

2. ACCION DE LOS PLAGUICIDAS SORE EL HOMBRE Y EL MEDIO

2.1. Resistencia de las plagas a los plaguicidas

2.2. Impacto sobre los ecosistemas

2.3. Acción sobre el hombre

A) Plaguicidas orgánicos

B) Plaguicidas inorgánicos

2.4. Dosis

2. ACCION DE LOS PLAGUICIDAS SOBRE EL HOMBRE Y EL MEDIO

El empleo sistemático de plaguicidas, principalmente para prevenir la acción de parásitos agrícolas, ha supuesto, sin lugar a dudas, una gran mejora en la calidad de vida de los pueblos.

No obstante, a los espectaculares resultados que se consiguieron al comienzo de su empleo de forma intensiva siguieron otros problemas al observarse que la aplicación masiva e indiscriminada de estos productos tenía consecuencias sobre la salud humana, sobre el medio ambiente, e incluso sobre la efectividad del producto.

Aún hoy se siguen empleando los plaguicidas de forma inadecuada, aplicando dosis mayores a las necesarias, empleando sustancias que no siempre son las idóneas, e incluso utilizando formas de aplicación incorrectas.

Entre los inconvenientes planteados por un uso inadecuado de plaguicidas destacan:

- a) Daño a animales y plantas, perturbando gravemente los ecosistemas naturales, al crear desequilibrios entre las poblaciones de animales e insectos.
- b) Aparición de especies resistentes a determinados plaguicidas o grupo de plaguicidas. Frecuentemente, como consecuencia de este efecto aparecen plagas muy difíciles de eliminar.
- c) Desaparición de especies útiles para la agricultura, impidiendo, por ejemplo, la polinización de plantas que necesitan la acción de insectos especializados. También se destruyen depredadores naturales de plagas, se causan mermas en la producción de miel, etc.
- d) Efectos perjudiciales sobre la salud humana, tanto sobre las personas que participan en la producción y aplicación de los productos como sobre los consumidores de alimentos contaminados por sus residuos.

Los mecanismos de afección de los plaguicidas a la salud humana son variables. Generalmente actúan disolviéndose en la membrana lipídica que rodea a las fibras nerviosas, interfiriendo en el transporte de iones a su través, modificando la acción de algún enzima del metabolismo, etc.

Algunos productos tienen acción cancerígena sobre humanos, son normalmente sustancias bastante lipófilas, que se depositan principalmente en el tejido graso y luego (de forma decreciente) en hígado, músculo, bazo y sangre.

Otro efecto observado es que se van concentrando en el tejido animal según se asciende en la cadena trófica, de forma que los consumidores primarios (herbívoros estrictos) presentan una baja concentración en sus órganos, los carnívoros más elevada, y aquellos que se sitúan en la cúpula de la pirámide (por ejemplo, algunas aves pescadoras) llegan a tener concentraciones tan altas de plaguicidas que les provoca esterilidad.

Este efecto, denominado bio-acumulación, puede causar graves accidentes en el hombre. Así ocurre, por ejemplo al consumir moluscos filtradores, que llegan a contener varios miles de veces más plaguicidas en sus órganos que el agua que los rodea.

El nivel de bio-acumulación depende tanto de las características intrínsecas del plaguicida (degradabilidad, lipofilia) como de condiciones externas (concentración, entorno físico-químico), también de la posición que el animal ocupa en la pirámide alimentaria.

En la figura 2.1. se representa la acumulación del DDT a lo largo de la cadena trófica. El hombre se encuentra en la cúspide de todas las cadenas en que está implicado.

En la tabla 2.1. se muestran algunos datos sobre efectos multiplicadores, tanto en suelos como en el agua, para diferentes plaguicidas.

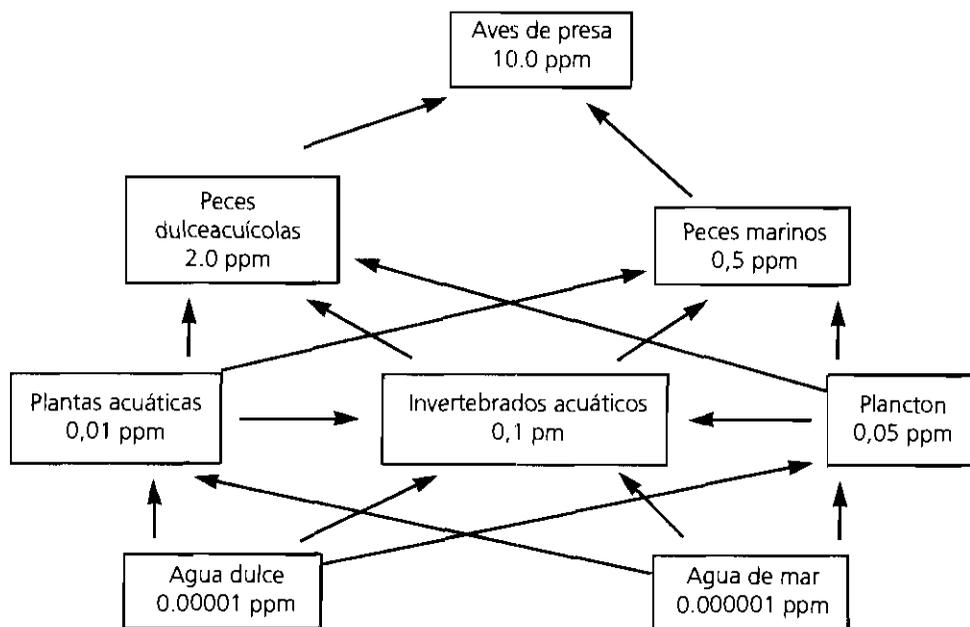


Figura 2.1.- Acumulación del DDT en la cadena trófica.
(Fuente Edwards, 1.973)

TABLA 2.1.- EFECTO ACUMULATIVO DE ALGUNOS PLAGUICIDAS

ORGANISMO	HABITAT	PLAGUICIDA	FACTOR MULTIPLICADOR
lombrices	suelo	DDT	0,7-2,8
lombrices	suelo	Dieldrín	0,6-9,9
limacos	suelo	DDT	2,3-3,7
caracoles	agua	DDT	1.480
ostras	agua	DDT	60-70.000
gamba	agua	DDT	280-2.800
cangrejos	agua	DDT	144
plancton	agua	DDT	16.600
peces en general	agua	DDT	mayor de 5-1.500
ostras	agua	DDT	70.000
ostras	agua	Clorodano	7.300
ostras	agua	Lindano	60
ostras	agua	Metoxicloro	5.780
ostras	agua	Toxafeno	2.920

Fuente: Edwards, 1.973 y Matsumura et al., 1.972.

Cuando se pretende evaluar la acción de un plaguicida sobre el medio hay que considerar además de su toxicidad otros factores, como capacidad de bio-acumulación, persistencia, subproductos, de degradación, etc.

2.1. RESISTENCIA DE LAS PLAGAS A LOS PLAGUICIDAS

La aplicación repetida de un plaguicida para combatir una plaga produce un efecto de selección de individuos resistentes a dicho producto, que con el tiempo aumentan en proporción llegando a provocar la ineficacia del tratamiento. Los mecanismos de resistencia son muy variados: aparición de nuevas rutas metabólicas o variación en las ya existentes, modificaciones estructurales (cutículas, membranas), etc.

El número de especies resistentes está en progresión creciente (más de 400 en la actualidad).

La aparición de resistencias trae consigo la necesidad de aumentar las dosis necesarias para conseguir el mismo efecto (y con ello un incremento de los efectos indeseables derivados de su aplicación) y además la necesidad de cambiar de sustancias.

La aparición de resistencias a insecticidas organoclorados ha producido fracasos en campañas de lucha contra agentes vectores de enfermedades humanas (paludismo, fiebre amarilla, filariasis). Recientemente se ha comenzado a detectar resistencia también a organofosforados.

2.2. IMPACTO SOBRE LOS ECOSISTEMAS

El insecticida ideal debería ser completamente selectivo sobre la plaga que controla. Pero no es así, y los plaguicidas reales afectan no sólo a grupos relacionados con la plaga sino otras especies diferentes, provocando en el sistema natural desajustes de consecuencias incalculables.

Los principales efectos conocidos son:

a) La acumulación ascendente en la cadena trófica, que provoca en los elementos cúspide efectos nocivos, principalmente en su capacidad de reproducción, como es el caso de muchas aves de presa que han visto enormemente reducidas sus poblaciones a causa de la acumulación de DDT, Aldrín y Dieldrin. En países como EE.UU. donde se han establecido limitaciones al uso de estos compuestos ha podido comprobarse como el efecto es reversible y las poblaciones llegan a recuperarse.

b) La afección a los predadores naturales de las plagas, con lo que desaparece el control natural preexistente a su vez, otros insectos que antes no constituían plaga, llegan a serlo al desaparecer predadores y competidores.

c) Los polinizadores se ven afectados comprometiendo con ello el éxito reproductivo de gran variedad de plantas que necesitan de su concurso para reproducirse.

d) No se conoce con precisión el efecto de los plaguicidas sobre los microorganismos del suelo. Muchas bacterias son capaces de metabolizar y degradar los plaguicidas. Sin embargo se ha informado de una disminución de los procesos de nitrificación y de descomposición de la celulosa, así como de tasas más lentas de descomposición del mantillo.

e) Los herbicidas se emplean en tierras agrícolas y no agrícolas, incluso en vías acuáticas, caminos y bosques. El uso creciente de los herbicidas, con objeto de lograr el control de malezas, provoca una reducción muy grande de las poblaciones de malas hierbas y de la fauna silvestre que de ellas dependen. La mortalidad y putrefacción de la vegetación en el agua altera la concentración del oxígeno en disolución, el contenido de nutrientes, y otros parámetros químicos del agua y del sustrato, lo que afectará a la comunidad animal que depende de la vegetación.

Como resumen puede decirse que el empleo inadecuado de plaguicidas puede provocar serios desequilibrios ecológicos debido a que no solo elimina a la especie que constituye la plaga, sino que también afecta a muchas otras pertenecientes incluso a órdenes diferentes. Esto se evitaría empleando los plaguicidas más selectivos posible, únicamente a las dosis recomendadas y mediante el método de aplicación más adecuado a cada caso. Es fundamental seleccionar plaguicidas con un grado de persistencia bajo, que presenten su máximo de acción tras la aplicación eliminando la plaga y no continúen tiempo después actuando sobre otros seres vivos.

2.3. ACCION SOBRE EL HOMBRE

La salud humana puede verse afectada por los plaguicidas en dos aspectos diferentes. Por un lado la toxicidad crónica derivada de una prolongada exposición a dosis muy bajas a uno o varios de estos productos, provocada generalmente por la ingestión de alimentos que los contienen. Por otro lado la toxicidad aguda causada accidentalmente en su manipulación o aplicación o por intentos suicidas.

Los conocimientos que se tiene sobre ambos tipos de toxicidad son muy diferentes. La crónica es mucho más difícil de estudiar pues suele afectar a grupos heterogéneos de población, no existe certeza sobre la dosis ingerida, existen muchos factores difíciles de controlar (ingestión de una o varias sustancias, durante cuanto tiempo, en que orden, etc.), además los efectos aparecen a largo plazo y muchas veces su inespecificidad hace que se confundan con otros problemas o enfermedades de los afectados.

Los problemas derivados de toxicidad aguda son más concretos, se conoce con mejor precisión el o los productos implicados, los efectos son inmediatos o casi inmediatos y la sintomatología es también mucho más específica y definida.

Con todo es la toxicidad crónica y los efectos desconocidos que de ella puedan derivarse (infertilidad, carcinogénesis, mutagénesis, etc.) las que más preocupan, en cuanto que los casos de intoxicación derivados de accidentes, podían evitarse en gran medida respetando las normas de seguridad para la fabricación, transporte, almacenamiento y aplicación de plaguicidas, así como para la eliminación de sus envases.

A) PLAGUICIDAS ORGANICOS

DDT

La dosis umbral que produce indisposición moderada en algunos individuos y ninguna en otros es la de 1 mg/kg de peso.

Los signos y síntomas de envenenamiento por altas dosis de DDT en el hombre incluyen parestesias (sensación anormal, rara, táctil y térmica) de lengua, labios y cara, aprensión, hipersusceptibilidad a los estímulos, irritabilidad, mareos, temblores y convulsiones.

La prohibición en el uso del DDT en numerosos países se decidió ante la amenaza de desequilibrio ecológico por su uso continuado, la incertidumbre sobre el efecto de la exposición prolongada continua y de la acumulación de bajas concentraciones de DDT en el hombre, y el desarrollo de cepas resistentes de insectos.

CICLODIENOS CLORADOS

Los más comunes son Aldrín, Dieldrín, Endrín (estereoisómero del Dieldrin), Heptacloro y Clorodano. Estos compuestos estimulan el sistema nervioso central y por ende muchos signos y síntomas de su envenenamiento se parecen al DDT, pero a diferencia de este tienden a producir convulsiones antes de aparecer otros signos menos serios de enfermedad. Las personas envenenadas por insecticidas de este tipo presentan cefaleas, náuseas, vómitos, mareos y sacudidas clónicas leves, pero algunas tienen convulsiones sin síntomas previos. Los insecticidas con Ciclodieno han causado numerosas muertes por envenenamiento agudo.

Estos plaguicidas tienen el mayor potencial carcinógeno de todos los insecticidas. Por estas razones se prohibieron el Aldrín y el Dieldrin en EE.UU. en 1.974 y posteriormente en España, así como el Clorodano y el Heptacloro, para cosechas agrícolas. El uso de estos últimos se suspendió en 1.976.

OTROS HIDROCARBUROS CLORADOS

Este grupo incluye al Lindano y Toxafeno.

El Lindano causa signos de envenenamiento semejantes a los del DDT.

En los últimos años ha sido el Toxafeno el plaguicida cuantitativamente más utilizado en los EE.UU. Al igual que los demás plaguicidas organoclorados, el principal efecto del Toxafeno es la estimulación del sistema nervioso central. Parece metabolizarse muy fácilmente, y esto podría explicar la poca persistencia de este preparado comparada con la de otros

plaguicidas derivados de hidrocarburos clorados. El Toxafeno induce, según se ha demostrado, tumores hepáticos en ratones y produce mutaciones. Estas observaciones llevaron a la drástica reducción de su uso.

EXTRACTOS VEGETALES (PIRETROIDES)

El piretro se considera como el plaguicida más inocuo porque su toxicidad primaria es baja. La escasa toxicidad de los piretroides en mamíferos se debe a su rápida biotransformación por hidrólisis de los ésteres, hidroxilación o ambas.

ORGANOFOSFORADOS Y CARBAMATOS

Estos dos grupos de plaguicidas se tratan conjuntamente debido a que su acción toxicológica en el hombre es muy similar.

1.– Intoxicación aguda: Los síntomas gastrointestinales son los primeros en aparecer después de la ingestión e incluyen anorexia, náuseas y vómitos, cólicos abdominales y diarrea. Los efectos muscarínicos de una intoxicación severa se manifiestan, entre otras cosas, por extremada salivación, defecación y micción involuntarias, sudoración, lágrimas, bradicardia e hipotensión. El amplio espectro de efectos sobre el sistema nervioso central incluye confusión, ataxia, pérdida de reflejos, convulsiones generalizadas, coma y parálisis respiratoria central. El momento de la muerte después de una sola exposición aguda, puede variar desde menos de cinco minutos a casi veinticuatro horas, según la dosis, la vía de ingestión, el agente y otros factores. La causa de la muerte es sobre todo por insuficiencia respiratoria acompañada generalmente de un componente secundario cardiovascular.

2.– Intoxicación crónica: El cuadro clínico se inicia con perturbaciones sensitivas, ataxia, fatigabilidad de las piernas, contracciones musculares, etc. Se puede llegar a la parálisis flácida total. La recuperación puede tardar dos o más años.

DERIVADOS DEL FENOL

Los signos y síntomas de envenenamiento agudo en el hombre incluyen náuseas, inquietud, piel rubicunda, hiperhidrosis, respiración rápida, taquicardia, fiebre, cianosis y finalmente colapso y coma.

Se conocen casos de envenenamiento humano por dinitrocresol, de características semejantes al envenenamiento con dinitrofenoles y se han asociado varios casos de envenenamiento humano con el uso del Pentaclorofenol (PCP).

ACIDOS ORGANICOS

Los informes clínicos de envenenamiento por compuestos clorofenoxi son raros. Estos compuestos no se acumulan en animales y se eliminan por la orina en una elevada proporción, metabolizándose un alto porcentaje del compuesto.

Producen dermatitis por contacto en el hombre y se ha observado un tipo relativamente severo de dermatitis, el cloroacné, en las personas que trabajan en la fabricación de 2,4,5,T.

DERIVADOS DE LA UREA

Las ureas sustituidas presentan toxicidad aguda relativamente baja para mamíferos.

PCBs

La mayoría de los conocimientos actuales sobre los efectos tóxicos de los PCBs proceden del episodio llamada "Yusho". Aproximadamente 1.600 personas fueron expuestas a PCBs, PCDFs (dibenzofuranos policlorados) y PCQs (tetrafenilos policlorados) en 1.968 al este del Japón por consumir arroz contaminado. Las dosis ingeridas durante varios meses fueron:

	mg/día	Dosis total (mg)
PCBs	1,9-8,4	500-805
PCDFs	0,01-0,04	3,2-4,4
PCQs	1,7-7,2	450-756

Los síntomas clínicos fueron: erupciones, manchas rojas, pigmentación de la piel, membranas, mucosas y uñas. Estas manifestaciones fueron las de mayor aparición, y son las más frecuentes en intoxicaciones crónicas y las primeras que aparecen, indicando por tanto envenenamiento con PCBs. También excesivo lagrimeo, hiperemia y pigmentación de la conjuntiva y del párpado, alteraciones transitorias de la visión. Estas manifestaciones fueron también muy frecuentes entre los individuos intoxicados siendo, con las anteriores, las más dominantes. Otros síntomas son: manifestaciones neurológicas y musculares, dificultades en la audición, dolores de cabeza, vómitos, diarrea, espasmos musculares, alteraciones en la conducta motora y sensitiva, etc.

Los PCBs atraviesan la placenta, habiendo casos de intoxicación congénita de PCBs. Las alteraciones en el feto son múltiples, desde la muerte por bajo peso, conjuntivitis, cloroacné, hasta la pigmentación de piel, etc., del recién nacido. Además, éste recibe después del nacimiento cantidades de PCBs a través de los lípidos de la leche materna.

PARAQUAT

El Paraquat es el compuesto más importante entre los herbicidas desde el punto de vista toxicológico. Durante la última década se han registrado varios centenares de casos de mortalidad accidental o suicida por envenenamiento con Paraquat. Los cambios patológicos observados en la autopsia indican daños en pulmones, hígados y riñones; en ocasiones hay miocarditis. Aunque la ingestión causa molestias gastrointestinales a las pocas horas, la iniciación de síntomas respiratorios y la eventual muerte por dificultades respiratorias puede demorarse varios días. Es de observar que una dosis oral de 5 mg/kg puede ser mortal.

B) PLAGUICIDAS INORGANICOS

CADMIO

En el caso de ingestión por vía oral, los síntomas de intoxicación incluyen náuseas, vómitos, diarrea y calambres abdominales.

PLOMO

La exposición al plomo produce ocasionalmente un deterioro mental definido y progresivo en los niños. Los antecedentes de los afectados indican un desarrollo normal durante los primeros doce a dieciocho meses de vida o más, seguido de una pérdida sostenida de las habilidades motoras y del habla. Pueden tener severos trastornos hiperkinéticos, conducta agresiva y convulsiones. La falta de percepción sensitiva deteriora gravemente el aprendizaje.

COBRE

1.– Toxicidad aguda: La ingestión de grandes cantidades de cobre conduce a ulceraciones de la mucosa gastrointestinal, hemólisis, necrosis hepática y daños renales.

2.– Toxicidad crónica: El envenenamiento crónico en el hombre es muy raro, dado que el organismo puede adaptarse a un amplio rango de entrada de cobre sin efectos perjudiciales.

2.4. DOSIS

Los ensayos sobre toxicidad aguda de plaguicidas se realizan empleando ratas o conejos. Las tablas incluidas en el anexo 3, muestran la DL₅₀ en ratas de algunos plaguicidas (expresado en miligramos por kilogramo de masa corporal). Estas dosis pueden variar de un autor a otro debido a las condiciones experimentales, pero se mantienen siempre en un rango de valores similar.

Las dosis contra las plagas dependen mucho de las formulaciones, concentración, producto comercial, etc., y dada la gran variedad de plaguicidas comercializados, se aconseja consultar los vademecun específicos para casos concretos. En el anexo 3 se incluye, a título orientativo algunas dosis típicas de los pesticidas más importantes.