

Ejercicio 4

Sobre la base de lo expuesto en la sección Metales recién leída y del artículo anexo "Peligros de los Metales Pesados" del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente,:

- 1 Señale los factores propios de los metales y los factores propios de los organismos que condicionan que aquéllos sean más o menos tóxicos para éstos.
- 2 ¿En qué tipo de ámbitos encuentra usted que existe un mayor riesgo para el ser humano de exponerse a metales tóxicos?
- 3 ¿Qué trascendencia puede tener para la salud humana el fenómeno biológico de la biomagnificación?
- 4 ¿Qué aplicaciones en salud pública pueden tener los conocimientos de acumulación de metales por algunas especies animales o vegetales?
- 5 ¿Qué entiende por "dispersión" de un contaminante ambiental?
- 6 ¿Qué factores condicionan la movilidad y la dispersión de los contaminantes en los ecosistemas.

III HIGIENE AMBIENTAL: PELIGROS DE LOS METALES PESADOS*

38 Los metales pesados se definen arbitrariamente como aquellos metales cuya densidad es por lo menos cinco veces mayor que la del agua. Dichos metales se encuentran en forma natural en la corteza terrestre en diferentes concentraciones, y en algunos lugares en forma muy concentrada, constituyendo yacimientos minerales. Aunque los metales tienen muchas propiedades físicas en común, su reactividad química es muy diversa, y todavía lo son más sus efectos tóxicos sobre los sistemas biológicos. Sólo unos pocos de ellos tienen importancia desde el punto de vista ambiental: entre los que tienen más probabilidades de causar problemas figuran el cobre, el cadmio, el mercurio, el estaño, el plomo, el vanadio, el cromo, el molibdeno, el manganeso, el cobalto y el níquel. Además existen elementos, como el antimonio, el arsénico y el selenio, que tienen algunas propiedades metálicas (y se denominan a veces "metaloides"); tales elementos no se examinan en el presente capítulo. El uranio, el plutonio y otros actínidos tienen también propiedades metálicas y son causa de preocupación, pero los problemas que plantean son muy diferentes de los examinados en este documento.

39 Muchos metales pesados son indispensables para la vida, aunque sólo se encuentren en cantidades muy pequeñas en los tejidos del cuerpo. Sin embargo, los metales pesados pueden ser tóxicos. Un metal puede considerarse tóxico si resulta perjudicial para el crecimiento o el metabolismo de las cé-

*Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. El estado del medio ambiente 1980: temas seleccionados. Nairobi: Colour Print, Ltd. 1981.

lulas al exceder de cierta concentración. Casi todos los metales son tóxicos en concentraciones altas, y algunos de ellos constituyen venenos graves incluso a concentraciones muy bajas. El cobre, por ejemplo, es un micronutriente, un componente necesario de todos los organismos, pero si se absorbe en cantidades superiores al nivel adecuado resulta altamente tóxico. Como el cobre, todos los metales tienen niveles óptimos de concentración, por encima de los cuales resultan tóxicos. La toxicidad de un metal depende de su vía de administración y del compuesto químico al que está ligado. La combinación de un metal con un compuesto orgánico puede aumentar o disminuir sus efectos tóxicos sobre las células. En cambio, la combinación de un metal con azufre, que forma un sulfuro, da lugar a un compuesto menos tóxico que el hidróxido u óxido correspondientes, debido a que el sulfuro es menos soluble en los humores corporales que el óxido. La toxicidad suele resultar a) cuando el organismo se ve sometido a una concentración excesiva del metal durante un período prolongado, b) cuando el metal se presenta en una forma bioquímica inusitada o c) cuando el organismo lo absorbe por una vía inusitada. No son menos importantes, aunque se conozca menos sobre ellas, las propiedades carcinógenas y teratógenas de algunos metales.

40 Ha ido aumentando la exposición del hombre a contaminantes metálicos introducidos en su medio ambiente por la producción industrial. Hace mucho tiempo que se funden minerales y refinan metales, y que éstos se introducen en el aire y el agua, pero las exposiciones humanas, que solían ser locales, durante los 50 últimos años se han generalizado bastante. Durante 3 000 años o más, ha habido, en zonas limitadas del mundo, exposición al plomo, que llegó a ser muy alta entre las clases altas de Roma; la utilización de cañerías de plomo en zonas de aguas blandas ha conducido a episodios esporádicos de enve-

nenamiento por plomo al beber las personas esas aguas, pero hasta 1924, fecha en que se empezó a añadir alquilato de plomo a la gasolina como agente antidetonante, no comenzó la exposición al plomo de poblaciones enteras a una tasa creciente año tras año. El cadmio era una curiosidad industrial en 1900, pero en la actualidad su utilización está aumentando considerablemente, con sus consecuencias de contaminación del aire, el agua y los alimentos. El mercurio se ha utilizado ampliamente desde hace mucho tiempo para la amalgamación del oro a partir del mineral molido, pero el descubrimiento de sus propiedades catalíticas y fungicidas ha dado lugar a una considerable contaminación local por conducto de las semillas y por vertimiento de desechos en lagos estancados. Hoy día el hombre está expuesto a los metales en cantidades superiores a las que absorbieron sus antepasados. La tierra se está convirtiendo rápidamente en un lugar en que son pocos los seres humanos que están expuestos sólo a niveles ambientales normales. En consecuencia, las cantidades de muchos metales que soporta el cuerpo humano han aumentado considerablemente desde los tiempos del hombre primitivo. La pregunta surge naturalmente: ¿presentan algunos de estos metales una toxicidad oculta que se manifieste en un colapso metabólico causante de enfermedades o en un lento deterioro metabólico conducente a una disminución de la longevidad? Resultan sospechosos todos los metales que se acumulan con la edad en los tejidos humanos. De los oligometales indispensables para la vida, la salud y el funcionamiento óptimo del organismo, ninguno se acumula a los niveles de exposición actuales, excepto en casos concretos de niveles inusitados de exposición.

41 Los metales figuran entre las sustancias más importantes desde el punto de vista de la higiene del trabajo, y se han estudiado durante mucho tiempo en ese contexto. Por ese moti-

vo, se conocen bastante bien sus efectos en el hombre. Sin embargo, los metales no tienen necesariamente más importancia que otras sustancias como contaminantes del medio ambiente general, aunque en algunas localidades pueden representar peligros sustanciales. Debido a que las investigaciones se concentraron inicialmente en el papel que desempeñaban en el medio ambiente de trabajo, sabemos todavía relativamente poco sobre sus efectos ecológicos en receptores no humanos.

70 El problema esencial que plantean los metales pesados es el de que muchos de ellos se han utilizado durante siglos y son fundamentales para industrias importantes, pero pueden perjudicar la salud humana y trastornar el equilibrio de los sistemas ambientales si se permite que alcancen concentraciones excesivas en el aire, el agua, el suelo o la comida.

71 (De la sección anterior se desprende claramente que) los efectos de cada metal han de examinarse por separado, y en relación con las circunstancias de cada caso: la procedencia del metal, la forma química y física precisa en que se presenta en el medio ambiente y las formas en que se dispersa, los factores que determinan la exposición de las personas y otros seres vivos y los costos y beneficios del cambio de las prácticas habituales. Resulta evidente también que, aunque se dispone de mucha información sobre los efectos de algunos metales en el hombre, subsisten esferas importantes de incertidumbre.

72 Existen tres tipos principales de fuentes de emisión de metales en el medio ambiente. El más evidente es el proceso de extracción y purificación: minería, fundición y refinación. El segundo, menos conocido, es la emisión de metales al quemarse combustibles fósiles como el carbón y el petróleo. Tales

combustibles contienen cadmio, plomo, mercurio, níquel, vanadio, cromo y cobre, y grandes cantidades de estos metales se traspasan al aire o se depositan en cenizas. La tercera fuente, la más diversa, es la producción y la utilización de productos industriales que contienen metales, que aumenta al descubrirse constantemente nuevas aplicaciones. Por ejemplo, en la industria química moderna se utilizan muchos metales o compuestos metálicos como catalizadores. En la producción de muchos plásticos se utilizan compuestos metálicos como estabilizadores. También se añaden metales a los lubricantes, desde los cuales pasan al medio ambiente. Para evaluar los peligros potenciales es preciso sopesar cuidadosamente el papel relativo de estas diversas actividades como fuentes de emisión (y su importancia en relación con las circunstancias naturales de distintas zonas).

73 Los metales siguen muchas vías y ciclos en el medio ambiente, y algunos de ellos experimentan transformaciones en el proceso—por ejemplo, la conversión de mercurio inorgánico en metilato de mercurio, que es más tóxico, y la subsiguiente acumulación de éste en los peces. Algunas plantas y animales invertebrados también acumulan metales hasta niveles potencialmente tóxicos. Cuando se formulan juicios sobre la inocuidad de una determinada descarga con contenido metálico en el medio ambiente, es preciso considerar la posibilidad de que se produzca tal acumulación y transformación, tanto más si se tiene en cuenta que, una vez alcanzadas concentraciones tóxicas, puede necesitarse mucho tiempo para reducirlas a niveles no tóxicos.

74 Las vías internas del hombre y de otros receptores son también muy importantes. Para evaluar los riesgos es preciso

conocer las tasas y mecanismos de absorción y excreción y las cantidades en que los metales se depositan en tejidos como los huesos o la corteza renal, de los que se eliminan muy lentamente. La media vida biológica del metilato de mercurio en el hombre, por ejemplo, es de unos 70 días, la del cadmio de unos 20 años y la del plomo de sólo unas pocas semanas en la sangre y los tejidos blandos, pero de por lo menos 10 años en los huesos.

75 Se sabe muy poco sobre los efectos de los metales en los ecosistemas (81). Algunos metales parecen influir en el ritmo de procesos básicos: por ejemplo, la deficiencia de molibdeno puede inhibir la actividad de las bacterias que fijan el nitrógeno, y pequeñas cantidades de cobre pueden lentificar la descomposición de la hojarasca en los bosques. Sin embargo, el cobre y el zinc en pequeñas cantidades son nutrientes esenciales para la mayoría de los organismos. También varía considerablemente la tasa de absorción de metales del suelo por diferentes plantas. Algunas especies vegetales toleran altos niveles de plomo y absorben cantidades pequeñas de este metal, mientras que el mercurio y el cadmio contenidos en el suelo son tóxicos para la mayoría de los organismos (82). No obstante, algunas plantas, como el trigo y el arroz, pueden absorber del suelo cantidades tan grandes de cadmio que se vuelven peligrosas para los consumidores. El cadmio se acumula en los órganos de los animales que pacen (83)., y también se ha demostrado que aumentan los niveles de plomo en los riñones e hígado de las ovejas que pastan cerca de carreteras importantes, así como las cantidades de mercurio contenidas en las plumas de los pájaros en las zonas donde se utilizan fungicidas a base de alquilato de mercurio (84, 85). En los lugares en que aguas de drenaje de minas fluyen en cursos de agua dulce se producen con frecuencia efectos ecológicos

evidentes como, por ejemplo, una gran reducción de la fauna invertebrada y la ausencia de peces.

76 Al estudiar los efectos de los metales en el hombre se concentró primero la atención en el envenenamiento agudo por exposición en el trabajo o por conducto de alimentos. La toxicidad de algunos metales es conocida desde hace siglos. La inhalación de vapor de mercurio en la minería y la industria de sombreros de fieltro originaba muchos casos de lesiones del sistema nervioso central. El envenenamiento por plomo fue durante decenios un peligro conocido para los fundidores y, posteriormente, para los que trabajaban en la producción de acumuladores. Se sabe desde hace muchos años que la inhalación de manganeso causa lesiones irreversibles en el sistema nervioso central. Se sabe también que el cadmio, el mercurio, el estaño, el plomo, el vanadio, el cromo, el molibdeno, el manganeso, el cobalto y el níquel son peligrosos para los que trabajan con ellos.

77 Desde el decenio de 1960 se ha concentrado la atención especialmente en el plomo, el cadmio y el mercurio porque se ha demostrado que causan también peligros ambientales más generales, en los tres casos fundamentalmente por ingestión de cantidades excesivas del metal. Los peligros del cadmio parecen limitados en gran medida a grupos de personas que consumen alimentos producidos en zonas donde el suelo o el agua de riego están contaminados, aunque también resulta preocupante el aumento de los niveles de cadmio en el medio ambiente. El mercurio constituye un problema en los lugares donde las poblaciones comen grandes cantidades de pescado procedente de aguas contaminadas. El plomo es peligro más extendido, debido a que aumentos muy pequeños de su ingestión pueden elevar los niveles de plomo de la sangre hasta un punto en que

se pueden detectar cambios bioquímicos. Los niños (veáse el capítulo VI) parecen ser más sensibles que los adultos a la exposición a los metales pesados, por lo que constituyen el centro fundamental de preocupación.

78 En la actualidad se está concediendo creciente atención a los efectos carcinógenos de los metales. El cromo, el níquel, el plomo y el cadmio son causas probadas o supuestas de ciertos cánceres vinculados a procesos industriales. Grandes dosis de cadmio y níquel son teratógenas en los animales, pero este efecto de los metales no se ha probado concluyentemente en el hombre.

79 Ningún contaminante actúa en forma aislada sobre un receptor. Tienen gran influencia otras variables, como la presencia de otras sustancias, la edad, la nutrición o el embarazo. La capacidad de absorción de metales por las plantas varía con la acidez, el contenido orgánico y otras características del suelo. La absorción y la toxicidad del plomo son más altas en los niños que en los adultos. El cobre y el molibdeno modifican mutuamente sus efectos. La deficiencia de hierro aumenta la absorción del cadmio. Se cree que el selenio protege contra los compuestos inorgánicos y metálicos del mercurio. En muchos análisis no se ha prestado suficiente atención a la necesidad de examinar la susceptibilidad a los metales en el contexto general de la fisiología del organismo receptor en su totalidad y de buscar las variables ambientales y de otros tipos que pueden acentuar o reducir un efecto.

REFERENCIAS DEL ARTICULO

- 81 K. Beijer, A. Jernelov. L. Briberg at al., eds., Handbook on the Toxicology of Metals (Amsterdam, Elsevier/North Holland Biomedical Press) (in press), pp. 197-209.
- 82 P.J. Peterson, Sci. Prog. Oxf., vol. 59(1971), pp. 505-526.
- 83 H.A. Schroeder and J.J. Balassa, J. Chron. Dis., vol. 14(1971), pp. 236-258.
- 84 H. Lundström, Environmental Research (in Swedish) (Solna, National Swedish Environmental Protection Board, 1971).
- 85 T. Wester and B. Sjöstrand, Adv. Act. Anal., vol. 2(1972), pp. 57-88.

6 PLAGUICIDAS

6.1 Introducción

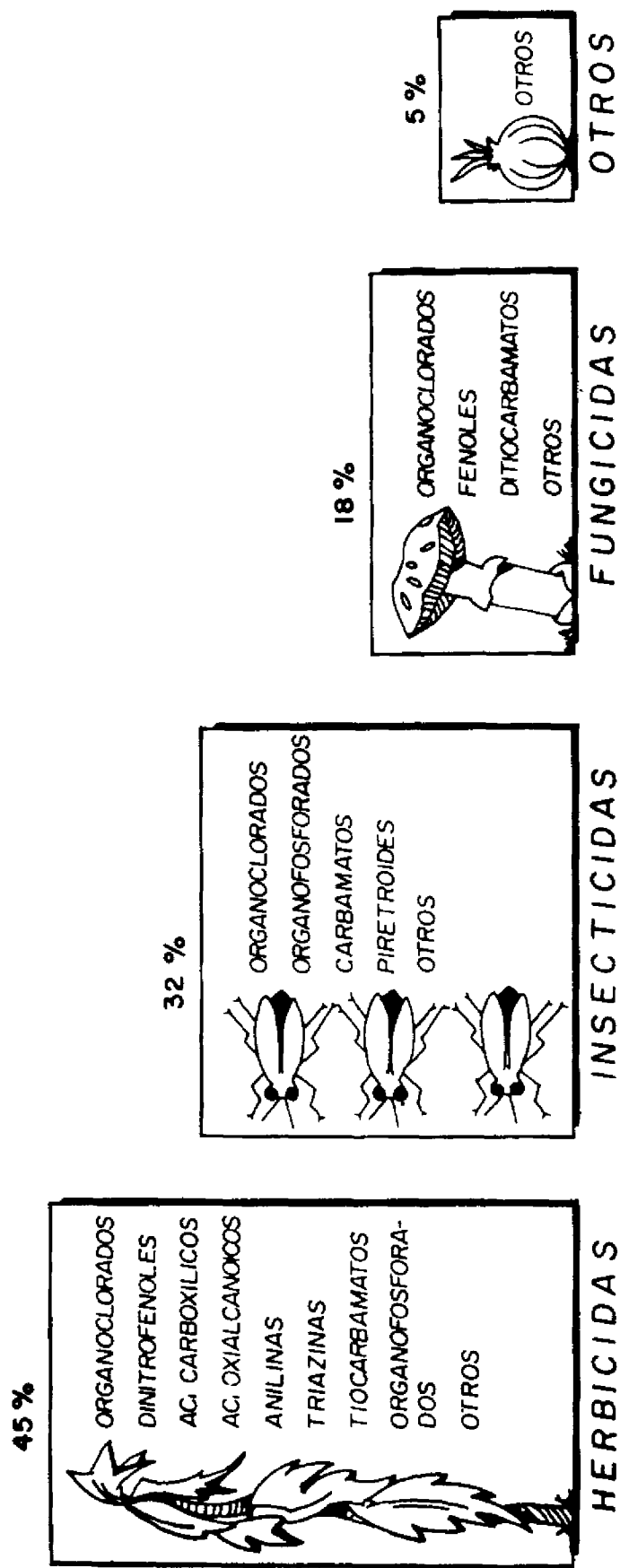
Se entiende por plaguicida a cualquier sustancia o mezcla de substancias con la cual se pretende prevenir, destruir, repeler o atenuar alguna plaga. A su vez, se entiende por plaga a cualquier organismo que interfiera con la conveniencia o bienestar del hombre u otra especie de su interés.

Los plaguicidas son un conjunto de sustancias con características muy diversas, en el que se distinguen dos grandes grupos. En un grupo sus elementos están definidos por el tipo de uso del plaguicida, según el organismo sobre el que actúan, y así tenemos: los insecticidas, los herbicidas, los acaricidas, los fungicidas, los raticidas, etc. Otro grupo está determinado de acuerdo a la estructura química de las sustancias con actividad plaguicida, y tenemos los plaguicidas organoclorados, los plaguicidas organofosforados, los carbamatos, los ácidos carboxílicos, los piretroides, las amidas, las anilinas, los derivados alquil de urea, los compuestos heterocíclicos con nitrógeno, los fenoles, las imidas, los compuestos inorgánicos, etc., con acción plaguicida (ver figura 7).

En Estados Unidos se encuentran registrados 10 000 plaguicidas diferentes, de éstos se producen anualmente más de 500 000 toneladas (7). Se ha calculado que sólo el 10% de los plaguicidas producidos llega al organismo blan-

FIGURA 7

UTILIZACION MUNDIAL DE LOS PLAGUICIDAS AGRUPADOS SEGUN SU TIPO DE ACCION
DISTRIBUCION PORCENTUAL.



Nota: al interior de cada grupo se especifican los diferentes tipos de sustancias que pueden tener esa acción plaguicida. Modificado del TIE Europe 15, 1983.

co* y el 90% restante se dispersa en el ecosistema (8); por lo tanto, en ciertas regiones de la Tierra, los plaguicidas constituyen uno de los principales contaminantes ambientales.

En la actualidad se calcula que el 80% de las ventas globales de plaguicidas se consume en las regiones más desarrolladas del mundo y sólo un 16% en las de menos desarrollo. A América Latina le corresponde en general una baja proporción de ese consumo.

Una idea indirecta del volumen mundial de producción y uso de plaguicidas lo da la cantidad de 8 670 millones de dólares estimados para 1978 que se gastó en el uso de ellos.

En los diversos países son permitidos en grado variable de 300 a 900 compuestos químicos de acción plaguicida, diversificados en varios millares de formulaciones.

Si bien los países de la región latinoamericana pueden disponer de registros desarrollados en grado variable acerca de los flujos y volúmenes de plaguicidas que ingresan o se producen en estos países, así como de las áreas donde se usan, dichos registros con cierta frecuencia no son suficientemente conocidos por el sector salud. En general la agricultura usa un 90% de los insecticidas y prácticamente todos los herbicidas. Como ejemplo se muestra el volumen de plaguicidas agrícolas usados en dos países de Latinoamérica.

*Organismo blanco: es el organismo que se desea controlar y al cual va dirigida la aplicación o el uso del plaguicida.

FIGURA 8
CANTIDAD DE PLAGUICIDAS USADOS SEGUN PAISES Y AÑOS INDICADOS

PAIS	AÑO	TONELADAS POR AÑO
Brasil	1964	16 200
	1974	101 200
	1980	123 500*
Colombia	1964	8 000
	1975	33 000

Fuente: FAO Report, 1978.

*Estimación.

6.2 Propiedades de los plaguicidas que determinan su cinética ambiental

Entre las propiedades físico-químicas de los plaguicidas que son determinantes en su cinética ambiental tenemos:

- a) Solubilidad en agua. Las sustancias con solubilidad acuosa mayor a 500 ppm* son muy móviles en los suelos y en los otros elementos del ecosistema; su mayor concentración se encuentra en los ecosistemas acuáticos. Por otro lado las sustancias con una solubilidad acuosa mayor de 25 ppm

*ppm = partes por millón, puede equivaler a mg/litro, mg/kg, g/m³, mg/dm³, etc.

no son persistentes en los organismos vivos, en tanto que aquéllas con una solubilidad acuosa menor a 25 ppm tienden a inmovilizarse en los suelos y a concentrarse en los organismos vivos. En general los plaguicidas organofosforados tienen una solubilidad acuosa mayor a los 25 ppm, en tanto que los plaguicidas organoclorados tienen una solubilidad menor a los 25 ppm.

- b) El coeficiente de partición lípido/agua. El coeficiente de partición lípido/agua de una sustancia muestra cuánto de una sustancia se disuelve en agua y cuánto en lípido; este coeficiente de una manera indirecta proporciona información sobre la solubilización y distribución de una sustancia en un organismo vivo. Por ejemplo: el aldrín y el DDT tienen un coeficiente de partición lípido/agua mayor a uno, por lo tanto, son liposolubles y podemos inferir que se absorben fácilmente a través de las membranas biológicas y que se acumulan en el tejido graso.
- c) La presión de vapor. La presión de vapor de una sustancia determina su volatilidad. Las sustancias con presión de vapor mayor a 10^{-3} mm de Hg a 25°C son muy volátiles, por lo tanto, tienen gran movilidad y se dispersan hacia la atmósfera; existen sustancias ligeramente volátiles, menos móviles, con presiones entre 10^{-4} a 10^{-6} mm de Hg a 25°C , y las no volátiles, que son más persistentes en suelos y agua, con presión de vapor menor a los 10^{-7} mm de Hg. Por ejemplo, los herbicidas tienen presiones de vapor muy bajas;

las clorotriazinas, del grupo de las triazinas (probablemente los herbicidas más utilizados) tienen presiones de vapor menores a los 10^{-7} mm de Hg. Este grupo es de mayor persistencia y menor volatilidad que las metoxitriazinas, con presiones de vapor igual o mayores a los 10^{-7} mm de Hg.

- d) Disociación y ionización. Las sustancias al solubilizarse se pueden o no disociar; las que no se disocian son sustancias no iónicas sin carga. Las que se disocian son sustancias iónicas, las cuales pueden tener carga positiva (catiónicas) o bien carga negativa (aniónicas).

Los plaguicidas aniónicos y los no iónicos son móviles en los suelos en tanto los catiónicos son absorbidos, inmovilizándose en ellos. El paraquat y el diquat son sustancias catiónicas que se adsorben fuertemente a las partículas de los suelos, en tanto que los plaguicidas fenoxiacéticos, sustancias aniónicas, se movilizan fácilmente.

- e) Degradabilidad. Es importante considerar también las propiedades químico-biológicas de degradabilidad de los plaguicidas. Dichas propiedades se refieren a que la actividad de un plaguicida puede ser permanente o bien puede disminuir con el tiempo en función de su descomposición, ya sea química (quimiodegradabilidad), por acción de la luz (fotodegradabilidad), o por acción de sistemas microbianos (biodegradabilidad).

A continuación se presentan algunas de las propiedades físico-químicas de ciertos plaguicidas muy utilizados.

FIGURA 9
PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS DE ALGUNOS PLAGUICIDAS

PLAGUICIDA	SOLUBILIDAD EN AGUA ppm	PRESION DE VAPOR mm Hg	DEGRADABI- LIDAD
Canfeclor (toxafeno)	3(20°C)	0,2-0,4(25°C)	foto
Malatión	145(25°C)	4×10^{-5} (30°C)	químico (hidroliza- ble)
Paratión	24(25°C)	$3,78 \times 10^{-5}$ (20°C)	químico (hidroliza- ble)
Propoxur (Baygón)	0,2%(20°C)	10^{-2} (120°C)	químico
Piretrina	insoluble (20°C)	no volátil (t° ambiente)	foto

Fuente: WHO/PAHO. Pesticide Data Sheets, 1979.

6.3 Distribución de los plaguicidas en los ecosistemas

6.3.1 Contaminación atmosférica

Los plaguicidas aplicados por aspersión aérea contaminan la atmósfera. De éstos, sólo el 53% del total se deposita en el área agrícola blanco, el 47% restante se deposita en los suelos y aguas colindantes,

o bien, se dispersa en la atmósfera y se transporta hacia otros ecosistemas distantes (9).

6.3.2 Contaminación terrestre: suelos y biota

Los plaguicidas contaminan los suelos y la biota terrestre cuando se aplican directa y deliberadamente o se precipitan de la atmósfera, como consecuencia de las aspersiones aéreas, o bien por el uso para riego de aguas contaminadas.

Los plaguicidas en los suelos y en la biota pueden persistir desde unos días hasta años.

La persistencia de un contaminante se puede definir como la propiedad de un compuesto para retener sus características físicas, químicas y funcionales en el medio a través del cual es transportado y/o distribuido por un período limitado después de su emisión.

Los plaguicidas que persisten más tiempo en el ambiente tienen una mayor probabilidad de interacción con otros elementos del sistema. Por otro lado, si su vida media y su persistencia es mayor a la frecuencia con la que se aplica, el plaguicida tiende a acumularse tanto en los suelos como en la biota.

6.3.3 Contaminación acuática

El agua es contaminada por plaguicidas, ya sea porque se aplican directamente, o bien porque se encuentran en precipitaciones atmosféricas o en los deslaves de tierras, cultivos, etc.

Tanto los plaguicidas solubles en el agua como los insolubles interaccionan con la biota acuática. Sin embargo, los hidrosolubles persisten en el medio según sus propias características antes señaladas, y los insolubles se adsorben a las partículas no solubles, a los sedimentos y se concentran en la biota acuática.

6.3.4 Contaminación de alimentos

Como consecuencia de la amplia distribución de los plaguicidas en el aire, suelos, aguas y biota, se produce una acumulación variable de ellos en los elementos que constituyen la alimentación humana y por ende en el organismo humano. La contaminación de alimentos se puede presentar tanto por la aplicación directa a ellos, por acumulación de plaguicidas en las cadenas tróficas como a través del manejo, transporte y almacenamiento de los productos comestibles.

Se muestran algunos hallazgos al respecto en las figuras 10, 11, 12, 13 y 14.

FIGURA 10
RESIDUOS DE DDT EN AGUA Y EN ALIMENTOS EN CENTRO
AMERICA (MUESTREO AL AZAR) (10)

Alimento	Promedio de DDT total (mg/kg)	Nº de muestras
Agua de pozo	0,0004	31
Agua de río	0,019	20
Granos	0,068	91
Hortalizas	0,017	11
Frutas	0,150	10
Crustáceos	0,636	57
Peces de mar	2,530	129
Peces de río	12,050	9
Leche	4,220	139
Queso	3,300	18
Carne	5,910	225

FIGURA 11
CONTAMINACION DE LA LECHE CON DDT EN HACIENDAS
LECHERAS EN GUATEMALA (1975/1976) (10)

Localización de las fincas	Media anual DDT total (mg/kg grasa)
Hacienda dentro del área algodonera	10
Hacienda cercana al área algodonera	2
Hacienda lejana al área algodonera	0,4

Nota: según FAO/OMS; límite máximo de residuos de
DDT en leche de vaca: 1 mg DDT total/kg grasa.

FIGURA 12
RESIDUOS DE HEXACLOROBENCENO (HCB)
EN ALIMENTOS
BRASIL, 1970 Y 1979

N° de Muestras	Alimentos	HCB total (mg/kg)	Autor
17	Leche de vaca	0,007-0,05	Almeida et al. 1971 (11)
44	Leche de vaca	0,001-0,02	Lara et al. 1980 (12)
4	Queso	0,3-2	Almeida et al. 1971 (11)
120	Carne enlatada	0,02-1,7 ,	Lara et al. 1971 (13)

FIGURA 13
MONITOREO DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN HORTALIZAS Y EN FRUTAS
BRASIL, 1978-1980 (14)

Alimentos	N° de Muestras	Insecticidas	Residuos (mg/kg)	LMR* (mg/kg)
Tomate	1	DDT	0,3	NP**
Pepino	2	Endrín	0,07-0,09	NP
Pimentón	2	Endrín	0,01-0,08	NP
Apio	1	DDT	0,02	NP
Col	1	DDT	0,004	NP
Puerro	1	Mevinfós	2,2	1
Distintas hortalizas	12	Clorotalonil Diazinón Paratión metílico Paratión	Residuos más bajos que los LMR	
Higo	3	DDT	0,02-0,05	NP
Guayaba	2	DDT	0,03-0,6	NP
Melón	2	Endrín	0,05-0,4	NP
Fresa	3	Dieldrín Endrín Dimetoato	0,01-0,04 0,04 0,04	NP
Durazno	1	DDT	0,7	NP
Distintas frutas	70	Insecticidas no detectados o más bajos que los LMRs		

*LMR = Límite máximo de residuo o tolerancia.

**NP = No permitido.

FIGURA 14
INSECTICIDAS ORGANO-CLORADOS EN LA SANGRE HUMANA
DE POBLACION EN GENERAL

P a í s	Insecticidas	ng/ml o ppb*	Autores
Argentina	DDT (total)	18,0	Radomski et al. 1971 (15)
	Beta-HCB	23,0	
	Gamma-HCB	1,0	
	Dieldrín	1,4	
Brasil:			
Sao Paulo	DDT (total)	42,6	Schvartsman et al. 1974 (16)
Río de Janeiro	DDT (total)	336,0	Almeida et al. 1974 (17)
Esp. Santo	DDT (total)	194,0	
E.U.A.	DDT (total)	19,9	Radomski et al. 1971 (15)
	Beta-BHC	1,4	
	Dieldrín	1,5	
Inglaterra	DDT (total)	13,0	Robinson & Hunter 1966 (18)
	Dieldrín	1,4	

*ppb = pp 10⁹

6.4 Susceptibilidad del ecosistema y efectos de los plaguicidas en ellos

El uso constante de herbicidas reduce la cubierta vegetal del suelo terrestre. Los plaguicidas en general, afectan los microorganismos de los suelos, disminuyen la descomposición de la materia orgánica, modifican la estructura de los suelos, favorecen la erosión y afectan el percolado del agua, (19).

Para valorar el efecto de los plaguicidas se deben tomar en cuenta la susceptibilidad y la vulnerabilidad de los elementos de un ecosistema. Los sistemas más complejos son menos susceptibles; entre ellos están los bosques y las praderas naturales. Los más susceptibles son aquellos que no se regeneran fácilmente y que además reciben de manera regular grandes cantidades de plaguicidas, como son los campos de monocultivo y en especial los de algodón, maíz, legumbres, soya y los frutales (19). Los lagos, las lagunas y los estuarios son también sistemas complejos pero de una susceptibilidad intermedia. Estos últimos tienen una fauna y flora muy rica con ciclos de nutrición y flujos de energía complicados; presentan un alto grado de resistencia a las perturbaciones provocadas por los contaminantes, aunque los herbicidas en particular pueden destruir la flora acuática y el fitoplancton cambiando los niveles de oxígeno disuelto y las características ecológicas del sistema.

Muchos países han informado de los efectos indeseables o perjudiciales sobre organismos que no eran el objeto de control como resultado del empleo de plaguicidas. Entre estos efectos figuran la reducción de la capacidad

reproductora y la mortalidad excesiva de los depredadores, mayor mortalidad de los agentes polinizadores, la conversión de plagas menores en plagas mayores, etc.

Probablemente el aspecto secundario más conocido de la aplicación de plaguicidas es el descenso de las poblaciones de aves de presa en Europa y América del Norte. Las aplicaciones masivas del DDT, aldrín, dieldrín y el uso de compuestos de metil o etil mercurio en el tratamiento de semillas provocó una mortalidad generalizada y disminución en la reproducción de varias especies animales. Después de introducir medidas para restringir la aplicación de estos compuestos, algunas de las especies se han recuperado. Es muy limitada la información sobre la mortalidad de los mamíferos silvestres por su exposición a los plaguicidas.

Se desconoce el efecto de los plaguicidas sobre los microorganismos del suelo. Algunos sistemas bacterianos son capaces de metabolizar los plaguicidas. Sin embargo, se ha informado también de una disminución en los procesos de nitrificación y de descomposición de la celulosa. Las aplicaciones de plaguicidas también alteran la diversidad y abundancia de los artrópodos del suelo, aunque se desconoce la importancia de tales cambios.

En la figura 15 se muestran los valores de la persistencia en los suelos y el factor de la bioconcentración acuática para algunos plaguicidas.

FIGURA 15 (20)

PLAGUICIDAS	PERSISTENCIA EN SUELOS (SEMANAS)	FACTOR DE BIOCONCENTRACION
<u>Organoclorados</u>		
Aldrín	530	4 444 (pez)
Dieldrín	312	3.300 (pez)
Endrín	624	1 000 (pez)
DDT	546	70 000 (ostra)
Hexacloroben- ceno-HCB	208	60 (ostra)
Lindano	728	60 (ostra)
<u>Organofosforados</u>		
Diclorvós	8	0 (ostras)
Malatión	2	0 (camarón)
Paratión	8	9 (no espe- cificado)
Forato	2	0 (pez)
<u>Carbamatos</u>		
Carbaryl	2	0 (ostra)
Carbofuran	8-16	0
<u>Varios</u>		
Picloram	52-78	0
Captan	1	0
Cloruro de etilmer- curio	Permanente	3 000 (pez)
2, 4, 5-T	1-12	0