

**Los bifenilos policlorados (PCB)** también conocidos como askareles o PCD's son compuestos químicos formados por cloro, carbono e hidrógeno. Fueron sintetizados por primera vez en 1881 por SCHMITT-SCHULZ en Alemania.

Son sustancias con fórmula general  $C_{12}H_{10-n}Cl_n$ . El número y posición de los átomos de cloro determina las propiedades biológicas y su comportamiento ambiental de cada uno de los bifenilos policlorados (PCBs). En 1929, la empresa Monsanto (EE.UU..) inició la producción industrial (ésta empresa es la misma que suministró durante la guerra de Vietnam entre 1961 y 1972 el "Agente Naranja", con las terribles consecuencias que aún hoy se manifiestan entre la población de aquel país, además de poseer las patentes del 95% de las semillas transgénicas y el 30% de las no transgénicas en el mundo). El PCB es resistente al fuego, muy estable, no conduce electricidad y tiene baja volatilidad a temperaturas normales. Son insolubles en agua, químicamente estables, altamente aislantes, con el punto de ebullición a alta temperatura, y no inflamables (+170°C)

Éstas y otras características lo han hecho ideal para la elaboración de una amplia gama de productos industriales y de consumo.

Pero son estas mismas cualidades las que hacen al PCB peligroso para el ambiente, especialmente su resistencia extrema a la ruptura química y biológica a través de procesos naturales.

Irónicamente, su estabilidad química, que ha contribuido a su uso industrial extenso, es también uno de los aspectos que causa la preocupación más grande. Esta resistencia inusual, más su tendencia a permanecer y acumularse en organismos vivos, genera la presencia de PCB en el ambiente y una amplia dispersión con sus consecuentes efectos.

Muchos experimentos de laboratorio y otros estudios han intentado determinar los efectos que producen los PCB's en la salud de los seres humanos.

Los PCB's pueden ingresar en el cuerpo a través del contacto de la piel, por la inhalación de vapores o por la ingestión del alimentos que contengan residuos del compuesto.

La liberación del aditivo con PCB contamina el suelo, las napas y el agua. No sólo de un barrio sino de toda la zona porque una de las características del PCB es que se desparrama con facilidad. Pero el principal riesgo ocurre si los transformadores explotan o se prenden fuego, en ese caso, el PCB se transforma en un producto químico denominado dioxina. Ésta se produce a través de la combustión de los bifenilos policlorados. Se denominan dioxinas tanto las DIBENZODIOXINAS policloradas (PCDD) como los DIBENZOFURANOS policlorados (PCDF)

Las dioxinas son las sustancias más dañinas que se conocen. Son cinco millones de veces más tóxicas que el cianuro y se ha comprobado que son cancerígenas.

El PCB es considerado un "contaminante orgánico persistente", es decir que permanece en el medio ambiente por largos períodos.

Está incluido en la "docena sucia", un listado de los doce contaminantes más peligrosos del planeta.

El PCB se utilizaba como refrigerante de transformadores pero en 1976, luego de un accidente, fue prohibido en Estados Unidos y Europa. Hoy existen alternativas al PCB mucho más seguras como los aceites de silicón o ciertos tipos de aceite mineral dieléctricos.

**HOY EN EL MUNDO COMO ALTERNATIVA MAS SEGURA SE UTILIZAN LOS TRANSFORMADORES SECOS O REFRIGERADOS POR AIRE.**

**ESTE SISTEMA EVITA EL DERRAME DE ACEITES CONTAMINANTES**

Se estima que los efectos de los PCB's se extenderán hasta después del año 2025

También se usaron en variedad de artefactos electrodomésticos

Después la producción se volcó a usos cerrados.

Distribución según usos:

1° Sistemas Abiertos: 29%

2° Sistemas Cerrados Eléctricos 55%

\* 28% transformadores (Se estima que 2% pierde, pérdidas 0.06% año)

\* 16% en condensadores (3% con pérdidas 1,6% año)

\* 11% arrancadores.

3° Sistemas cerrados no eléctricos: 14%

4° Varios: 2%

En 1972, La Ley sobre Dictaminación y Fabricación de Sustancias Químicas prohibió en principio la

producción, la importación y la utilización de los bifenilos policlorados.

En 1976 la OMS recomendó la prohibición de la fabricación, comercialización y uso de los PCB's a nivel mundial.

En 1978 la ONU, recomendó la destrucción de los PCB's, mediante su incineración a altas temperaturas. Durante décadas, la estabilidad extrema, la baja inflamabilidad y la baja conductividad de los PCBs les hizo el aislante líquido normal en los transformadores, y dado que éstos son un componente esencial de las redes de distribución de electricidad, la contaminación de PCBs es omnipresente. En los países industrializados, se fabricaron PCBs entre los años veinte y finales de los setenta; todavía se fabrican en Rusia y aún se usan en muchos países en desarrollo. Los científicos estiman que el 70 por ciento de todos los PCBs fabricados todavía están en uso o en el medio ambiente, a menudo en los vertederos donde gradualmente van contaminando los acuíferos.

#### USOS DE LOS PCB

Debido a su gran estabilidad térmica, química y biológica, así como por su elevada constante dieléctrica, los PCBs se usaron como aislantes para equipos eléctricos como transformadores, capacitores y termostatos.

Por sus características anti-inflamables, la mayoría de los aceites dieléctricos con PCBs se usaron fundamentalmente en áreas con alto riesgo de incendio, tales como plantas industriales, en transporte colectivo de tracción eléctrica (tranvías) y en la industria petroquímica

1. Transformadores eléctricos.
2. Condensadores de alta y baja tensión
3. Motores eléctricos refrigerados con líquido.
4. Electro magnetos, interruptores, reguladores de tensión.
5. Cables eléctricos con óleo fluidos aislantes
6. Balastos de lámparas fluorescentes.
7. Sistemas hidráulicos y lubricantes en equipos de minas y barcos.
8. Plaguicidas, agroquímicos.

La Organización Mundial de la Salud comprobó, que el PCB es cancerígeno y las dioxinas generadas por la explosión e incendio de los transformadores PRODUCEN:

- Leucemias
- Cáncer (mama, cerebro, melanomas malignos, linfomas, sarcomas de tejidos blandos)
- Mal de Párkinson
- Diabetes
- Hipotiroidismo
- Hipertiroidismo
- Epifisiólisis (Fractura de la cabeza del Fémur)
- Malformaciones
- Chloracné: una condición dolorosa que desfigura la piel, con manchas de color rojizo y eczemas.
- Espina bífida (detectado en el Hospital de Hanoi a los hijos de madres afectadas por el "agente naranja")
- Labio leporino
- Huevo huero (aborto espontáneo aproximadamente a los 3 meses de embarazo, en el que la placenta es expulsada sin feto).
- Testículos no descendidos (criptorquidia). En las zonas de cultivo intensivo en la provincia de Granada y Almería, se han registrado unos 500 casos de criptorquidias
- Penes sumamente pequeños
- Hipospadias, un defecto en el que la uretra que transporta la orina no se prolonga hasta el final del pene.
- Daños al hígado y páncreas.
- Endometriosis.
- Lupus.
- Púrpura.
- Anemias crónicas.
- Bebés con problemas respiratorios.
- Irritación en las mucosas.
- Hiperpigmentación sectorizada de la piel.

EPA (Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos) encontró que los efectos tóxicos

se manifiestan aun en trazas, (contaminación de fondo):

\* 9 n gr./Kg. pueden dañar sistemas inmunológicos.

\* 13 n gr./ Kg. disminuyen las hormonas sexuales en los hombres.

\* 47 n gr./ Kg., se observa disminución en el crecimiento de los niños.

Los PCB's pueden "imitar" a sustancias químicas naturales como las hormonas y pueden perturbar los procesos químicos de los organismos vivos; unos debilitan el sistema inmunológico; otros afectan al desarrollo de los órganos, y promueven el cáncer, Estabilidad, solubilidad en grasas y toxicidad crónica: lo mismo que los Contaminantes Orgánicos Persistentes.

Los peligros en general están asociados a la exposición crónica, aún en concentraciones bajas.

Estos son los que hoy se consideran como los mayores riesgos: PCB imitan el comportamiento de algunas hormonas como los estrógenos y pueden alterar sistema endocrino, provocando defectos de nacimiento y esterilidad.

40 variedades de PCB han sido detectadas en la grasa humana, 62 en la leche materna, (alteran el sistema inmunológico de los niños)

La contaminación se propaga de madre a bebe, por la placenta y la leche. Pueden nacer bebés prematuros, con menor peso y crecimiento más lento, cabezas pequeñas, atraso neurológico.

Problemas respiratorios

Por otra parte, se comprueba que la toxicidad aguda es relativamente baja.

Los PCB's y las dioxinas actúan como disruptores endocrinos

Los bifenilos policlorados que se han vertido al medio ambiente, así como algunas naturales, tienen potencial para perturbar el sistema endocrino de los animales, incluidos los seres humanos. Muchas poblaciones animales han sido afectadas ya por estas sustancias. Entre las repercusiones figuran la disfunción tiroidea en aves y peces; la disminución de la fertilidad en aves, peces, crustáceos y mamíferos; la disminución del éxito de la incubación en aves, peces y tortugas; graves deformidades de nacimiento en aves, peces y tortugas; anormalidades metabólicas en aves, peces y mamíferos; anormalidades de comportamiento en aves; demasculinización y feminización de peces, aves y mamíferos machos; defeminización y masculinización de peces y aves hembras; y peligro para los sistemas inmunitarios en aves y mamíferos. Actúan como disruptores endocrinos, es que funcionan dentro de nuestro organismo como si fueran hormonas, a menudo actúan, concretamente, como un estrógeno fuerte (xenógeno) y no solo alteran a largo plazo las correlaciones endocrinas sino que además se ha observado su relación con la aparición de diversos tipos de cánceres, sarcomas y linfomas, y también de neuropatías periféricas, malformaciones congénitas y trastornos de la reproducción.(aumento de endometriosis y esterilidad en ambos sexos)

Los disruptores endocrinos interfieren en el funcionamiento del sistema hormonal mediante alguno de estos tres mecanismos: suplantando a las hormonas naturales, bloqueando su acción o aumentando o disminuyendo sus niveles. Las sustancias químicas disruptoras endocrinas no son venenos clásicos ni carcinógenos típicos.

Las sustancias químicas sintéticas hormonalmente activas son delincuentes de la autopista de la información biológica que sabotean comunicaciones vitales. Atracan a los mensajeros o los suplantán. Cambian de lugar las señales. Revuelven los mensajes. Siembran desinformación. Causan toda clase de estragos. Dado que los mensajes hormonales organizan muchos aspectos decisivos del desarrollo, desde la diferenciación sexual hasta la organización del cerebro, las sustancias químicas disruptoras hormonales representan un especial peligro antes del nacimiento y en las primeras etapas de la vida. Los disruptores endocrinos pueden poner en peligro la supervivencia de especies enteras, quizá a largo plazo incluso la especie humana.

La especie humana carece de experiencia evolutiva con estos compuestos sintéticos. Estos imitadores artificiales de los estrógenos difieren en aspectos fundamentales de los estrógenos vegetales. Nuestro organismo es capaz de descomponer y excretar los imitadores naturales de los estrógenos, pero muchos de los compuestos artificiales resisten los procesos normales de descomposición y se acumulan en el cuerpo, sometiendo a humanos y animales a una exposición de bajo nivel pero de larga duración. Esta pauta de exposición crónica a sustancias hormonales no tiene precedentes en nuestra historia evolutiva, y para adaptarse a este nuevo peligro harían falta milenios, no décadas.

La mayoría de nosotros portamos varios centenares de sustancias químicas persistentes en nuestro cuerpo, entre ellas muchas que han sido identificadas como disruptores endocrinos. Por otra parte, las portamos en

concentraciones que multiplican por varios millares los niveles naturales de los estrógenos libres, es decir, estrógenos que no están enlazados por proteínas sanguíneas y son, por tanto, biológicamente activos. Se ha descubierto que cantidades insignificantes de estrógeno libre pueden alterar el curso del desarrollo en el útero; tan insignificantes como una décima parte por billón. Las sustancias químicas disruptoras endocrinas pueden actuar juntas y cantidades pequeñas, aparentemente insignificantes, de sustancias químicas individuales, pueden tener un importante efecto acumulativo. Algunos estudios con animales indican que la exposición a sustancias químicas hormonalmente activas en el periodo prenatal o en la edad adulta aumenta la vulnerabilidad a cánceres sensibles a hormonas, como los tumores malignos en mama, próstata, ovarios y útero.

Entre los efectos de los disruptores endocrinos está el aumento de los casos de cáncer de testículo y de endometriosis. El signo más espectacular y preocupante de que los disruptores endocrinos pueden haberse cobrado ya un precio importante se encuentra en los informes que indican que la cantidad y movilidad de los espermatozoides de los varones ha caído en picado en el último medio siglo. El estudio inicial, realizado por un equipo danés encabezado por el doctor Niels Skakkebaek y publicado en 1992, descubrió que la cantidad media de espermatozoides masculinos había descendido un 45 por ciento, desde un promedio de 113 millones por mililitro de semen en 1940 a sólo 66 millones por mililitro en 1990. Al mismo tiempo, el volumen del semen eyaculado había descendido un 25 por ciento, por lo que el descenso real de los espermatozoides equivalía a un 50 por ciento. El descenso amenaza la capacidad fertilizadora masculina.

Entre las sustancias químicas de efectos disruptores sobre el sistema endocrino figuran:

\*las dioxinas y furanos, que se generan en la producción de cloro y compuestos clorados, como el PVC o los plaguicidas organoclorados, el blanqueo con cloro de la pasta de papel y la incineración de residuos.

\*los PCBs, actualmente prohibidos. Las concentraciones en tejidos humanos han permanecido constantes en los últimos años aun cuando la mayoría de los países industrializados pusieron fin a la producción de PCBs hace más de una década.

\*numerosos plaguicidas, algunos prohibidos y otros no, como el DDT y sus productos de degradación, el lindano, el metoxicloro (autorizado en España), piretroides sintéticos, herbicidas de triazina, kepona, dieldrín, vinclozolina, dicofol y clordano, entre otros. \*el plaguicida endosulfán, de amplio uso en la agricultura española y en Latinoamérica, a pesar de estar prohibido en numerosos países.

\*el HCB (hexaclorobenceno), empleado en síntesis orgánicas, como fungicida para el tratamiento de semillas y como preservador de la madera.

\*los ftalatos, utilizados en la fabricación de PVC. El 95 por ciento del DEHP (di(2etilhexil)ftalato) se emplea en la fabricación del PVC.

\*los alquiflenoles, antioxidantes presentes en el poliestireno modificado y en el PVC, y como productos de la degradación de los detergentes. El p-nonilfenol pertenece a la familia de sustancias químicas sintéticas llamadas alquiflenoles. Los fabricantes añaden nonilfenoles al poliestireno y al cloruro de polivinilo (PVC), como antioxidante para que estos plásticos sean más estables y menos frágiles. Un estudio descubrió que la industria de procesamiento y envasado de alimentos utilizaba PVC que contenían alquiflenoles. Otro informaba del hallazgo de contaminación por nonilfenol en agua que había pasado por cañerías de PVC. La descomposición de sustancias químicas presentes en detergentes industriales, plaguicidas y productos para el cuidado personal pueden dar origen asimismo a nonilfenol.

Más referencias :

Montague,P. "As the story of PCBs Unfolds" Hazardous Waste News N° 293-1992;"The History of Chlorinated Diphenil (PCBs) N° 327-1993; "How we got here" N°329-1993; "Thanks to Monsanto" N° 144-1989.

Jensen,S. "Report on new chemical hazard" New Scientist 32,612-1966.

Tryphonas,H. "Immunotoxicity of PCBs in relation to the Great Lakes" Environmental Health Perspectives N° 103,supl. 9 pag.35.

Loomis,D., Browning,S.,Schenk,A.,Gregory,E. and Savitz,D. "Cancer mortality among electric utility workers exposed to PCBs" Occupational Environmental Medicine N° 54,pag.720-8 1997.

Tanabe,S. "PCB problems in the future" Environmental Pollution N° 50-1988.

Reijnders,P. "Reproductive failure in common seals feeding on fish from polluted coastal waters" Nature N°324-1986.

Subramaniam,A., Tanabe,S., Tatsukaura,R.,Sairo,N. and Miyanznki,N. "Reduction in the testosterone levels by PCBs and DDE in Dalls porpoises" Marine Pollution Bulletin N°18-1987."Use of Organochlorides as chemical tracers in determining reproductive parameters in Dalls porpoises, Marine Environment 1988.

Wolkers,J.,Burkow,I., Lydersen,C., Dalhe,S. Monshouwer,M. and Witkamp,R. "Congener specific PCB and pnd polychlorinated camphene in Svalbard ringed seals" Sci Total Environ N° 216.1998.

Nuttall,N. "Pulotants blamed for dual-sex polars bears" The Times, june 1, 1998.

Dewailly,E., Ayotte,P., Bruneau,S., Lalibert,C. Muir,D. and Norstrom,R. "Inuit exposure organochloride throught the aquatic food chain in artic Quebec" Environmental Health Perspectives N° 101-1993.

Dewailly,E.,Ryan,J., Lalibert,C.,Bruneau,S.,Weber,J.,Gingras,S. and Carrier,G. "Exposure of remote maritime populations to coplanar PCBs" Environmental Health Perspectives N°102-1994.

Ayotte,P., Dewailly,E., Bruneau,S., Careeau,H. and Vezina,A. "Artic air pollution and human health" Sci Total Environ 1995.

Mulvad,G.,Pedersen,H., Hansen,J., Dewailly,E. Jul,E., Pedersen, M.,Deguchi,Y.,Newman,W.,Malcom,G., Tracy,R. Middasugh,J. and Bjerregaard,P. "The Inuit diet" Artic Med. Res. 1996.,

Ayotte,P., Carrier,G. and Dewailly,E. "Health risk assessment for Inuit newborn" Chemosphere N° 32-1996.

Canadian Polar Commission Polaris Papers 10, " The Environment and Human Health in the Artic Polaris" 1996.

Cummins,Joseph E. (Profesor Emérito de Genética, University of Western Ontario, Canada. "Extinction: The PCBs threat to marine mammals", "Status of PCBs Management in North America", "PCB Regional Action Plan", "Transboundary Considerations for PCB Waste, Transport and Disposal" 1996.