

CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES

The Dirty Dozen – Parte 2

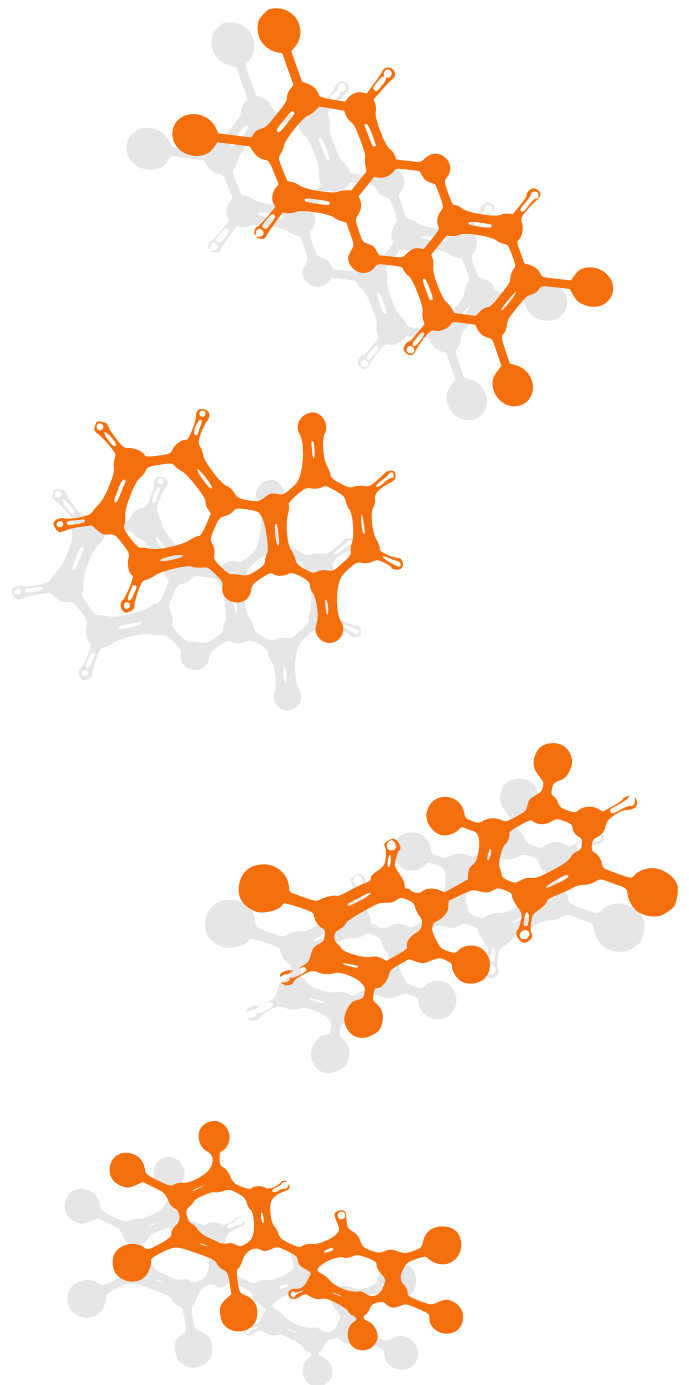
JUNIO 2023

Siguiendo con la revisión de 'los doce sucios', en esta ficha se describen tres de los doce COP del Convenio de Estocolmo original, que son comúnmente conocidos como **dioxinas (DDPC)**, **dibenzofuranos (DFPC)** y **PCB**. Estos tres grupos de compuestos corresponden a hidrocarburos aromáticos halogenados y suelen estar asociados cuando se liberan al ambiente. Además, son subproductos no intencionales en varias industrias.

Sin embargo, el PCB es un producto sintético que sí se produjo por décadas y cuyos usos están restringidos. Este contaminante, en el Convenio de Estocolmo, tiene prohibida su producción y limitados sus usos (Parte II, Anexo A) y se analiza con un mayor detalle en esta ficha.

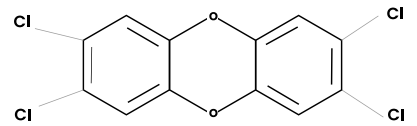
El listado de todos los COP está en la Ficha 1 y los nueve pesticidas COP pertenecientes a los doce sucios se presentan en la Ficha 2 de esta serie.

La información de los siguientes COP fue obtenida de la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades de Estados Unidos, de documentos oficiales asociados al Convenio de Estocolmo y de publicaciones científicas.





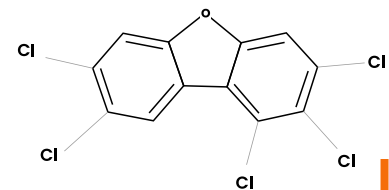
DDPC (dibenzo-p-dioxinas policloradas) PCDD/CDD (polychlorinated/chlorinated dibenzo-p-dioxins)



- **Composición y aspecto:** Corresponde a una familia de 75 compuestos, conocidos como dioxinas policloradas. La dioxina 2,3,7,8-DDTC es la más tóxica y estudiada. En forma pura estos contaminantes son sólidos cristalinos incoloros.
- **Producción:** Pueden formarse durante los procesos de blanqueamiento con cloro en aserraderos de pulpa y papel, y de cloración en plantas de tratamientos de agua residual o de agua potable, en la manufactura de ciertos químicos orgánicos y en la combustión de gasolina o diésel en vehículos motorizados. Pueden liberarse durante el uso de plaguicidas y en incineradores de residuos municipales, entre varias otras fuentes. Se cree que la incineración y la combustión son la fuente antrópica principal.
- **Presencia y comportamiento en el ambiente:** Se encuentran en dosis muy bajas y pueden formarse de forma natural en el ambiente (por ej. incendios). Suelen estar asociadas a partículas que, dependiendo de su tamaño, pueden transportarse cortas o largas distancias. Algunas dioxinas se pueden degradar con la luz solar, otras se pueden evaporar, pero la mayoría se adhiere a partículas -especialmente orgánicas-, se une a sedimentos o se deposita sobre el agua. Algunas bacterias y hongos pueden degradar ciertas dioxinas, pero muy lentamente.
- **Exposición:** Puede ocurrir mediante la ingesta de alimentos como carne, lácteos y pescado (principalmente por el proceso de biomagnificación) o de agua contaminada, aunque también por inhalación. En cercanías a sitios con residuos peligrosos, incineradores o en industrias generadoras se puede exponer por todas las vías (inhalación, ingestión y absorción cutánea). También se asocia al Agente Naranja (herbicida y defoliante de la guerra de Vietnam), que las contenía.
- **Principales efectos reportados en humanos:** Cloracné, erupción cutánea, decoloración de la piel, presencia excesiva de cabello corporal. Exposiciones de larga duración pueden alterar metabolismo de la glucosa y se pueden producir leves alteraciones hormonales. Son consideradas sustancias carcinógenas.
- **Efectos en el ambiente:** Algunos síntomas en animales expuestos han sido pérdida de peso, daño al hígado, desorganización en el sistema endocrino. Se puede producir aborto, defectos de nacimiento, atenuación de respuesta inmunitaria y puede ser letal a dosis altas.



DFPC (dibenzofuranos policlorados o clorodibenzofuranos) PCDF/CDF (polychlorinated/chlorinated dibenzofurans)

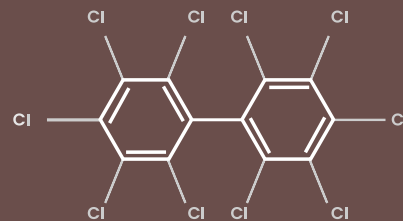


- **Composición:** Familia de 135 compuestos individuales (congéneros) con distintas toxicidades. El furano más tóxico es el 2,3,4,7,8-penta-CDF.
- **Producción:** Se producen en varios de los procesos que también generan las PDCC y también durante la formación de los PCB. Son producidos como impurezas indeseadas de ciertos productos y en procesos que utilizan compuestos clorados. No tienen un uso conocido y solo se han producido intencionalmente para el estudio de sus propiedades.
- **Presencia y comportamiento en el ambiente:** Suelen estar en el aire como partículas sólidas y, en menor grado, como vapores. No son solubles en agua, por lo que suelen adherirse a partículas suspendidas o asentadas en esta. Se adhieren fuertemente a los suelos y sedimentos, y se pueden acumular en peces, aves y personas. No se encuentran en suelos que no han sido contaminados.
- **Exposición:** Esta es mayor en ciudades o países industrializados. Las personas están expuestas al respirar el aire y al tomar el agua que los contienen, pero la mayor exposición es a través de alimentos, especialmente de origen animal y, más aún, de pescados grasos. Esta puede ocurrir a partir de productos de consumo, por todas las vías en sitios cercanos a incineradores y quemados de vertederos, en el lugar de trabajo de industrias que los producen y/o en sectores donde se desarrollan incendios. Pueden ingresar al cuerpo por la placenta y la leche materna.
- **Principales efectos reportados en humanos:** Irritación de la piel y ojos, acné grave, vómitos, diarrea, oscurecimiento de la piel, inflamación de párpados, anemia, infecciones pulmonares, entre otros. En un caso reconocido de exposición no se presentaron daños definitivos ni permanentes en el hígado.
- **Efectos en el ambiente:** En animales se ha reportado pérdida de peso, daños graves al estómago, hígado, riñones y al sistema inmunológico. Puede ser letal a muy altas dosis.



BPC (bifenilos policlorados) PCB* (*polychlorinated biphenyls*)

- **Composición y aspecto:** Son un grupo de compuestos químicos orgánicos sintéticos, que se presentan como líquidos aceitosos o sólidos incoloros o de color amarillo claro, que además no tienen olor ni sabor conocidos. Existen 209 congéneres, no todos son comunes y 13 de ellos son reconocidos como de toxicidad similar a las dioxinas (*dioxin like PCB*). Sus propiedades físicas y químicas son determinadas por el número y ubicación de los átomos de cloro en la molécula. En general, son sustancias química y térmicamente estables, por lo que son buenos aislantes.
- **Producción y principales usos:** Existieron diversas mezclas de PCB que fueron producidas comercialmente, como Arochlor, Kanechlor, Fenclor, etc. (dependiendo del país) y, en general, tenían variedades en el contenido de cloro. Se usan y usaron como fluidos de intercambio de calor, refrigerantes y lubricantes en transformadores, condensadores y otros artículos eléctricos. También se utilizan y utilizaron como aditivos en pintura, papel de copia, tintas, agentes de limpieza y plásticos, y también en aceites hidráulicos y de microscopios, entre otros productos. Además, son subproductos no intencionales de algunos herbicidas, del proceso de blanqueamiento de papel, de incineradores y de procesos industriales que consideran cloruros y químicos clorados.
- **Presencia y comportamiento en el ambiente:** Entraron al agua, aire y suelos, en mayor medida, en el periodo cuando se manufacturaron (su producción fue prohibida en distintos años para cada país) y usaron, pero también ingresaron por derrames y escapes accidentales durante su transporte, o por escapes o incendios de productos que los contenían. Los PCB más livianos se pueden evaporar y los más pesados se pudieron y pueden depositar en los suelos y sedimentos. En general, se estima que aquellos PCB con más átomos de cloro, más lento se degradan. Hoy se pueden liberar desde vertederos, sitios con desechos peligrosos mal gestionados y desde dispositivos y artículos con su presencia. La combustión es un proceso importante en la liberación de estos químicos.
- **Exposición:** Ocurre principalmente en el ambiente y en lugares de trabajo donde están presentes. También ocurre por ingesta de alimentos (especialmente productos grasos como pescado -más aún si son de fondo-, carne y productos lácteos) y por la inhalación de aire contaminado. Algunos de los productos de consumo que hoy los pueden contener son tubos fluorescentes, artículos eléctricos de condensadores, aceite hidráulico o de microscopios, televisores o refrigerados, en general, antiguos. Algunos materiales para calafatear, sellantes elásticos y aislantes para alta temperatura también los presentan. Su puede exponer también durante la gestación y a través de la leche materna.
- **Principales efectos reportados en humanos:** Algunos efectos o síntomas de exposición aguda (es decir, exposición de corta duración) son fatiga, dolor de cabeza, aumento de sudoración, picazón, disturbios visuales, edema subcutáneo, tos, dolor abdominal, pigmentación de uñas y membranas mucosas, hinchazón de párpados, cloracné, etc. Por su parte, en personas expuestas, las enfermedades como diabetes mellitus, enfermedad cardiovascular y neumonía aumentaron, así como la hepatitis clínica. Como efectos a largo plazo se han reportado toxicidad embrionaria, muerte fetal, reabsorción fetal, etc. En niños expuestos durante la gestación también se observó retraso en el aprendizaje y problemas de conducta, además de memoria a corto plazo más reducida. Es bien reconocido que su exposición suprime el sistema inmune y están clasificados como probables carcinógenos.
- **Efectos en el ambiente:** Gran afectación en animales. Son tóxicos para peces, los pueden matar, en altas dosis, y causar fallas en el desove, a menores dosis. También están asociados a fallas reproductivas y supresión del sistema inmune en varios animales, como focas y visones. Se ha reportado toxicidad hepática, disrupción endocrina y tiroidea, neurotoxicidad, supresión del sistema inmune, neoplasia en hígado y tiroides, detrimento en éxito reproductivo. Además, se han presentado tumores en hígado y tiroides, cardiomiopatía, nefropatía inflamación arterial, decrecimiento en contenido mineral en huesos, afectación reproductiva, pérdida de peso. En crustáceos se ha reportado restricción de la respuesta inmune, que provoca decrecimiento en la resistencia a bacterias y en las tasas de sobrevivencia. También se ha estudiado la afectación a cetáceos y se relaciona con la disminución de las poblaciones. Varias otras enfermedades, síntomas, efectos se han estudiados y reportados.



*En Chile es más común la sigla PCB, razón por la que se usa así en esta serie de fichas, sin perjuicio de que ambas siglas son válidas. Parte de la información de esta ficha se obtuvo del artículo 'Polychlorinated biphenyls (PCBs)' de Katsikantami *et al.* (2023).

Enfermedad de Yusho

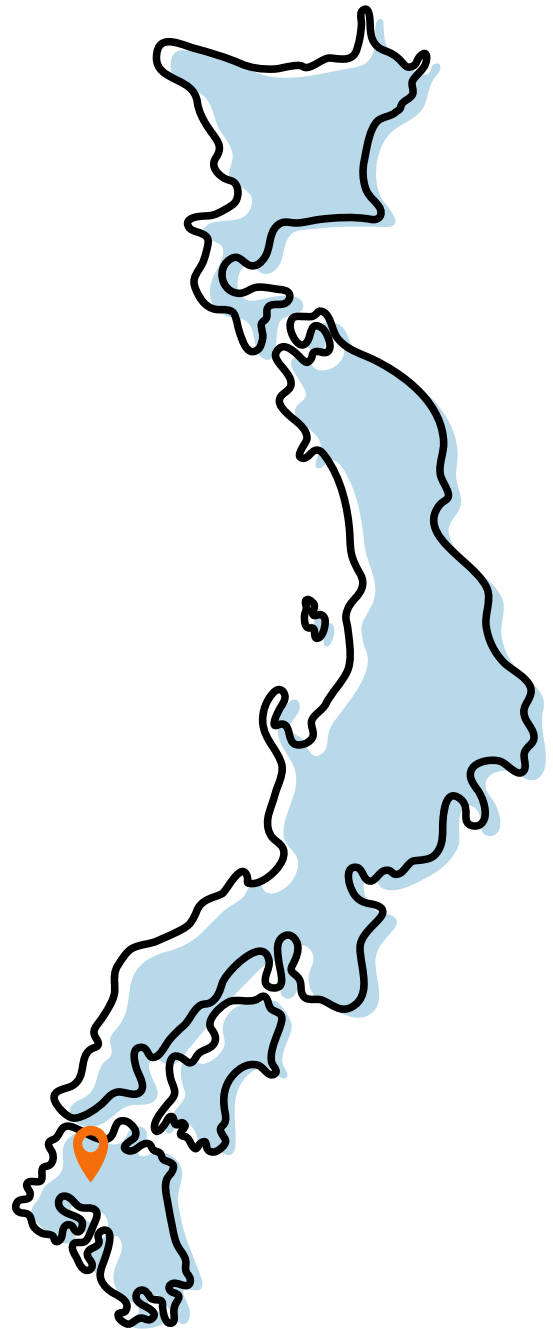
Un caso de intoxicación masiva

En 1968, en Japón, miles de personas consumieron aceite de arroz de la compañía Kanemi, que estaba contaminado con PCB, PCDD, PCDF, cuaterfenilos policlorados y otros compuestos asociados (Mitoma *et al.*, 2015; Woolf, 2022). Esta intoxicación en masa ocurrió debido a que el PCB (específicamente Kanechlor 400) se infiltró por tuberías de calefacción por las cuales pasaba el aceite (Yoshimura, 2012).

Se estima que cerca de 14.000 personas consumieron aceite de arroz contaminado y unas 1.867 fueron identificadas como víctimas de la enfermedad denominada "Yusho" (Loganathan y Masunaga, 2015), considerándose que centenas de muertes estaban vinculadas a esta intoxicación.

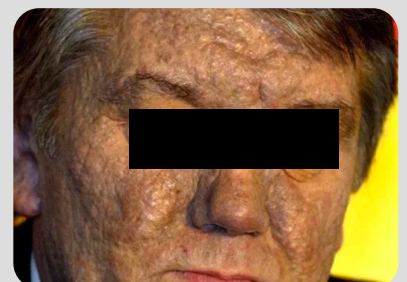
Algunos de los principales signos clínicos reportados fueron fatiga, dolor de cabeza, sudoración de palmas, cloracné, pigmentación de la piel y uñas, secreción ocular y sensación de debilidad. Algunas víctimas, luego de un tiempo presentaron bronquitis crónica y otras enfermedades respiratorias, diabetes, enfermedades cardiovasculares y hepáticas. Para el caso de víctimas embarazadas, algunos embarazos no llegaron a término, además, los/as niños/as nacidos/as presentaron coloración en la piel y uñas, retardo en el crecimiento y coeficiente intelectual bajo (Katsikantami *et al.*, 2023).

Las consecuencias de esta intoxicación incluso afectaron a las siguientes generaciones de las personas expuestas. Más de 40 años después los pacientes de Yusho siguieron siendo monitoreados y siguen estudiándose los efectos de esta exposición (Mitoma *et al.*, 2015; Woolf, 2022).



¿Qué es el cloracné?

Es una enfermedad cutánea asociada con compuestos halogenados cíclicos, caracterizada por distintivas lesiones quísticas color piel y comedones (protuberancias pequeñas que dan a la piel textura áspera), que pueden inflamarse e infectarse. Esta reacción a la piel puede ocurrir tanto por contacto dérmico como por absorción sistémica (Katsikantami *et al.*, 2023).



Legenda y simbología



Pesticida



Producto químico



Subproducto industrial

Anexos del Convenio de Estocolmo*



Anexo A: Prohibición



Anexo B: Restricción



Anexo C: Reducción de producción no intencional

*Para más información ver Ficha 1

Siglas y abreviaturas

COP: contaminantes orgánicos persistentes

PCB: bifenilos policlorados

PCDD: dibenzo-p-dioxinas policloradas

PCDF: dibenzofuranos policlorados

Referencias

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (s/f). *ToxFAQs™ - Dibenzo-p-dioxinas policloradas (DDPCs) (Chlorinated Dibenzo-p-Dioxins [CDDs])*. Recuperado el 16 de mayo de 2023 de https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts104.html

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (s/f). *ToxFAQs™ - Clorodibenzofuranos (CDF) [Chlorodibenzofurans (CDFs)]*. Recuperado el 16 de mayo de 2023 de https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_t-facts32.html

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (s/f). *Resúmenes de Salud Pública - Bifenilos policlorados (BPCs) [Polychlorinated Biphenyls (PCBs)]*. Recuperado el 14 de junio de 2023 de https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs17.html

Katsikantami, I., Iatrou, E. I., Tzatzarakis, M. N., & Kalantzi, O. I. (2023). Polychlorinated biphenyls (PCBs). Reference Module in Biomedical Sciences, 10.1016/B978-0-12-824315-2.00828-9

Loganathan, B. G., & Masunaga, S. (2015). Chapter 19—PCBs, Dioxins, and Furans: Human Exposure and Health Effects. *Handbook of Toxicology of Chemical Warfare Agents (Second Edition)*; Gupta, RC, Ed.; Academic Press: San Diego, CA, USA, 245–253.

Mitoma, C., Uchi, H., Tsukimori, K., Yamada, H., Akahane, M., Imamura, T., ... & Furue, M. (2015). Yusho and its latest findings—A review in studies conducted by the Yusho Group. *Environment international*, 82, 41–48.

Secretaría del Convenio de Estocolmo (20 de abril de 2023). The 12 initial POPs under the Stockholm Convention. <https://www.pops.int/TheConvention/ThePOPs/The12InitialPOPs/tabid/296/Default.aspx>

Wolf, A. D. (2022). Japan “Yusho” poisoning, 1968 and Taiwan “Yucheng” poisoning, 1979. In *History of Modern Clinical Toxicology* (pp. 121–135). Academic Press.

Yoshimura, T. (2012). Yusho: 43 years later. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, 28, S49–S52.



Somos
Primer Tribunal Ambiental



www.1ta.cl



José Miguel Carrera 1579, Antofagasta



+56 55 2467300



contacto@1ta.cl