

Dioxinas, furanos y bifenilos policlorados

Las dioxinas (PCDD), los furanos (PCDF) y los bifenilos policlorados (PCB) son compuestos aromáticos que agrupan 75, 135 y 209 congéneres, respectivamente. Estos congéneres, que se distinguen por el número y la posición de los átomos de cloro en las anillas aromáticas, son muy estables químicamente, insolubles en agua, muy liposolubles y poco biodegradables. Se acumulan a lo largo de la cadena alimentaria, especialmente en las grasas de origen animal. La alimentación constituye la principal fuente de exposición (más de un 90%) a estos contaminantes (ANSES, 2011).

Mientras que las PCDD y los PCDF se forman por procesos de combustión (incendios, incineración, producción de energía, etc.) o como residuos en la industria química, los PCB son mezclas industriales que, por sus propiedades aislantes y estabilidad, se fabricaron y utilizaron hasta finales de la década de los ochenta.

Desde un punto de vista toxicológico, 12 congéneres de PCB se comportan como PCDD y PCDF y se unen al receptor celular Ah. Se los denomina *PCB similares a las dioxinas* (DL-PCB), por oposición al resto de PCB (NDL-PCB) que se unen a otros receptores celulares y, por lo tanto, causan efectos distintos en el organismo. No obstante, estos DL-PCB comparten mecanismos de acción con los NDL-PCB. Así pues, para evaluar el riesgo de estos compuestos, los DL-PCB se tienen que considerar conjuntamente; por una parte, con las dioxinas y los furanos y, por otra, con los NDL-PCB (ANSES, 2011).

Dioxinas y furanos

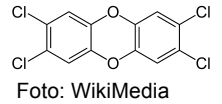
Las dioxinas y los furanos no causan problemas de salud inmediatos, pero la exposición prolongada permite que se acumulen en el organismo y se alcancen concentraciones altas que pueden provocar efectos tóxicos en la reproducción, el desarrollo y el sistema inmunitario.

La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha clasificado la dioxina 2,3,7,8-TCDD, el furano 2,3,4,7,8-PeCDF y el DL-PCB126, que son los compuestos más tóxicos de cada grupo, como cancerígenos para el ser humano (IARC, 2012).

Estas sustancias no son mutágenas y, en consecuencia, su mecanismo cancerígeno, basado en la unión con el receptor celular Ah, depende de la concentración en el organismo.

La presencia de dioxinas, furanos y DL-PCB se expresa en equivalentes tóxicos (EQT) y, para calcularlos, hay que multiplicar las concentraciones de cada congénere por sus factores de equivalencia de toxicidad (FET). Estos factores se han estimado comparando la toxicidad con la dioxina más tóxica, la 2,3,7,8-TCDD. La legislación europea actual se basa en los FET fijados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el 2005.

En el 2001, el Comité Científico de la Alimentación Humana (CCAH) de la Comisión Europea evaluó las dioxinas, los furanos y los DL-PCB, y estableció una ingesta semanal tolerable (IST) de 14 pg EQT-OMS por kg de peso corporal y semana, a partir de estudios toxicológicos de los efectos adversos en el desarrollo neuronal de los recién nacidos.



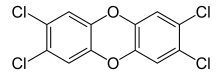


Foto: Wikimedia

En el 2001, el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) estableció una ingesta mensual tolerable provisional (IMTP) de 70 pg EQT-OMS por kg de peso corporal y mes, que equivale a una ingesta diaria de 2,33 pg EQT-OMS por kg de peso corporal y día. Este valor se estimó a partir de estudios toxicológicos de la reproducción y el desarrollo neuronal del feto y del recién nacido. Se considera que esta IMTP protege contra los efectos cancerígenos (OMS, 2010).

PCB

Los bifenilos policlorados (PCB) constituyen una clase amplia de productos químicos orgánicos persistentes que se acumulan en el medio ambiente y están asociados a una larga serie de efectos en la salud. A causa de sus propiedades fisicoquímicas, como la estabilidad química, una conductividad térmica baja y una constante dieléctrica alta, los PCB fueron usados ampliamente en distintas aplicaciones industriales y comerciales, entre otros, sistemas de transferencia de calor e hidráulicos, fluidos de refrigeración y de aislamiento en transformadores y condensadores, pigmentos, colorantes, repelentes y papel autocopiador, y también como plastificantes en pinturas, aislantes, productos de plástico y de goma. Por razones técnicas, los PCB se usaban como mezclas complejas de hasta 130 congéneres. Se estima una producción histórica global de 1,3 millones de toneladas de PCB, de las cuales cerca del 97% se utilizó en el hemisferio norte.

A causa de su toxicidad y clasificación como contaminantes orgánicos persistentes, se prohibió su procesamiento y distribución en casi todos los países industrializados desde la década de 1980; aun así, todavía se pueden liberar en el

medio ambiente mediante la pintura y los aislantes de edificios antiguos y a partir de vertederos mal mantenidos.

Los PCB tienen una persistencia elevada en los seres humanos, especialmente los que contienen más cloro, con una vida media de entre ocho y quince años. Se excretan por la bilis y durante su lento metabolismo se producen compuestos genotóxicos y mutágenos, como las quinonas o los óxidos de areno (IARC, 2013).

Basándose en las características estructurales y los efectos toxicológicos, los PCB se dividen en PCB similares a las dioxinas (DL-PCB), que muestran propiedades toxicológicas similares a las de las dioxinas, y no similares a las dioxinas (NDL-PCB), que no comparten el mecanismo de toxicidad de la dioxina, es decir, la unión en el receptor celular Ah. Los NDL-PCB se unen a muchos receptores, pero de momento no se ha identificado ninguno que sea común para el conjunto de los NDL-PCB, de modo que no se ha podido establecer ningún factor de equivalencia.

Se ha demostrado que las mezclas de PCB (similar a las dioxinas y no similar a las dioxinas) producen efectos endocrinos, inmunitarios y cancerígenos en animales adultos y, a dosis menores, efectos en el desarrollo cerebral del feto.

En el 2013, la IARC ha clasificado los PCB como cancerígenos para los seres humanos (grupo 1).

La OMS ha determinado una ingesta diaria de PCB de 20 ng/kg de peso corporal y día, a partir de estudios sobre los efectos en el desarrollo cerebral del feto (IPCS, 2003).

La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), en la evaluación de los NDL-PCB (EFSA, 2005)², utilizó los mismos estudios toxicológicos de la OMS y no estableció ningún valor de referencia para los NDL-PCB ni para el conjunto de PCB, porque en estos estudios se utilizaron muestras que contenían impurezas de dioxinas y furanos que podían interferir en los resultados.

En Francia, la Agencia Nacional de la Seguridad Sanitaria de la Alimentación, el Medio Ambiente y el Trabajo (ANSES) considera como valor de referencia una ingesta diaria admisible de 10 ng/kg de peso corporal y día para el grupo de seis congéneres NDL-PCB, denominados *PCB indicadores*, sobre la base de la ingesta establecida por la OMS y los datos de distintos países europeos recopilados por la EFSA, que indican que estos PCB indicadores representan hasta un 50% del conjunto de PCB presentes en los alimentos consumidos en Europa (ANSES, 2001).

Exposición a través de los alimentos

Las personas están expuestas a los PCB, principalmente a partir de alimentos de origen animal ricos en grasa.

En Europa los grupos de alimentos más contaminados son las especies salvajes de pescado azul, la carne de pollo, las vísceras y, especialmente, el hígado y los huevos. Se observa una bajada en la concentración en el periodo 2000-2010. El pescado y marisco es la fuente dietética que más contribuye a la ingesta de estos contaminantes en la población adulta de España, Suecia, Finlandia, Dinamarca, Francia, Italia, Grecia, Letonia y República Checa (EFSA, 2012).

En Cataluña, el estudio de dieta total de 2008 muestra que los grupos de alimentos más contaminados son el pescado y marisco, los aceites y grasas, los derivados lácteos y los huevos. Se observa un descenso en la concentración en el periodo 2000-2008. El pescado y marisco es la fuente dietética que más contribuye a la ingesta de estos contaminantes en la población adulta (56% de la ingesta total), seguido de los derivados lácteos (8,2%) y los aceites y grasas (7,9%). En general, la ingesta se sitúa por debajo de los niveles toxicológicos de referencia de la CCAH de la Comisión Europea y la OMS, salvo la del grupo de niños de 4 a 9 años (tabla 1). Se tiene que tener en cuenta que el periodo de exposición es corto y el exceso de ingesta es muy pequeño (ACSA, 2012).

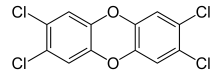


Foto: Wikimedia

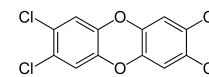


Foto: Wikimedia

Grupos de población	Ingesta semanal de dioxinas, furanos y DL-PDB ^a (pg EQT-OMS/kg p. c.)	Ingesta mensual de dioxinas, furanos y DL-PDB ^b (pg EQT-OMS/kg p. c.)
Hombres	5,12	22,8
Mujeres	6,16	26,4
Niños de 4 a 9 años	16,8	72
Chicos adolescentes	5,25	22,5
Chicas adolescentes	5,18	22,5
Hombres >65 años	5,67	24,3
Mujeres >65 años	5,81	24,9

Tabla 1. Ingesta semanal y mensual de dioxinas, furanos y DL-PCB en Cataluña, 2008

a. Ingesta semanal tolerable = 14 pg EQT-OMS por kg de peso corporal. (CAAH)

b. Ingesta mensual provisional tolerable = 70 pg EQT-OMS por kg de peso corporal. (OMS)

Fuente: Contaminantes químicos. Estudio de dieta total en Cataluña, 2008. ACSA, 2012

El estudio *Exposició a dioxines, furans i bifenils policlorats pel consum de peix i marisc a Catalunya, 2012* indica que la concentración de dioxinas y furanos ha bajado, aunque lentamente desde 2005 (figura 1), mientras que la de PCB se

mantiene estable (figura 2). La causa se puede atribuir a la implantación de medidas para reducir las emisiones industriales de dioxinas y furanos y al hecho de que los PCB son muy estables químicamente (ACSA, 2016).

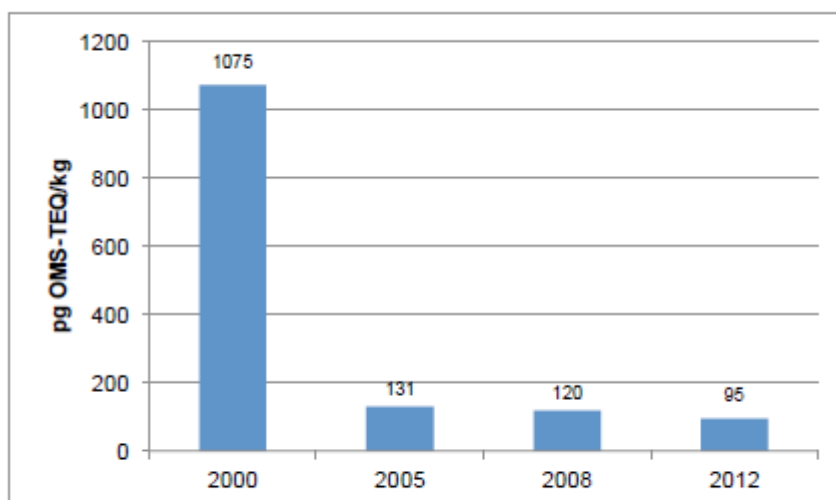


Figura 1. Evolución temporal de dioxinas y furanos en especies de pescado y marisco comercializados en Cataluña

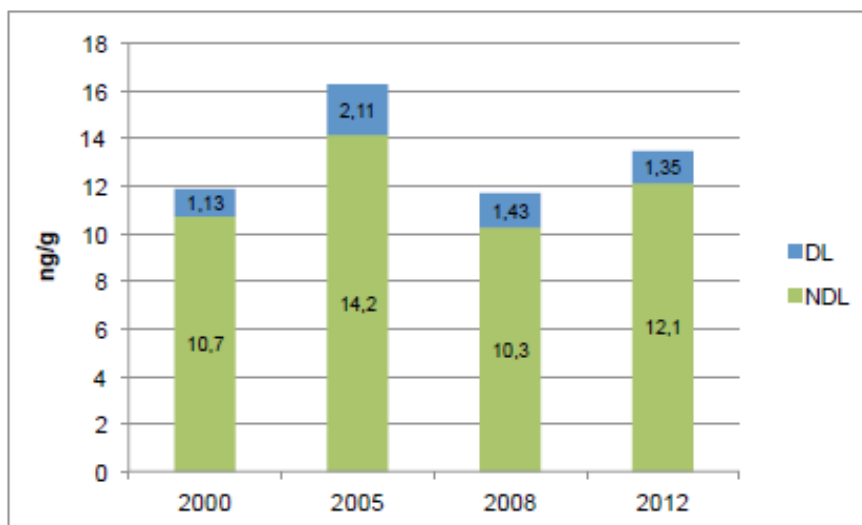
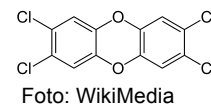


Figura 2. Evolución temporal de PCB similares a dioxinas (DL-PCB) y no similares a dioxinas (NDL-PCB) en especies de pescado y marisco comercializados en Cataluña

Las muestras de pescado recogidas en el 2012 más contaminadas corresponden a las especies de pescado azul, como la sardina, la caballa y el boquerón; también destaca el salmonete, un pescado que se pesca cerca de la costa (tabla 2).

	PCDD/PCDF	DL-PCB	PCDD/PCDF + DL-PCB
Sardina	0,249	1,994	2,243
Sardina en lata	0,145	1,082	1,227
Atún	0,042	0,584	0,626
Atún en lata	0,016	0,037	0,053
Boquerón	0,091	1,083	1,174
Caballa	0,207	1,579	1,785
Emperador	0,079	0,619	0,698
Salmón	0,117	0,395	0,511
Merluza	0,031	0,155	0,186
Salmonete	0,231	1,899	2,130
Lenguado	0,057	0,166	0,223
Sepia	0,025	0,041	0,067
Calamar	0,025	0,129	0,153
Almeja	0,047	0,119	0,166
Mejillón	0,115	0,489	0,605

Tabla 2. Concentraciones de dioxinas, furanos y DL-PCB

MÁS INFORMACIÓN

- ACSA. Exposició a dioxines, furans i bifenils policlorats pel consum de peix i marisc a Catalunya, 2012: avaluació del risc per als consumidors; 2016.
- IARC. [Polychlorinated biphenyls and polybrominated biphenyls](#); 2015.
- OMS. [Las dioxinas y sus efectos en la salud humana](#). Ficha descriptiva; 2014.
- ACSA. [Dioxines, furans i bifenils policlorats](#). En: Contaminants químics. Estudi de dieta total a Catalunya, 2008.
- ANSES. Étude de l'alimentation totale française 2 (EAT 2). Tom 1. Polluants organiques persistants. Dioxines, furanes et PCB. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail; 2011.
- EFSA. [Opinion of the Scientific Panel on contaminants in the food chain \[CONTAM\] related to the presence of non dioxin-like polychlorinated biphenyls \(PCB\) in feed and food](#); 2005.
- WHO. International programme on chemical safety (IPCS). Concise International Assessment Document (CIDAD) 55. [Polychlorinated biphenyls: human health aspects](#); 2003.
- WHO. [Polychlorinated, dibenzodioxins \(PCDDs\), polychlorinated dibenzofurans \(PCDFs\), and coplanar polychlorinated biphenyls \(PCBs\)](#). Evaluation of certain food additives and contaminants. WHO Report Series 909. Fifty-seventh report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives; 2002.

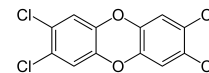


Foto: WikiMedia