por Chile y Organismos reguladores

En concordancia con las medidas internacionales tomadas en relación a los Plaguicidas Orgánico Persistentes, Chile firmó en el año 2001, para llevar a cabo las políticas establecidas en el Convenio de Estocolmo, en conjunto con otros 90 países. Éste convenio fue ratificado en el país en mayo del 2004. (Segger y otros, 2006, p.92)

Según lo planteado por Segger y otros (2006) la idea principal de este convenio es llevar a cabo un plan de reducción y eliminación de las sustancias químicas del medio ambiente, así como, crear nuevos plaguicidas que sean menos dañinos y prohibir la producción de los que son extremadamente tóxicos.(p.92)

La CONAMA (2005a, p.30) menciona que este convenio surge de la preocupación del daño que se estaba generando a escala humana y medioambiental generado por el proceso de bioacumulación.

Otro punto considerado en este tratado es el trabajo en conjunto que deben hacer tanto fabricantes de estos productos como los usuarios, la idea es manejar con responsabilidad el hecho de la creación como la aplicación de estas sustancias (CONAMA, 2005 a, p.8)

Segger y otros (2006, p.92) señala que los movimientos de estos plaguicidas están reglamentados por el Convenio de Basilea que tiene que ver con el transporte y eliminación de estas sustancias, creando un marco regulatorio para los movimientos de estas sustancias entre distintos países. Este fue uno de los primeros convenios de los que se han creado para regular el manejo de estas sustancias (RAP-AL, s.f., s/p.)

El convenio de Rotterdam ha sido creado también con el fin de proteger la vida humana y el ambiente, surge debido a las miles de personas que mueren por la acción de estas sustancias. El objetivo principal de este convenio:

“es promover la responsabilidad compartida y los esfuerzos conjuntos en la esfera del comercio internacional de ciertos compuestos químicos peligroso y plaguicidas, a fin de proteger la vida humana y el medio ambiente” (CONAMA, 2005 a, p.29)

La propuesta que plantea la Red de Acción en Plaguicidas y sus alternativas para América Latina tiene como objetivo principal la eliminación de los 12 COPs, denominados con anterioridad la “docena sucia”, estando ellos compuestos por químicos industriales, donde se encuentran plaguicidas como el DDT y el Aldrín.

En Chile el organismo que regula las normativas de la utilización de estas sustancias químicas, es el Servicio Agrícola Ganadero (SAG) éste ha implantado diversas resoluciones para el mejoramiento de la calidad del Medio Ambiente. El cuadro 4 muestra las resoluciones y las restricciones de los plaguicidas que conforman la Docena Sucia para Chile.

CUADRO N°4. Restricciones para los COPs eN Chile

FECHA Resolución Diario Oficial	PLAGUICIDA	TIPO RESTRICCIÓN	DE
N° 568, SAG, 29 mar 1977	DDT	Prohíbe aplicación en empastadas	
N° 4, SAG, 5 enero 1983 - 18 enero 1983	Aldrin Clordano DDT Dieldrin Endrin Heptacloro	Prohíbe aplicar en empastadas para alimentar animales. Prohíbe usar en granos, betarragas, chacarería, huertos y restos que sirvan de alimentos para animales.	
N° 639, SAG, 7 mayo 1984 - 9 mayo 1984	DDT	Prohíbe importación, fabricación, venta, distribución y uso	
- N° 1.437, SAG, 3 noviembre 1986 - 6 noviembre 1986	Aldrin Clordano DDT Dieldrin Endrin Heptacloro	Fija niveles máximos de residuos en empastadas para efectos de sanción	
- N° 2.142, SAG,, 19 octubre 1987 - 24 octubre 1987	Clordano Dieldrin Endrin Heptacloro	Prohíbe importación, fabricación, venta, distribución y uso.	

<p>Nº 2003, SAG, 22 nov1988 - 23 noviembre 1988</p>	<p>Aldrin</p>	<p>Prohíbe importación, fabricación, venta, distribución y uso.</p>
--	---------------	---

FUENTE: CONAMA, 2005b, p.137

3.2 Regiones Agrícolas: Ocupación de tierras, usos de plaguicidas y sus consecuencias en el medio

Chile presenta una economía basada en la extracción de materias primas, siendo la agricultura uno de los ejes principales para su desarrollo, el territorio presenta diversas áreas determinadas por esta actividad.

Es conocido que las tierras concentradas en la zona centro-sur del país son las más productivas en materia agrícola es por ello que se considerará desde la VI a la IX región para estudiar la acción de los COPs.

3.2.1 Región del Libertador Bernardo O`higgins

Esta región presenta una superficie de 1.633.462 ha, siendo utilizado un 426.418,8 ha en cultivos agrícolas. (Instituto nacional de estadísticas (INE), 2007). El mapa presenta las actividades primarias y secundarias que se desarrollan en la región. Muestra como las actividades agrícolas están marcadas por frutales, viñas y cultivos anuales, todos ellos se desarrollan cercanos a la carretera panamericana, asentados en la denominada depresión intermedia, situación que se verá reflejada en el resto de las regiones.

FIG. Nº 13. Actividades primarias y secundarias de la región del Libertador Bernardo O'Higgins



Fuente: www.educarchile.cl

Con relación a la producción destacan principalmente el cultivo de cereales, con un total de 56.266,30 ha cultivadas. Destacando el maíz, arroz y trigo blanco. (INE, 2007)

Según el Catastro Frutícola (CIREN, 2003, p. 9) perteneciente a esta región las principales especies cultivadas en esta región son el ciruelo japonés, el

manzano rojo, el nectarino y la vid de mesa, ya que presentan la mayor producción según número de hectáreas cultivadas. Siendo la superficie utilizada de 77.967,35 ha (INE, 2007)

El censo Agropecuario (INE, 2007) señala en relación con las áreas forestales el total de hectáreas plantadas es de 73.290,45.

El Censo Agropecuario (INE, 2007) señala que en la región existe un total de 36.361 personas de ambos sexos que trabajan de forma permanente en las faenas agrícolas. Y presenta también un movimiento de personas que trabajan de manera esporádica en estas faenas de 266.692 entre junio de 2006 y abril de 2007, siendo las temporadas altas, entre diciembre y abril las que presentan mayor cantidad de gente. Por otro lado, el mayor número de trabajadores fue masculino.

3.2.1.1 Principales efectos producidos por los plaguicidas en la región del Libertador Bernardo O`higgins.

Cuando la prohibición del DDT todavía no era dictada en Chile, esta región mostraba altos valores de DDT en la leche y grasas humanas, presentando entre los años 1977 y 1980 un aumento en los niveles de estos productos en el humano. Sin embargo, después de que se dictó la prohibición de este plaguicida, el descenso fue paulatino. (CONAMA, 2005 b, p.42)

Rozas (1998) señala que estudios han demostrado que en esta región se ha observado un deterioro en la salud de sus habitantes, viéndose esto reflejado

en el aumento de una serie de patologías como lo son malformaciones congénitas, cardiopatías y cánceres, además de los abortos espontáneos.

Un seguimiento realizado en el Hospital de Rancagua, VI región, entre los años 1975 y 1990 sobre la prevalencia de malformaciones entre 10.000 nacidos vivos, se encontró que la tasa de malformados aumentó desde 1,93 a un 3,6% (MINSAL, 1999). De dicho aumento, el 93% de los casos se trata de madres temporeras o parejas de obreros que han estado expuestos a agro-tóxicos (Bustamante y Campos, s.f., s/p.)

La zona de Rancagua es representativa en esta situación, ya que otros estudios realizados entre los años 1988 y 1990 detectaron que la:

“prevalencia de malformaciones múltiples mayores es de 3,6 por 1.000, muy por encima del promedio nacional que en el mismo período era de 1,93 por mil”. (Rozas, 1998, s/p.)

Todos esos casos correspondían a temporeras que trabajan en la recolección de fruta.

La CONAMA (2005b, p.49) extrae de un estudio realizado por el Ministerio de Salud en 1994 donde se analizaron muestras, en un período de 11 años, de alimentos grasos derivados de animales, como son el queso, leche y mantequilla en ellos se encontraron muestras de DDT, Dieldrín y Endrín.

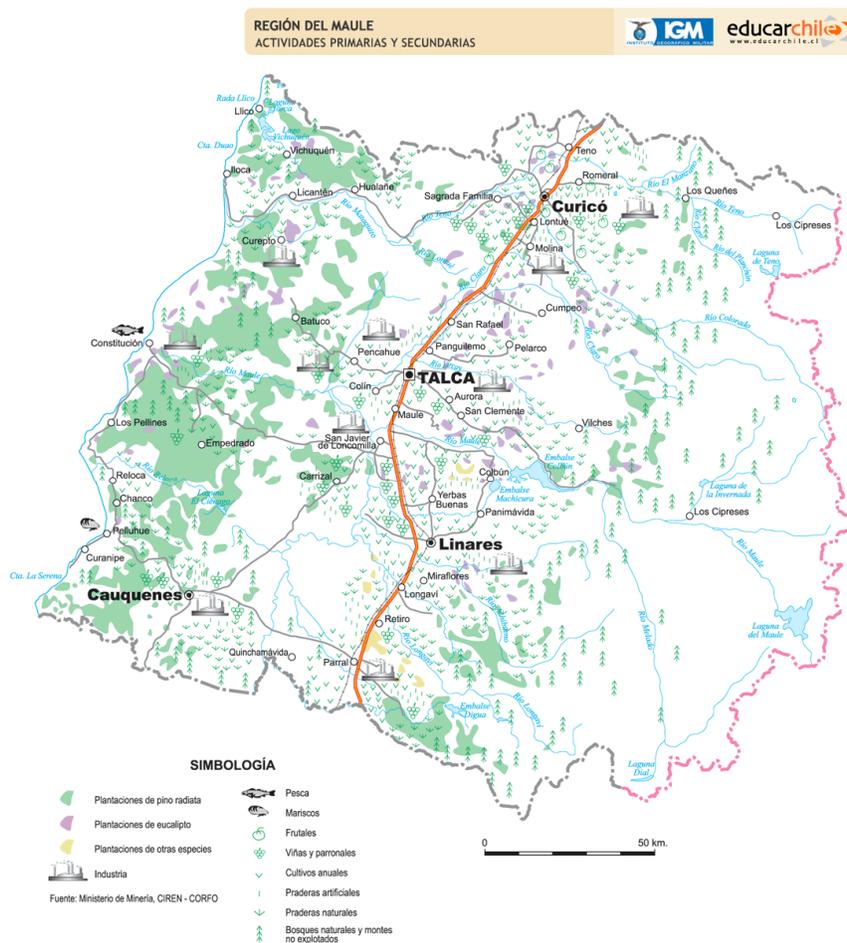
En la compilación de estudios realizada por la CONAMA se muestra que los trabajadores expuestos a los plaguicidas en 1982 señala que los obreros de esta región presentaban en su sangre niveles 4 veces mayor por sobre las otras zonas

agrícolas seleccionadas en este trabajo (CONAMA, 2005 b, p.44). Este organismo señala que los estudios que se han realizado en Chile no son concluyentes para establecer un cuadro general de la situación del territorio con relación a los plaguicidas. (CONAMA, 2005b, p.45)

3.2.2 Región del Maule

La región del Maule presenta una superficie de uso de suelo de 3.036.072, 7 ha, donde la producción agrícola utiliza 696.347,4 ha. (INE, 2007). El mapa de la región muestra como la producción agrícola se centra principalmente en la depresión intermedia, situación planteada con anterioridad, pero se observa que la producción forestal comienza a ser más marcada en el sector de la Cordillera de la Costa.

FIG. Nº 14. Actividades primarias y secundarias de la región del Maule



Fuente: www.educarchile.cl

En esta región la producción cerealera concentra un territorio de 73718,78 ha, (INE, 2007) destacando la producción de trigo blanco, maíz y avena.

La producción de frutos de ve determinada en el año 2001 por las siguientes especies: el manzano rojo, el manzano verde, el kiwi y el cerezo (CIREN, 2003, p. 9). Su extensión es de 54.749,34 ha. (INE, 2007).

La producción forestal contempla una superficie cultivada de 174.191,60 ha, destacando la producción de pino radiata. (INE, 2007)

La cantidad de personal permanente para estas faenas fue de 28.086 personas de ambos sexos, entre el periodo comprendido de noviembre de 2006 y abril de 2007. Mientras que los que trabajaron de manera estacional fueron 236.430. (INE, 2007)

3.2.2.1 Principales efectos producidos por los plaguicidas en la región del Maule

Esta región junto con la sexta es una de las más afectadas por problemas congénitos, según lo señalado por Rozas (1998) con anterioridad, presentó un caso de intoxicación por aldrín en 1997, la misma autora menciona como esto afecta gravemente a la salud humana, además de señalar la irresponsabilidad humana reflejada en el contrabando existente en el país.

“Según un estudio realizado por la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica (REVEP), publicado en el mes de marzo de 2000, la VII región utiliza el 20% del total de plaguicidas ingresados al país” (Bustamante y Campos, s.f, s/p.).

El autor anterior, también menciona que es una de las regiones que presenta mayor contaminación por utilización de plaguicidas. Sin embargo la manejo de organoclorados en la región es escasa cercana al 3%, dejando clara la

reducción en la utilización de este tipo de sustancias, pero no su erradicación de las faenas agrícolas.

Otro efecto que causa problemas en los seres humanos son las concentraciones en alimentos, en esta zona se encontraron según la CONAMA (2005b, p. 48) residuos de DDT y dieldrín, en los siguientes alimentos: leche, mantequilla, queso y grasa. En esta última también se encontró endrín.

3.2.3 Región del Bío-Bío

Esta región presenta una superficie de uso de suelo de 3.706.847,0 de ha, de las cuales se utilizan 964.911,0 en cultivos agrícolas. (INE, 2007).

Esta zona presenta una marcada ocupación forestal viéndose esta reflejada en casi la totalidad del territorio, siendo esto observable en el mapa. Se aprecia a la vez que existe una diversificación en las plantaciones debido a la introducción de otras especies. Existe un cambio en los usos del territorio, ya el área frutícola empieza a tener un declive en las plantaciones y comienza un aumento en los denominados cultivos anuales, que se centran principalmente en los cereales.

FIG. Nº 12. Actividades primarias y secundarias de la región del Biobío



Fuente: www.educarchile.cl

Según el Catastro frutícola (CIREN, 2003, p. 9) las principales producciones que se dieron en esta zona para el año 2000, fueron la manzana roja y el cerezo. En la actualidad la cantidad de terreno que se utiliza para cultivos frutícolas en la región es de 12.771,80 ha. (INE, 2007)

Sin embargo la superficie utilizada para las plantaciones forestales es de 231.778,83 ha. (INE, 2007) Según el mapa la predominancia en las plantaciones la tiene el pino radiata.

Los trabajadores que movilizan estas faenas son 16.307 personas, tanto hombre como mujeres, los que trabajan de manera permanente. En cambio los que trabajaron de manera estacional son aproximadamente 76.000 personas entre ambos sexos, estos datos corresponden al periodo comprendido entre mayo de 2006 y abril de 2007. (INE, 2007)

Se aprecia en esta región disminuye la cantidad de personas que trabajan en las faenas agrícolas, ya que a diferencia de las regiones anteriores hay un cambio en la economía regional. Al disminuir la producción frutícola, ya no se necesita mano de obra para su recolección. Incluso en tiempos de temporada alta los trabajadores esporádicos no alcanzan a los 40.000 (INE, 2007)

3.2.3.1 Principales efectos producidos por los plaguicidas en la región del Biobío

La región presenta un caso de intoxicación en el año 1997 muy similar al mencionado para la séptima región. Esta vez fue un hombre que resultó intoxicado por el plaguicida aldrín. (Rozas, 1998)

La CONAMA (2005 b, p.43) señala que en la región se han realizado estudios que detectan la presencia de DDT en lactantes en Chillán donde la carga es:

“6 veces mayor que a los 60 días de edad (Torres, 1982)”

Sin embargo, ese estudio no permite compararse con otros por que no se consideró el día específico en que se tomaron las muestras de los lactantes.

En Concepción surge un estudio, que permite establecer una correlación positiva entre la edad de la madre y lo niveles de acumulación del DDT en el organismo, mientras mayor es la persona, mayores son los niveles de plaguicida, quedando en evidencia la bioacumulación. (CONAMA, 2005 b, p.151). No obstante, este organismo señala que no siempre los estudios logran establecer correlaciones.

Otro aspecto en la contaminación por plaguicidas son los alimentos, un estudio realizado por Triviño (CONAMA, 2005 b, p.49) muestra un seguimiento del DDT en leche vaca y mantequilla. El estudio realizado entre los años 1983 y 1993 muestra como los niveles de DDT eran altos para ambos productos en 1983, pero que en 1993 ya no existían en los residuos de plaguicidas en las muestras de los mismos los productos.

Con relación a la contaminación por plaguicidas en los sistemas acuáticos, en 1978 se desarrolló también en el área de Concepción un estudio por Wartemberg, para determinar las concentraciones de DDT en el jurel de la zona. Este estudio determinó que en un total de 35 muestras, el 18% resultó positiva con los plaguicidas de DDT y DDE.

Una investigación realizada en la misma área geográfica por Shewes, se centra en un ave llamada cormorán, esta vez se demostró que las

concentraciones de DDT en el animal no presentaba altos niveles (CONAMA, 2005b, p.74)

Otro análisis que se centró en “organismos marinos de tipo bivalvos (Sernicano et. Al, 1995)” (CONAMA, 2005b, p.74) seleccionó Concepción como uno de los lugares de muestra. Los resultados que arrojó fue que los organismos presentaban ciertas cantidades de DDT.

Un sondeo realizado en 1992 presenta un seguimiento a especies cercanas al río Biobío el cual también presentó muestras positivas afectando aproximadamente a 20 especies con concentraciones de DDT,

“A mitad del curso del río los máximos niveles de DDT total en peces (expresados en mg/kg de lípidos) fue de 0,75 (...) en la desembocadura del río DDT alcanzó 3,2 (...) En aves a mitad del curso del río los valores fueron: DDT total 1,0; en la desembocadura del río fueron: DDT 1,9 mg/kg de lípidos.” (CONAMA, 2005 b, p. 75)

3.2.4 Región de la Araucanía

La región de la Araucanía presenta una área de uso de suelo de 3.182.731,7 ha de las cuales un total de 965.088,4 se destina para usos agrícolas. (INE, 2007)

La producción de las actividades primarias tiene como eje principal la producción de cultivos anuales y el área forestal, ambos son los que concentran mayores terrenos en la región.

Según el Censo Agropecuario (INE, 2007) los terrenos utilizados en la producción cerealera es de 169.610,08 ha, siendo las principales especies plantadas la avena y el trigo blanco.

Con relación a la superficie plantada de frutales, según el Censo Agropecuario (INE, 2007) es de un total de 12.373,75 ha. Donde sus principales producciones para el año 2002 fueron de manzana roja, ocupando una superficie de 1.152,39 ha. (CIREN, 2003, p.9)

FIG. Nº 13. Actividades primarias y secundarias de la región de la Araucanía



Fuente: www.educarchile.cl

La producción forestal para esta región está concentrada en un total de 224.470,95 ha.

El número de personas que trabaja de manera permanente en labores agrícolas, según el Censo Agropecuario (INE, 2007) es de 11.346 personas. Mientras que las que trabajan de manera estacional son alrededor de 99.000 personas, presentando un aumento entre los diciembre de 2006 y abril de 2007.

3.2.4.1 Principales efectos producidos por los plaguicidas en la región de la Araucanía

En esta región se comienza a desarrollar de manera extensiva la ganadería, es por ello que los principales efectos de la contaminación por plaguicidas organoclorados se verán en la producción ganadera y sus derivados.

El MINSAL en 1982 (CONAMA, 2005 b, p.53) realiza un estudio donde se analiza un total de 93 muestras de leche pasteurizada en la región, este arroja que todas las muestras presentaron DDT, Aldrin, Dieldrin y Endrin en distintas cantidades.

Según un estudio realizado entre 1983 y 1993 para detectar la cantidad del plaguicida DDT en los derivados animales, leche y mantequilla, se demuestra que en el período comprendido para el estudio, las cantidades de DDT no desaparecieron como en otras regiones, pero si presentaron una baja considerable hacia el 1993. (CONAMA, 2005 b, p.49)

Con relación al proceso de bioacumulación de sustancias esta región es la que presenta mayores problemas con relación a ello, ya que los derivados de los animales son los que han concentrado grandes cantidades de plaguicidas,

llegando incluso a sobrepasar los Límite Máximo de Residuos (LMR) (CONAMA, 2005 b, p.56)

La CONAMA (2005 b, p.56) señala que las concentraciones de DDT comienzan a aumentar de la VIII región hacia el sur, mientras que en la VI y VII región las concentraciones son menores y se mantienen según los LMR. Se puede establecer que al presentar estas regiones un carácter ganadero tienden a acumularse más sustancias en los tejidos grasos de los animales, en cambio las otras regiones, son de corte más agrícola y las plantas, a pesar de que concentran sustancias tóxicas, no tienen esa capacidad de retenerlos en el organismo como animales y humanos, debido a su ausencia de grasas.

Este organismo señala que gracias a los estudios realizados en la zona se puede determinar que los niveles de concentración de plaguicidas como el DDT, aldrín y dieldrín pueden provocar efectos cancerígenos a largo plazo, poniendo en riesgo la salud de las personas que habitan en la región. Por otro lado, se han detectado casos de cáncer de hígado provocados por el aldrin.(CONAMA, 2005b, p. 58)

Los sistemas acuosos también se ven afectados por la contaminación de los plaguicidas. En un estudio realizado en Temuco alrededor del año 1986, se estudió a la trucha salmonoidea y arrojó como resultado concentración de DDE en las muestras y también DDT en altas concentraciones, lo que demostraría que para ese periodo todavía se estaría utilizando en la zona dichas sustancias, pese a su prohibición. (CONAMA, 2005 b, pp.70-71)

3.3 Intoxicaciones por plaguicidas en Chile

Una consecuencia del trabajo con productos contaminados son las intoxicaciones que sufren los trabajadores y las diversas enfermedades que se desencadenan por la acumulación de pequeñas dosis en el organismo.

En Chile, el Ministerio de Salud mantiene un registro de las intoxicaciones que se dan en el país, sin embargo, los estudios no permiten establecer un seguimiento del plaguicida, ya que las intoxicaciones solo se catalogan por grado de afección al humano, pero no se determina cual es el plaguicida que provocó el problema.

Por otro lado, al no existir ese dato es imposible afirmar que las intoxicaciones son generadas solo por plaguicidas organoclorados, ya que no se establece diferencia entre éste y otros plaguicidas de diferentes características químicas.

No obstante para tener una visión global del problema se analizarán los incrementos o descensos de de las intoxicaciones agudas generadas por los plaguicidas.

El MINSAL (2000, p.9) señala que entre los años 1995 y 1998 se observa un incremento del 60% de las intoxicaciones a nivel país, viéndose esto complementado con un aumento de centros de atención para las personas que ayudaron a mejorar el registro.

“Durante 1998 se notificaron un total de 844 intoxicaciones agudas, de las cuales 37 terminaron en muerte, lo que da un 4% de letalidad; 234 pacientes requirieron hospitalización, lo que correspondió al 28% de los casos. Esto nos muestra el impacto

agudo en la salud de la población producto de la exposición a plaguicidas” (MINSAL, 2000, p.10)

Para el año 1998 se aprecia un aumento de las intoxicaciones agudas en los periodos de temporadas altas, teniendo esto estrecha relación con los ciclos de aplicación de plaguicidas en los cultivos. (MINSAL, 2000, p.7)

El año 2000 en la región del Maule se detectaron 166 intoxicaciones, siendo la más alta en seis años, de estos casos se presentó en mayor número para los hombres que mujeres, ya que ellos aplican estas sustancias a los cultivos (Bustamante,y otros, s.f., s/p.). El autor plantea a su vez que estas intoxicaciones se dieron en el rango de edad de 25 a 50 años y las intoxicaciones agrícolas constituyen el 67% de las intoxicaciones de la región.

En el contexto de las intoxicaciones, estas se mantienen presentes:

(...) “según el último informe del Ministerio de Salud, en noviembre y diciembre de 2004 se notificaron 153 y 132 respectivamente, frente a los 58 y 32 afectados que se detectaron a igual fecha en 2003.” (Araya, 2005, s/p.),

Sin embargo, las provocadas por plaguicidas organoclorados son mínimas. (MINSAL, 2000, p.13)

3.4 El problema de la inconsciencia humana

A pesar de que ya es un tema de conocimiento mundial el problema que causan los plaguicidas en general en el ambiente y en el ser humano, sobre todo los que están prohibidos como los organoclorados, es una irresponsabilidad crear plaguicidas altamente tóxicos.

A pesar de las prohibiciones de utilización de plaguicidas organoclorados en el país, todavía ingresan a él plaguicidas que presentan una composición química similar. Este es el caso del llamado Dicofol o Kelthane. (RAP-AL, 2008, s7p.)

Chile ha presentado varios casos de intoxicación por estas sustancias. En 1985 muere un niño y otros seis menores fueron internados en Lampa por sufrir un envenenamiento por Kelthane (RAP-AL, 2008, s/p.)

Otro caso igual de alarmante es el que plantea Rozas (1998, s/p.) donde señala que hubo un derrame de 400 kilos de dicofol en 1994, en el puerto de San Antonio. Cuatro personas que no fueron evacuadas oportunamente sufrieron graves problemas a la salud y dos han fallecido a la fecha por problemas cardiacos y linfoma cerebral.

Pese a esta grave situación las autoridades no realizaron un seguimiento sanitario de estos casos, pasando por altos problemas que se pueden presentar a futuro.

CONCLUSIONES

La utilización de sustancias químicas en la agricultura ha traído como consecuencias innegables un aumento en la productividad, no obstante, estos beneficios vienen acompañados de múltiples problemas para el medio ambiente y los organismos que lo conforman.

El uso indiscriminado de plaguicidas en la época posterior a la Segunda Guerra Mundial generó consecuencias que se han hecho más visibles en la actualidad. La acumulación de plaguicidas organoclorados en el ecosistema y la capacidad de absorción de estas sustancias por parte de los organismos vivos han concebido diversos procesos de contaminación en los distintos compartimentos ambientales.

En relación a la hipótesis: *“A mayor acumulación de plaguicidas en el medio ambiente, mayores transformaciones en la cadena trófica”*, se desprende que a pesar de existir una relación entre los plaguicidas y las transformaciones que tienen las distintas especies en la cadena trófica, no se puede determinar que las transformaciones están netamente relacionadas con el grado de acumulación de los plaguicidas, si no que éstas, dependen principalmente del grado de exposición que tienen las especies con relación a los plaguicidas organoclorados.

Las transformaciones van de la mano con la capacidad de bioacumulación que presentan las especies. Esta capacidad de acumular sustancias tóxicas por parte de animales menores, constituye también un problema para la salud del ser humano, ya que llegan a él a través de la vía alimenticia.

Adicionalmente a esta vía de ingreso, se encuentra la exposición que tiene el hombre en los trabajos agrícolas que desarrolla, en recolección de frutos como en la aplicación de plaguicidas a los cultivos.

La aplicación de plaguicidas en las labores agrícolas han generado nuevas patologías en el ser humano, diversas intoxicaciones en las que se ve expuesto el trabajador, confirman la hipótesis: *“La proliferación de nuevas enfermedades, es una consecuencia de la utilización masiva de sustancias químicas, como los plaguicidas”*. Diversos estudios compilados por la CONAMA, realizados en los últimos 30 años en Chile, han demostrado que en regiones netamente agrícolas, ha existido un aumento de diversas patologías como son las malformaciones congénitas en los hijos de temporeras, abortos espontáneos y diversos tipos de cáncer, por mencionar algunos.

A través del análisis regional se pudo observar como la acción de los plaguicidas organoclorados presentaba consecuencias notorias en los años cercanos a la prohibición del uso de los mismos. Entre los problemas que se detectaron existió la acumulación de los plaguicidas en tejidos grasos de animales y sus productos, como lácteos y sus derivados.

El país trabaja para mejorar los problemas ambientales, viéndose esto reflejado en la serie de convenios a la cual se adscrito y la serie de normas que se crearon para evitar el manejo y uso de los plaguicidas que componen la docena sucia. Sin embargo, el trabajo nacional no ha sido óptimo y esto se ve reflejado en las intoxicaciones que sufren cada día los trabajadores agrícolas y además de otros problemas ambientales generados por el derrame de otras sustancias, que a

pesar de no ser organocloradas, igual constituyen un daño para la salud humana y el entorno.

Por ello la hipótesis: “*La disminución de los riesgos ecológicos y sanitarios, que generan los plaguicidas en el medio, dependerá exclusivamente de la responsabilidad social nacional*” es verdadera, ya que los riesgos van de la mano de la acción de los distintos organismos y ellos no han disminuido, si no que se mantienen en el tiempo. Con relación a la responsabilidad social, se aprecia que es mínima, ya que los organismos en Chile permiten la utilización de nuevos compuestos organoclorados como son el Dicofol, teniendo conocimiento de las consecuencias que esta sustancia puede tener para el hombre. También recae en los usuarios, principalmente productores, que no se preocupan de las secuelas que puedan generar esos químicos en sus trabajadores, priorizando así, la producción.

REFERENCIAS

- Agency for toxic substances and disease registry (ATSDR). (2002). *Resumen de Salud Pública: Aldrín y Dieldrín*. Recuperado de www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs1.html
- Albert, L. (s/f). *Plaguicidas*. Recuperado de <http://www.cepis.org.pe/bvstox/fulltext/toxico/toxico-04a21.pdf>
- Araya, E. (2005) *Aumentan Intoxicaciones por plaguicidas*. Diario La Nación. Recuperado de http://www.lanacion.cl/prontus_noticias/site/artic/20050201/pags/200502001202100.html
- Arnold, M y Osorio, F. (1998). *Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de sistemas*. Departamento de Antropología. Universidad de Chile. Recuperado de <http://asignaturas.inf.udec.cl/tgs/public:html/docs/moebio.pdf>
- Barrientos, L. (2005) *Presencia de Residuos de Plaguicidas Organoclorados en Leche cruda de plantas lecheras de la IX y X regiones*. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. Valdivia.
- Bergel, N. (2004) *Estimación del destino ambiental de los pesticidas empleados en sistemas agro-forestales de la cuenca del estero Peupeu en la comuna de Lautaro, IX región*. (Tesis de Licenciatura) Facultad de Ciencias. Universidad Católica de Temuco. Recuperado de <http://biblioteca.uct.cl/tesis/natacha-bergel/tesis.pdf>

- Bertalanffy, L. (1968) Teoría General de los sistemas. Fundamentos, desarrollo y aplicaciones. Fondo de cultura económica, México.
- Betancourt, J; Ramírez-Triana, G. (2005) *Estudio de los procesos relacionados con la presencia de plaguicidas organoclorados en la ciénaga grande de Santa María*. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/mar/v34n1/v34n1a06.pdf>
- Bustamante, M; Campos, R. *Contaminación por plaguicidas en la región del Maule, Chile*. Recuperado de <http://panorama.utralca.cl/dentro/2004-may/Contaminacion%5B1%5D.pdf>
- Calva, L; Torres, M. (1998). Plaguicidas Organoclorados *ContactoS*. 30: 35-46. Recuperado de www.izt.uam.mx/contactos/n30ne/pdf/plaga.pdf extraído el 10 de septiembre de 2009
- Chile, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS (2007) *Censo Agropecuario 2007*. Recuperado de http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/censos_agropecuarios/censo_agropecuario_07.php
- Chile, MINISTERIO DE SALUD. (2000) *Situación Epidemiológica de las Intoxicaciones agudas por plaguicidas, Chile, 1998*. Departamento Epidemiología de Plaguicidas. División Salud de las Personas. Recuperado de <http://epi.minsal.cl/epi/html/vigilan/revep/intox1998.pdf>
- CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS NATURALES (CIREN). (2003). *VI región, Catastro Frutícola: principales resultados*. Santiago de Chile: ODEPA. Recuperado de <http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/servicios-informacion/Catastrofruticolas/catastro-VIRegion-2003.pdf>

COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA) (2005a) *Plan Nacional de Implementación para la Gestión de los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) en Chile*. Recuperado de <http://www.pops.int/documents/implementation/nips/submissions/chile/PNI%20COPs%20CHILE.pdf>

COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA) (2005b) *Análisis de la información disponible sobre posibles efectos en la salud por contaminantes orgánicos en el Medio Ambiente*. Recuperado de <http://www.sinia.cl/1292/article-37254.html>

COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA) (2004) *Inventario Nacional de Plaguicidas Caducados*. Recuperado de <http://www.sinia.cl/1292/article-37259.html>

Córdoba, Martín y Yélamos. (2004) Capitulo 10.6: Intoxicación por organoclorados, carbamatos, y Herbicidas. *Principios de Urgencias, emergencias y cuidados médicos*. UNINET Recuperado de <http://tratado.uninet.edu/c10060i.html>

Condarco, G. (2008). *Manual de diagnóstico, tratamiento y prevención de Intoxicaciones agudas por plaguicidas*. 2da ed. La Paz, Bolivia: Fundación Plagbol.

Domínguez, J. A. (1997). Paisaje después de la Batalla. *Los Antropólogos y el Hombre*, nº 19: 123-126. Recuperado de http://www.sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN_20/B20-009-123.pdf

Dorronsoró, C.(s.f.) Tema 10: Degradación del suelo. *Contaminación del suelo* en Dorronsoro, C., García, I. Recuperado de <http://edafologia.ugr.es/conta/tema10/degra.htm>

Edmunds, T. (2007). *Estimación de la contaminación ambiental por plaguicidas en suelos agrícolas de la Isla de Pascua, V región*.

(Tesis de grado). Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile, Santiago. Recuperado de http://www.cenma.cl/cenma/labqui/TEdmunds_tesis.pdf

Fad Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO (2006). *Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas*. Recuperado de <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPP/Pesticid/Code/Download/MonitoringSpanish08.pdf>

Fad Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO. (2000). *Evaluación de la contaminación del suelo*: Manual de referencia. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/X2570S/X2570S02.htm>

Fad Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO (1997). Cap. 4: Los plaguicidas, en cuanto contaminantes del agua. *Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos*. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/W2598S/w2598s06.htm>

Fad Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO (2002) *Estudio de referencia sobre el problema relacionado con las existencias de plaguicidas caducados*. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/005/x8639s/x8639s00.htm#ToPage>

Fresco, L. (s.f) *Los fertilizantes y el futuro*. Recuperado de la base de datos del Departamento de Agricultura, Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). <http://www.fao.org/AG/esp/revista/0306.pdf>

Galli, C. (s.f.) *Insecticidas*. Desarrollo sostenible: desarrollo conómico respetuosos del ambiente natural y social. Recuperado de

<http://www.dsostenible.com.ar/tecnologias/introduccion-quimica.html>

García, I. (s.f.) Tema 11: Contaminación del suelo e impacto ambiental. *Contaminación de suelo* en Dorronsoro, C., García, I. Recuperado de http://edafologia.ugr.es/conta/tema_11/con_cep.htm

García, I. (s.f.) Tema 13: Contaminación por Fitosanitarios. Plaguicidas en *Contaminación de suelo* en Dorronsoro, C., García, I. Recuperado de <http://edafologia.ugr.es/conta/tema13/clasif.htm>

García, J. (1998) Intoxicaciones agudas con plaguicidas: costos humanos y económicos. *Revista panam salud pública/ Pan am public health* 4(6). Recuperado de www.oas.org/ddse/fundacersso/.../GARCIA%20plaguicidas.pdf

García, J.P. (2002) *Estado actual de la contaminación por metales pesados y pesticidas organoclorados en el parque natural de Monfragüe*. (Tesis de Doctorado) Facultad de Veterinaria, Depto. De Medicina y Sanidad. Universidad de Extremadura. Recuperado de dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_tesis?codigo=317&orden=0

Gligo, N. (1984) Perspectivas ambientales del uso del suelo agrícola de América Latina. *Revista Ambiente y Desarrollo*. 1 (1), pp:115-126. CIMPA. Recuperado de http://www.cipma.cl/RAD/1984-85/1_Gligo.pdf

Guitart, R. (s/f). *Residuos de plaguicidas en alimentos*. Recuperado de <http://www.adiveter.com/ftp/articles/articulo1534.pdf>

González, P (2003) Capitulo VII: Medio Ambiente y Salud. En Rojas, J; Parra, O. (cod.), *Conceptos básicos sobre el Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable*. (pp.115-150). Buenos Aires: Inep.

González, R (2002) “Degradación de residuos de plaguicidas en huertos frutales en Chile” Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Santiago

González, S. (s/f) *Estado de la contaminación de los suelos de Chile*. Sustentabilidad y Medio ambiente, Estación Experimental la Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Recuperado de <http://web.usach.cl/ima/cap11.htm#RESI DUO>

Henríquez, M. (2006) “La sustentabilidad socio-ambiental de las ciudades intermedias de Chillán y Chillán Viejo”. (Tesis de doctorado) Centro de formación e investigación en Ciencias Ambientales EULA- Chile. Universidad de Concepción.

Instituto Español de Oceanografía.(2003) *Hoja Informativa N º 76, Julio-Agosto 2003*. Recuperado de http://m.ieo.es/images/_pdfs/julio_2003.pdf

Jiménez, R. (1998) Comportamiento del suelo ante procesos de contaminación. *Terceras Jornadas de suelos contaminados*. Ministerio General de Medio Ambiente, España.

Jiménez, Rivas y Olea, 2004 “Pesticidas organoclorados en suero y tejido adiposo de mujeres del sureste español” Asociación Española de Ecología Terrestre. *Ecosistemas* 13 (3) Septiembre <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=53> extraído el 05 de noviembre de 2009

Johansen, O. (2006) *Introducción a la teoría general de sistemas*. México: Limusa.

Lara, G. (s.f). *Plaguicidas en la biodiversidad del suelo: su comportamiento como contaminantes*. Recuperado de <http://www.biociencias.org/odisea/plaguicidas/>

León, Pamela. (2002) *Contaminación por plaguicidas y sus efectos en la salud pública*. (Tesis de grado) Universidad del Bío Bío. Concepción, Chile.

Maass, M. (2007) *Principios generales sobre manejo de ecosistemas*. Recuperado de la base de datos del Instituto Nacional de Ecología.

<http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/395/maass.html>.

Martínez J.L, González M.J, Belmonte, A., Garrido, A. (septiembre, 2004) *Estudio de la Contaminación por pesticidas en aguas ambientales de la provincia de Almería*. Asociación Española de Ecología Terrestre. Ecosistemas 13 (3) Recuperado de

<http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?id=37>

Montes, L.; Tamayo, R.; Pinto, M.; Cristi, R. (Octubre, 1986) Residuos de pesticidas en carnes de la décima región. *Revista Ambiente y desarrollo*, II (2), pp.:91-96. CIMPA. Recuperado de

http://www.cipma.cl/RAD/1986/2_Montesy otros.pdf

Nahimira, D. y Albert, L. (s/f). *Conceptos básicos en ecología y su relación con la toxicología ambiental*. Recuperado de

<http://www.cepis.org.pe/bvstox/fulltext/toxico/toxico-01a3.pdf>

Parra, O. (2003) Capítulo II: El planeta tierra como sistema. En Rojas, J; Parra, O. (cod.), *Conceptos básicos sobre el Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable*. (pp.33-50). Buenos Aires: Inep.

Parra, O; Urrutia, R; Acuña, A. (2003) Capítulo X: El agua y el ambiente acuático. En Rojas, J; Parra, O. (cod.), *Conceptos básicos sobre el Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable*. (pp.177-204). Buenos Aires: Inep.

Pastor, S. (2002) *Biomonitorización citogenética de cuadro poblaciones agrícolas europeas, expuestas a plaguicidas, mediante el ensayo de micronucleos*. (Tesis de Doctorado). Universidad de Barcelona: España. Recuperado de <http://ddd.uab.cat/pub/tesis/2003/tdx-1113103-151308/spb1de5.pdf>

Red de acción en plaguicidas y sus alternativas para América Latina (RAP-AL), (s.f.) *Docena Sucia*. Recuperado de ([http:// www.rap-al.org/index.php?seccion=4&f=docena_sucia.php](http://www.rap-al.org/index.php?seccion=4&f=docena_sucia.php))

Red de acción en plaguicidas y sus alternativas para América Latina (RAP-AL), (s.f.) *Convenios Internacionales*. Recuperado de http://www.rap.al.org/index.php?seccion=4&7=convenios_internacionales.php

Red de acción en plaguicidas y sus alternativas para América Latina (RAP-AL), (s.f.) *Toxicidad*. Recuperado de <http://www.rap-al.org/index.php?seccion=4&f=toxicidad.php>

Red de acción en plaguicidas y sus alternativas para América Latina (RAP-AL), (s.f.) *Clasificación plaguicidas*. Recuperado de http://www.rap-al.org/index.php?seccion=4&f=clasificacion_plaguicidas.php

Red de acción en plaguicidas y sus alternativas para América Latina (RAP-AL) (2008) *Alertan presencia de Plaguicidas Tóxicos en verduras y Frutas Agrotóxicos*. Recuperado de http://www.reluita.org/agricultura/agrotoxicos/toxicos_frutas_verduras.htm

Rivero, A; Constantin, M. (s.f.). *Organoclorados*. Recuperado de <http://biblioteca.idict.villaclara.cu/UserFiles/File/CI%20DDT/16.pdf>

Rodríguez, R; Roldán- Martín A. (2006) *Aplicaciones tecnológicas en la biorremediación de suelos contaminados con compuestos*

orgánicos persistentes: caso de estudio. En Navia, R. y Segger, M.(eds.) *Biorremediación de suelos contaminados con compuestos orgánicos persistentes (COPs)*, Universidad de la Frontera, Temuco, Chile.

Rozas, M. E. (1998) *Principio precautorio y potenciales Cops: Caso Chileno*. Observatorio Latinoamericano de Conflictos Ambientales (OLCA). Recuperado de <http://www.olca.cl/oca/plaguicidas/plag01.htm>

Sanz, P. (s.f.) *Compuestos Orgánicos Persistentes*. Recuperado de http://www.txizer.com/down/incineradora/bibliografia/Paloma_Sanz.pdf

Segger, M; Acevedo, F; Saavedra, M; Agulló, L. (2006) Biorremediación de policlorobifenilos: desde sus bases moleculares a sus aplicaciones en el ambiente; en Navia, R. y Segger, M.(eds.). *Biorremediación de suelos contaminados con compuestos orgánicos persistentes (COPs)*. Universidad de la Frontera, Temuco, Chile.

Sunyer, J; Ribas-Fitó, N. (s.f.) *Los organoclorados y su neurotoxicidad*. Unitat de Recerca Respiratòria i Ambiental. Institut Municipal d'Investigació Mèdica.IMIM. Barcelona. Recuperado de <http://www.matriz.net/caps2/quadern/29/5sunyer.pdf>

Tarazona (1998). El análisis de riesgos ambientales como herramienta para la gestión de suelos contaminados: Bases científicas para la propuesta Europea” En *Terceras Jornadas de suelos contaminados* Ministerio General de Medio Ambiente: España.

Varas, E. (2003). *Contaminación de las aguas riego*. Informativo 9. Instituto de investigaciones agropecuarias centro regional de

investigación Raihuén. Recuperado de <http://www.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR31557.pdf>

Vásquez, M. (s/f). *Contaminantes Orgánicos Persistentes: Cuando las profecías se cumplen*. Recuperado de <http://www.mujiresho.org/listicas.com/art26.html>

Waliszewiski, S; Herrero, M; Cantú, P. (abril, 2008) Tejido adiposo: indicador de la contaminación por plaguicidas organoclorados. *Revista de Salud Pública y Nutrición*. 9 (2) Recuperado de http://www.respyn.uanl.mx/ix/2/ensayos/tejido_adiposo.htm

Yaggen, D; Crissman, C; Espinosa, P. (2003) *Los plaguicidas: Impactos en producción, salud, y medio ambiente en Carchi, Ecuador*. Recuperado de <http://searchworks.stanford.edu/view/5635723>

Zaror, C. (2003). Capítulo XI: Contaminación del aire. En Rojas, J; Parra, O. (cod.), *Conceptos básicos sobre el Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable*. (pp.205-220). Buenos Aires: Inep.

Características generales de los plaguicidas. (s.f.) Recuperado de www.cepis.org.pe/bvsacd/eco/033965/033955_02-01.pdf

Recuperado de http://www.unap.cl/metadot/index.pl?id=23511&isa=Item&field_name=item_attachment_file&op=download_file%258,3,TEORIADESISTEMAS.

Lo que ud. debe saber sobre el DDT y su uso al combate al paludismo en México. (s.f). Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/e/fulltext/ineddt/ineddt.pdf>