

# LOS PCBs SALEN DE PASEO

## *PCB's TAKE A STROLL*

M. Castillo Rodríguez, M. López Espinosa, M. J. Begoña Olmos Ruiz, N. Olea Serrano

Laboratorio de Investigaciones Médicas. Hospital Clínico. Universidad de Granada

### RESUMEN

La exposición humana a compuestos organoclorados bioacumulables es un problema de interés sanitario no sólo por el conocimiento de la presencia en tejidos del residuo de contaminantes históricos como DDT y otros pesticidas, sino por el riesgo de exposición actual a compuestos aún en uso como el lindano, el endosulfán y los bifenilos policlorados (PCBs), entre otros. Destaca el caso particular de los PCBs, sustancias cuya producción fue prohibida debido a su peligrosidad, persistencia y toxicidad ambiental. A pesar de esta prohibición siguen funcionando una gran cantidad de aparatos que contienen volúmenes considerables de PCBs. Estos aparatos llegarán en los próximos años, si no lo han hecho ya, a la fase de residuos, por lo que es necesario asegurar su correcta eliminación para evitar su liberación al medio ambiente. El Plan Nacional para la descontaminación y eliminación de policlorobifenilos (PCBs), policloroterfenilos (PCTs) y aparatos que los contengan, puesto en marcha en España en el año 2001, debe llevarse a cabo teniendo en cuenta los posibles efectos que los PCBs pueden provocar en el medio ambiente y en la salud humana y con el conocimiento de los responsables en salud pública.

**PALABRAS CLAVE:** PCBs, disruptores endocrinos, exposición humana, compuestos organoclorados.

### INTRODUCCIÓN

Podría parecer que hacer mención en España a la exposición humana a compuestos organoclorados una vez entrado el siglo XXI está fuera de todo interés y que son los últimos escarceos de un problema de toxicología ambiental ampliamente superado. Nada más lejos de la realidad. La exposición humana a compuestos organoclorados bioacumulables es un fenómeno actual, tanto por el riesgo de exposición, como por las consecuencias sobre la salud, algunas de las cuales empiezan ahora a entresarse<sup>1</sup>. A este respecto, la impregnación de tejidos humanos con compuestos lipofílicos bioacumulables es un hecho documentado y frecuentemente denunciado, que implica la exposición de individuos de cualquier edad y que tiene en la exposición materno infantil la cota más alta de preocupación en salud pública<sup>2</sup>.

El estudio de residuos cuantificados en tejido humano sitúa a nuestro país en tasas intermedias-altas con frecuencias cercanas al 100%, para organoclorados históricos como DDT y sus metabolitos y para HCB, y en concentraciones significativamente importantes para metoxicloro, aldrín, dieldrín o endrín y organoclorados

### ABSTRACT

Human exposure to bioaccumulable organochlorine compounds is a reality, not only because of the known presence in tissues of the residue of historic contaminants such as DDT and other pesticides, but also because of the risk of current exposure to compounds still in use, such as lindane, endosulphan and polychlorinated biphenyls or PCBs, among others. The case of the PCBs is of particular importance. Although their production was prohibited due to their hazardous nature, persistence and environmental toxicity, a large number of equipments that contain considerable volumes of PCBs continue functioning. These equipments will reach the residual stage in the next few years, if not already, so that their correct disposal is necessary to avoid their release into the environment. A National Plan for the decontamination and elimination of polychlorobiphenyls (PCBs), polychloroterphenyls (PCTs) and the equipments that contain them was launched in Spain in 2001. This plan must be implemented taking full account of the possible effects of PCBs on the environment and human health and with the knowledge of those responsible for public health.

**KEYWORDS:** PCBs, Endocrine disruptors, human exposure, organochlorinated compounds.

de uso actual como lindano o endosulfán<sup>3</sup>. El establecimiento de una asociación entre el residuo cuantificado en tejidos y el riesgo de padecer enfermedades<sup>4</sup> parece cada vez más clara, sobre todo ahora que asuntos como el sinergismo, la aditividad y las interacciones entre compuestos químicos que actúan a través de mecanismos comunes han sido adecuadamente investigados<sup>5</sup>.

Dentro de este contexto, la movilización "forzada" de piraenos, pyranoles y PCBs que se prevé en España para esta década que comienza se presenta como un "pico de exposición", ante el cual los expertos en salud ambiental, el personal sanitario, la administración y el público deben estar atentos. La limitada fiabilidad de los datos del censo oficial de PCBs existentes, reconocido como "incompleto, disperso y de verosimilitud incierta", no hace más que añadir preocupación a este asunto.

### ¿QUÉ ES UN PCB?

Los PCBs (Bifenilos Policlorados) son sustancias químicas sintéticas que poseen dos anillos de benceno a los que se unen un número variable de átomos de cloro, por lo que forman parte del amplio grupo de *compuestos quí-*

*nicos organoclorados*. Según el número de átomos de cloro y la posición que ocupen se forman los diferentes PCBs, resultando 209 combinaciones diferentes.

Durante mucho tiempo se les consideró sustancias con grandes ventajas y tuvieron un gran número de aplicaciones industriales, debido a su gran estabilidad química, elevado punto de ebullición, difícil combustión y propiedades aislantes. Pero en los años 60 la comunidad científica dio las primeras voces de alarma sobre su peligrosidad, debido a su toxicidad ambiental y a su persistencia.

La prohibición total para su utilización en sistemas abiertos como aceites lubricantes, materiales ignífugos, componentes de plaguicidas, pinturas, tintas, adhesivos, plásticos etc, se produjo en Europa en el año 1976<sup>5,6</sup>. Esta prohibición se hizo extensiva en el año 1985 a los sistemas cerrados como transformadores, condensadores, sistemas de transferencia de calor, equipos hidráulicos etc<sup>7</sup>. La única excepción fueron los PCBs empleados en sistemas cerrados en uso, en ese momento, que podrían seguir utilizándose hasta el final de su vida útil. Al entrar España en la Comunidad Europea en 1986, se aceptaron estas limitaciones de empleo. En el año 1996 la Comisión Europea requirió a los estados miembros que estimasen las cantidades de PCBs aún existentes y que elaborasen planes para su eliminación, y se estableció el año 2010 como fecha límite para la desaparición completa de los PCBs. Las estimaciones del gobierno español se sitúan en torno a 210.000 Tm de bifenilos policlorados<sup>8</sup>, que se encuentran fundamentalmente en sistemas cerrados de transformadores eléctricos.

## PRODUCCIÓN

Los PCBs se empezaron a comercializar en los años 30, y aunque su utilización fue prohibida en 1985 en Europa, su producción no ha cesado hasta bien entrados los 90. Entre los principales nombres bajo los que se comercializaron las mezclas de PCBs están: *aroclor*, producida por Monsanto (EEUU), con gran interés en la agricultura por tener actividad plaguicida; *piraleno*, producida por Prodelec (Francia) y *pyranol* de General Electric (EEUU); siendo estas últimas las más usadas en transformadores y condensadores por la industria eléctrica española. En la tabla 1 aparecen recogidos otros nombres comerciales y sus lugares de fabricación.

Hoy en día siguen funcionando una gran cantidad de aparatos que contienen grandes cantidades de PCBs, por lo que existe el riesgo de que se liberen al medio ambiente. Las liberaciones pueden ocurrir bien de forma directa (vertidos) o accidentalmente por fugas, derrames o incendios de los equipos que los contienen. Otras fuentes menos significativas son la aplicación de tierras de lodos de aguas residuales y los depósitos de PCBs como los sedimentos marinos y fluviales y los lodos de los puertos<sup>9</sup>.

Una vez en el medio ambiente los PCBs se distribuyen ampliamente. Tienen una gran capacidad de ser adsorbidos por los materiales orgánicos, por lo que la vida media de los PCBs en los suelos y sedimentos es de varios años<sup>10</sup>. Poseen relativa insolubilidad en agua y tienen bajas presiones de vapor, sus transformaciones en agua y aire son más rápidas, varían desde menos de 1 día a 210

días<sup>10</sup>. Son muy solubles en grasas, por lo que tienden a acumularse en los seres vivos. Se introducen en las cadenas tróficas de manera que los organismos que se encuentran en los niveles más altos acumulan una cantidad de PCBs proporcionalmente muy superior a la de los seres de niveles inferiores. Se pueden detectar en aire, agua, suelos, sedimentos y alimentos<sup>10</sup>. En definitiva se trata de compuestos altamente persistentes que están continuamente cambiando de medio.

## EXPOSICIÓN Y TOXICIDAD

Ningún ser vivo queda libre de poseer en su organismo cantidades medibles de PCBs debido a la capacidad de estos compuestos de viajar grandes distancias a través de cualquier medio. Por ejemplo, sorprende encontrar niveles muy altos de estos compuestos en los tejidos corporales de los Inuits, tribu indígena que habita el Ártico canadiense, o en los osos polares, a pesar de que ambas son poblaciones que viven muy alejadas de las zonas industriales en donde se han usado los PCBs<sup>11</sup>. La tribu Inuit es el caso más extremo de contaminación no accidental con sustancias persistentes en humanos que se ha descubierto hasta ahora.

La exposición puede deberse a la ingestión de alimentos y agua contaminada; la inhalación de aire que contenga estas sustancias y el contacto dérmico. Evidencias de la amplia exposición en humanos son los niveles detectables de estas sustancias en sangre<sup>12,13</sup>, tejido adiposo<sup>14</sup>, y leche<sup>15</sup>, que aparecen siempre que se realizan medidas.

El consumo de alimentos es la vía más importante de exposición humana (90% de la exposición total). Así por ejemplo, la exposición dietética a PCBs similares a las dioxinas supera la ingesta semanal tolerable (IST) o la ingesta diaria tolerable (IDT) de una parte considerable de la población europea<sup>9</sup>. Para reducir la ingesta es importante rebajar los niveles en que los PCBs se encuentran en la cadena alimentaria. La forma más eficiente de disminuir los niveles de estas sustancias en la cadena alimentaria es reducir la contaminación ambiental. Por ejemplo, evitando la eliminación indiscriminada de residuos industriales.

La evaluación de los efectos sobre la salud de las mezclas de PCBs es complicada por su compleja composición. Aún así se pueden hacer algunas generalizaciones sobre los efectos de los PCBs a los que los humanos se ven expuestos. Los seres humanos, los pájaros marinos y los mamíferos acuáticos son las víctimas principales, ya que constituyen el final de la cadena trófica acuática de estos productos, que se bioacumulan en las grasas animales. Los efectos críticos son cambios en el comportamiento neurológico<sup>16</sup>, endometriosis<sup>9</sup> e inmunosupresión<sup>17,18</sup>. Los PCBs están clasificados como probables carcinógenos humanos<sup>4</sup> y producen una amplia gama de efectos adversos en los animales, entre ellos: toxicidad reproductiva, inmunotoxicidad y carcinogenicidad<sup>9</sup>.

Sin embargo, parecen haberse subestimado sus propiedades tóxicas y han surgido nuevos datos epidemiológicos, toxicológicos y mecanicistas, en particular, en lo que se refiere a los efectos en el desarrollo neurológico<sup>19</sup> y los efectos endocrinos y reproductivos<sup>3,20,21</sup>, que indican que algunos PCBs tienen un efecto en la salud humana

mayor de lo previsto, incluso a dosis muy bajas, y especialmente en los grupos más vulnerables como embrión-feto y lactantes, que están expuestos directamente a la carga acumulada en el organismo materno<sup>22</sup>. En los niños expuestos a PCBs se han observado efectos en el desarrollo neurológico y el comportamiento, así como efectos sobre la función tiroidea a exposiciones correspondientes a niveles basales medioambientales<sup>23</sup>. A exposiciones mayores, ya sea accidental y profesional de las madres, los niños expuestos a PCBs a través de la placenta presentan afecciones de la piel, hiperpigmentación<sup>16</sup>, defectos en el esmalte de los dientes<sup>24</sup>, retrasos en el desarrollo y trastornos del comportamiento<sup>25</sup>, anomalías en la calidad seminal<sup>26</sup>, menor altura de las niñas en la pubertad y pérdidas de capacidad auditiva<sup>16</sup>.

Por último, existen estudios que han demostrado que los PCBs son disruptores endocrinos<sup>20,21</sup>. Los disruptores endocrinos son sustancias químicas que alteran la función endocrina provocando efectos adversos sobre la salud de los organismos y de su progenie. Los disruptores endocrinos actúan mimetizando o antagonizando la acción de las

hormonas, alterando su síntesis y metabolismo o modulando los niveles de los receptores, por lo que las consecuencias sobre la salud humana, si bien no entendidas en su totalidad, se sospecha pueden ser importantes<sup>1</sup>.

### PLAN NACIONAL DE ELIMINACIÓN

Existe una preocupación considerable entre el público, los científicos y los legisladores acerca de los efectos negativos sobre la salud humana y el medio ambiente de la exposición prolongada, incluso en cantidades insignificantes, a PCBs. Muchos aparatos y materiales que contienen PCBs llegarán en los próximos años, si no lo han hecho ya, a la fase de residuos, y hay que asegurar una eliminación correcta que evite más emisiones al medio ambiente.

Según la Directiva 96/59/CE, los países miembros deberían haber elaborado planes de eliminación y descontaminación de PCBs antes de septiembre de 1999. La Comisión Europea interpuso una denuncia contra España

**Tabla 1. Principales nombres comerciales y lugares de producción de PCBs**

Nombre comercial	Empresa productora	País productor
AROCLOR	Monsanto	EE.UU.
APIROLIO		
ASBESTOL		
ASKAREL		
CHEMKO		
CHLORECSOL		
CHOLREXTOL	Allis Chalmers	EE.UU.
CHLORINATED BIPHENOL		
CHLORINATED DYPHEINL		
CHLORINAL		
CLOPHEN	Bayer	Alemania
DIACLOR	Sangano Eléctrico	
DYKANOL	Cornell Dubilier	EE.UU.
DK	Caffaro	Italia
ELEMEX	McGraw Edison	EE.UU.
HYVOL	Aerovox	EE.UU.
INERTEEN	Westinghouse Electric	EE.UU.
FENCLOR	Caffaro	Italia
KANECHLOR	Mitsubishi	Japón
FRENCLORO		
MONTAR		
NO-FLAMOL	Wagner Electric	EE.UU.
PCB		
POLICHLORINATED		
BYPHENOL		
PRENOCLOR	Prodelec	Francia
PIRALENO	Prodelec	Francia
PYRANOL	General Electric	EE.UU.
SAF-T-KUHL	Kuhlman Electric	EE.UU.
SANTOTHERM	Mitsubishi	Japón
THERMINOL		

*Fuente:* Facilities Engineering. Electrical Interior Facilities (TM 5-683) US Army Corps of Engineers Publishing Group. Hyattsville, MD, US, 1995.

**Tabla 2. Situación Actual de los PCBs**

<b>Producción total de PCBs en el mundo durante el siglo XX</b>		1.000.000 de Tm
<b>PCB existentes en España</b>	PCBs + Aparatos Aceites + Aparatos contaminados	70.000 Tm 140.000 Tm <b>210.000 Tm</b>
<b>Capacidad máxima de descontaminación actual en España</b>		9.000 Tm/año
<b>Localización de las empresas dedicadas a la descontaminación en España</b>	Asturias, Andalucía, Castilla León Cataluña y Murcia	
<b>Capacidad de ELIMINACIÓN total de PCBs actual en España</b>		<b>0 Tm/año</b> (Principales plantas de eliminación en UK y Francia)

por el incumplimiento de esta normativa. En consecuencia el Gobierno publicó en abril del año 2001 un Plan Nacional para la descontaminación y eliminación de policlorobifenilos (PCBs), policloroterfenilos (PCTs) y aparatos que los contengan<sup>8</sup>. Este documento reconoce que los datos que recoge son “de limitada fiabilidad”, “incompletos, dispersos y de verosimilitud incierta”. Las estimaciones finales del Plan Nacional reflejan que en abril de 2001 existían en España aproximadamente 70.000 Tm de PCBs y aparatos que los contienen y 140.000 Tm de aceites y aparatos contaminados con PCBs, lo que hace un total de unas 210.000 Tm, que deben ser eliminadas antes del año 2010<sup>27</sup>. En declaraciones públicas efectuadas por los representantes de la industria eléctrica se reconoce que esta cifra puede subestimar la cantidad real de PCBs al admitir que el censo oficial no recoge aquellos aparatos de propiedad industrial<sup>28</sup>.

En tanto que residuos peligrosos, se hace inviable la posibilidad de reutilizar o reciclar los PCBs por lo que la única opción posible es su eliminación. Desafortunadamente, en España no existe ninguna instalación para la eliminación de PCBs. Hasta ahora los PCBs a eliminar eran enviados a incineradoras especialmente diseñadas para ello en Francia o en el Reino Unido<sup>28</sup>. Existen otros métodos de eliminación diferentes a la incineración. En España existen unas pocas instalaciones destinadas a la descontaminación de PCBs, paso previo a la eliminación, que consiste en la separación de los PCBs del resto del aparato. La capacidad de tratamiento de estas últimas es de 9.000 Tm/año<sup>8</sup>.

El Plan Nacional, haciendo alusión al Real Decreto 1378/99 de 1999<sup>29</sup>, recuerda que son las Comunidades Autónomas las que deberán establecer Inventarios, para conocer la cantidad real de PCBs, y redactar Planes Autonómicos de Descontaminación y Eliminación para los equipos que posean más de 500 ppm de PCBs, antes del 2010. Los aparatos con cantidades de PCBs comprendidas entre 50 y 500 ppm podrán ser utilizados hasta el final de su vida útil.

Los objetivos que se marca el presente Plan son:

- La descontaminación o eliminación de transformadores con un volumen de PCB superior a 5 dm<sup>3</sup> y concentración superior a 500 ppm de PCB en peso, así como del resto de aparatos con un volumen de PCB superior a 5 dm<sup>3</sup> y eliminación de los PCB contenidos en los mismos. Este objetivo deberá alcanzarse antes del 1 de enero del año 2011.
- Los transformadores cuyos fluidos contengan una concentración entre 50 y 500 ppm en peso de PCB se podrán mantener hasta el final de su vida útil y, posteriormente, serán eliminados o descontaminados en las condiciones que se establecen en el RD 1378/99
- La recogida y posterior descontaminación o eliminación de todos los aparatos inventariados con un volumen de PCB comprendido entre 1 y 5 dm<sup>3</sup> y, en la medida de lo posible, de los que contengan menos de 1 dm<sup>3</sup> de PCBs.

Dada la inexistencia de plantas de eliminación de PCBs en España y en aplicación del principio de autosuficiencia vigente en la UE, el Plan recoge la propuesta de instalación de varias incineradoras especializadas en el país, aunque es posible que esta incineración no sea la mejor de las soluciones posibles desde el punto de vista de la salud.

Los costes de eliminación y descontaminación de PCBs y aparatos contaminados serán asumidos por los poseedores de los mismos, aspecto éste que genera aún más desconfianza sobre la correcta gestión de estos residuos.

#### ACTUACIONES A LLEVAR A CABO

La historia de la exposición humana a PCBs nos ha enseñado que esta no se debe sólo a la contaminación pasiva a lo largo del tiempo, si no que es posible que haya emisiones significativas debido a liberaciones directas (vertidos) o accidentales, por fugas, derrames o incendios de los equipos que los contienen. Para reducir el riesgo de

contaminación es necesario, por tanto, evitar las nuevas emisiones así como contemplarlo dentro del contexto de la "contaminación histórica". Por esta razón el Plan Nacional para la descontaminación y eliminación de PCBs, PCTs y aparatos que los contengan debe ser seguido muy de cerca, tanto para controlar su cumplimiento, como para detectar acciones paralelas, no sometidas a un control riguroso, que se empleen para eliminar de forma inapropiada estos residuos altamente peligrosos.

El Plan reconoce que los datos que recoge son de limitada fiabilidad e insuficientes, por lo que es necesario identificar los riesgos mediante la realización de un inventario fiable de PCBs en uso en sistemas cerrados, tanto de propiedad pública como privada, y aumentar el nivel de conocimientos sobre sus aplicaciones en sistemas abiertos. A su vez la gestión de los riesgos supondrá la adopción de medidas de prevención, el control de las emisiones y de la calidad del medio ambiente (suelos, aguas y residuos).

Antes de iniciar la construcción de plantas incineradoras para la eliminación de estos compuestos es necesario realizar una evaluación seria, que tenga en cuenta la salud y la protección del medio ambiente además de otros factores, para saber si la incineración es la mejor opción para la eliminación de los PCB's.

Cualquier actuación debería acompañarse de una adecuada información pública, a fin de calmar inquietudes y sensibilizar sobre los riesgos de la exposición a estos compuestos y sobre lo que pueden hacer los ciudadanos para evitar una mayor contaminación del medio ambiente.

Los PCBs pueden provocar efectos graves y extensos en el medio ambiente y la salud humana. A pesar de la legislación en vigor y los progresos alcanzados en la reducción de emisiones y de la exposición humana subsisten aun muchas deficiencias. Sería necesario un planteamiento sistemático integrado, que reduzca las emisiones y evite efectos perjudiciales para la salud y el medio ambiente.

## PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN

El principio de precaución se ha convertido en un instrumento de decisión cuando la evidencia científica es insuficiente. En el caso de los PCBs la asociación entre exposición y efecto no está completamente establecida y aunque son numerosos los estudios que tratan de exposición en poblaciones particulares, deberían estudiarse en profundidad los mecanismos exactos de actuación y las consecuencias a largo plazo. Ya que los datos de exposición humana confirman la universalidad del proceso la sospecha de causalidad parece ser suficiente como para tomar precauciones.

Los datos medioambientales y epidemiológicos obligan a considerar con cautela la hipótesis de la peligrosidad de los PCBs y a tomar medidas preventivas en cuanto a exposición. Por esta razón se hace necesaria la implantación de las medidas anteriormente expuestas y seguir de cerca su cumplimiento para evitar así males mayores, ya que debido a la gran movilización que se prevé el riesgo de exposición va a aumentar debido a la posibilidad de que ocurran nuevas contaminaciones acci-

dentales. El Plan Nacional de Eliminación de PCBs debe llevarse a cabo, con todas las mejoras que precisa y a ser posible dentro de los plazos establecidos por la UE, siempre con la mayor cautela posible para evitar las desastrosas consecuencias a que podría dar lugar, y con el conocimiento de las partes implicadas, especialmente los responsables de la salud pública.

## AGRADECIMIENTOS

Financiado por los proyectos 00/543 del Ministerio de Sanidad, JA 97/231 de la Junta de Andalucía y QLRT-1999-01422 de la Comisión Europea.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.-Olea N, Fernández MF, Araque P, Olea-Serrano MF. Perspectivas en disrupción endocrina. *Gac Sanit* 2002;16(3):250-6.
- 2.-Soto AM, Sonnenschein C. Disruptores endocrinos: una historia muy personal y con múltiples personalidades. *Gac Sanit* 2002; 16(3):209-11.
- 3.-Portigal CL, Cowell SP, Fedoruk MN, Butler CM, Rennie PS, Nelson CC. Polychlorinated biphenils interfere with androgen-induced transcriptional activation and hormone binding. *Toxicol Appl Pharmacol* 15; 179(3): 185-94. March 2002.
- 4.-Porta M, Kogevinas M, Zumeta E, Sunyer J, Ribas-Fitó N, Grupo de trabajo sobre Compuestos Tóxicos Persistentes y Salud del INIM. Concentraciones de compuestos tóxicos persistentes en la población española: el rompecabezas sin piezas y la protección de la salud pública. *Gac Sanit* 2002; 16(3):257-66.
- 5.-Directiva 76/403/CEE del Consejo, de 6 de abril de 1976, relativa a la eliminación de los policlorobifenilos y policlorotrifenilos.
- 6.-Directiva 76/769/CEE del Consejo, de 27 de julio de 1976, relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros que limitan la comercialización y el uso de determinadas sustancias y preparados peligrosos (sustancias clasificadas como carcinógenas, mutágenas o tóxicas para la reproducción)
- 7.-Directiva 85/467/CEE del Consejo, de 1 de octubre de 1985, relativa a la limitación de la comercialización y el uso de los PCBs y PCTs.
- 8.-Resolución de 9 de abril de 2001 de la Secretaría General de Medio Ambiente, Plan Nacional de Descontaminación y Eliminación de PCBs, PCTs y Aparatos que los contengan 2001-2010. BOE núm. 93, de 18 de abril
- 9.-Estrategia comunitaria sobre las dioxinas, los furanos y los policlorobifenilos. Bruselas 24.10.2001. COM (2001) 593 final.
- 10.-EPA (US). PCB risk assessment review guidance document. Interim Draft. January 12, 2000. Disponible en: <http://www.epa.gov/pcb/>
- 11.-Colborn T, Peterson Myers J, Dumanoski D. Hasta los confines de la tierra. En: Muñoz A, editor. *Nuestro futuro robado*. 3ed. Madrid. Ecoespaña Editorial; 2002. p 143-171.
- 12.-Gomara B, Ramos L, González MJ. Determination of polychlorinated biphenyls in small-size serum samples by solid-phase extraction followed by gas chromatography with micro-electron-capture detection. *J Chromatogr B Biomed Sci* 2002;766(2):279-87.
- 13.-Vidal JL, Frias MM, Frenich AG, Olea-Serrano F, Olea N. Determination of endocrine-disrupting pesticides and polychlorinated biphenyls in human serum by GC-ECD and GC-MS-MS and evaluation of contributions to the uncertainty of the results. *Anal Bioanal Chem* 2002;372 (7): 766-75.
- 14.-Mariottini M, Guerranti C, Aurigi S, Corsi I, Focardi S. Pesticides and polychlorinated biphenyl residues in human adipose tissue. *Bull Environ Contam Toxicol* 2002;68(1):72-8.

- 15.–Yang J, Shin D, Park S, Chang Y, Kim D, Ikonou MG. PCDDs, PCDFs, and PCBs concentrations in breast milk from two areas in Korea: body burden of mothers and implications for feeding infants. *Chemosphere* 2002;46(3):419-28.
- 16.–Lai TJ, Guo YL, Guo NW, Hsu CC. Effect of prenatal exposure to polychlorinated biphenyls on cognitive development in children: a longitudinal study in Taiwan. *BR J psychiatry* 2001;Suppl 40: s49-52.
- 17.–Koppe JG, De Boer P. Immunotoxicity by dioxins and PCB's in the perinatal period. En: Nicolopoulou-Stamati P, Hens L, Howard CV, editores. *Endocrine Disrupters. Environmental Health and Policies*. 1 ed. Netherlands: Kluwer Academic Publishers; 2001. p 69-79.
- 18.–Weisglas-Kuperus N, Patandin S, Berbers GAM, Sas TCJ, Mulder PGH, Sauer PJJ Hooijkaas H. Immunologic Effects of Background Exposure to Polychlorinated Biphenyls and Dioxins in Dutch Preschool Children. *Environmental Health Perspectives* 2000;108:1203-1207.
- 19.–Ribas-Fito N, Sala M, Kogevinas M, Sunyer J. Polychlorinated biphenyls (PCBs) and neurological development in children: a systematic review. *J Epidemiol Community Health* 2001;55(8): 537-46.
- 20.–Olea N, Fernández MF, Martín P. Disruptores endocrinos. El caso particular de los xenobióticos estrogénicos I. Estrógenos naturales. *Rev Salud Ambient* 2001;1(1):6-11.
- 21.–Olea N, Fernández MF, Martín P. Disruptores endocrinos. El caso particular de los xenobióticos estrogénicos II. Estrógenos sintéticos. *Rev Salud Ambient* 2001;1(2):64-72.
- 22.–Faroon O, Jones D, de Rosa C. Effects of polychlorinated biphenyls on the nervous system. *Toxicol Ind Health* 2001;16 (7-8):305-33.
- 23.–Feeley M, Brouwer A. Health risks to infants from exposure to PCBs, PCDDs and PCDFs. *Food Addit Contam* 2000;17(4):325-33..
- 24.–Jan J, Vrbic V. Polychlorinated biphenyls cause developmental enamel defects in children. *Caries Res* 2000;34(6):469-73.
- 25.–Guo YL, Lambert GH, Hsu CC. Growth abnormalities in the population exposed in utero and early postnatally to polychlorinated biphenyls and dibenzofurans. *Environ Health Perspect* 1995;103 Suppl 6: 117-22.
- 26.–Guo YL, Hsu PC, Hsu CC and Lambert. Semen quality after prenatal exposure to polychlorinated biphenyls and dibenzofurans. *The Lancet* 2000;356:1240-1241.
- 27.–Directiva 96/59/CE del Consejo, de 16 de septiembre de 1996, relativa a la eliminación de los policlorobifenilos (PCBs) y policloroterfenilos (PCTs)
- 28.–Fernández-de Arroiabe R. Aproximación a la problemática de la eliminación de los PCBs. Congreso sobre Implementación del Convenio de Contaminantes Orgánicos Persistentes (ISTAS); 2001 nov 26-27; Madrid, Spain.
- 29.–Real Decreto 1378/99, de 27 de agosto, por el que se establecen medidas para la eliminación y gestión de los PCBs, PCTs