

## CONTAMINACIÓN DE ALIMENTOS POR DIOXINAS

**José Celis Hidalgo**

Departamento de Ciencias Pecuarias, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción, Campus Chillán (jcelis@udec.cl)

### 1. Introducción

La contaminación de alimentos con dioxinas es un asunto que ha empezado a preocupar últimamente a la comunidad. La historia de los efectos de las dioxinas a gran escala sobre la salud, comienza en 1949 con la explosión ocurrida en la planta química de MontSanto en Virginia, donde se fabricaba el herbicida 2,4,5 tricolorofenol. En la década de los sesenta, durante la guerra de Vietnam, los estadounidenses utilizaron enormes cantidades de defoliantes (poderosos matamalezas) para despejar la selva. Luego, se estableció una causalidad directa entre dioxinas y determinadas patologías. Así, las siete empresas fabricantes de los productos utilizados en Vietnam, llegaron a un acuerdo con los veteranos: 180 millones de dólares a cambio de que éstos renunciaran a todo tipo de acción judicial posterior. En 1976 en Italia, se produjo la liberación masiva de una nube tóxica que contenía dioxinas (Pereyra, 2004). El accidente tuvo lugar en la planta industrial de ICMESA de la empresa Hoffman-La Roche. Se produjeron numerosas víctimas. Mató a 73.000 animales domésticos y obligó a la evacuación de 700 personas. En febrero de 1999 en Bélgica, aparece un nuevo episodio relacionado otra vez, con la contaminación de alimentos destinados al consumo humano, "las dioxinas de los huevos". En esta ocasión el origen se encuentra en la contaminación de concentrados destinados a la engorda de gallinas. Recientemente ha salido a la luz pública la contaminación de carne de cerdo chilena con dioxinas, y los potenciales peligros que eso representa para la salud. Desgraciadamente, el consumidor poco sabe sobre qué son las dioxinas y qué efectos produce en los humanos. Internacionalmente se ha reconocido su influencia sobre la salud y el medio ambiente y la actitud de la mayoría de los países desarrollados ha consistido en efectuar estudios, para conocer las condiciones de formación de las dioxinas y promulgar las disposiciones legales necesarias, con el fin de reducir la formación y emisión al medio ambiente de estos compuestos. En este trabajo, se explica qué son las dioxinas, los efectos que producen y las medidas para mitigarlos.

### 2. ¿Qué son las dioxinas?

Las dioxinas pertenecen al grupo de compuestos orgánicos persistentes, las sustancias tóxicas más peligrosas producidas por el hombre. Son sustancias químicas no biodegradables, que se acumulan en los organismos vivos a través de la red alimentaria, y que pueden ocasionar daños a la salud humana. Existe una lista entre la comunidad científica, donde se les conoce con el nombre de los "**doce malditos**". Ellos son los siguientes:

- ALDRIN
- PCB
- CLORDANO

- DDT
- DIELDRINA
- ENDRINA
- FURANOS
- HEPTACLORO
- HEXACLOROBENCENO
- MIREX
- TOXAFENO
- DIOXINAS.

Todos estos químicos son peligrosísimos por sus efectos cancerígenos. En el caso de las dioxinas, lo que más preocupa son sus potenciales propiedades teratogénicas (malformaciones en el feto) y carcinogénicas (aparición de tumores malignos).

Las dioxinas son compuestos organoclorados que derivan de la dibenzo-p-dioxina y que poseen diferente número de átomos de cloro en diferentes posiciones. De todas ellas la más conocida es la 2,3,7,8 tetraclorodibenzo-p-dioxina (Figura 1).

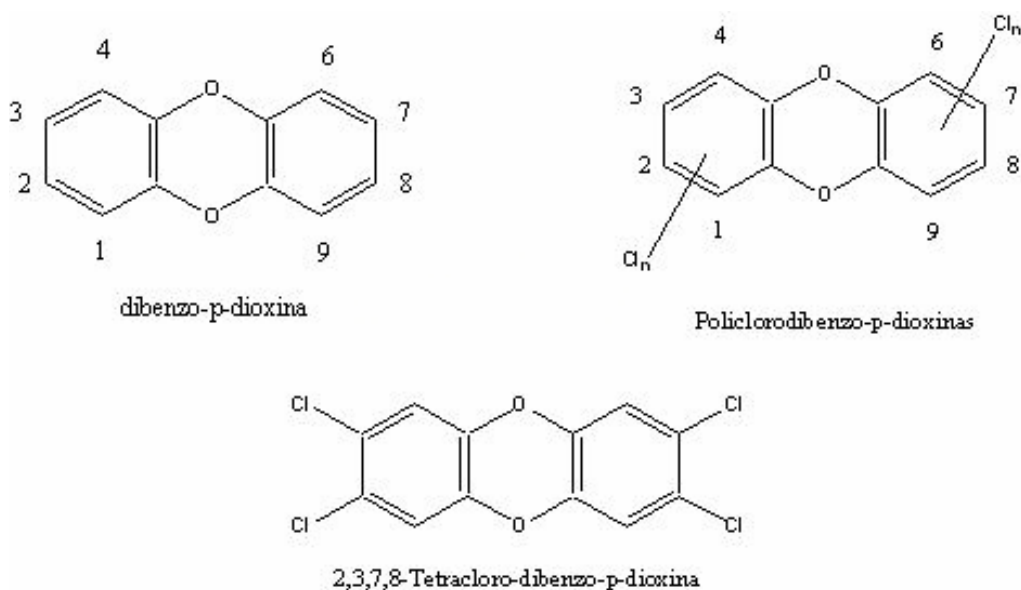


Fig. 1 Estructura química de algunas dioxinas (Fuente: Pereyra, 2004).

Existen otros grupos químicamente relacionados y que frecuentemente aparecen asociados a las dioxinas, son los policlorodibenzofuranos y policlorobifenilos (Figura 2).

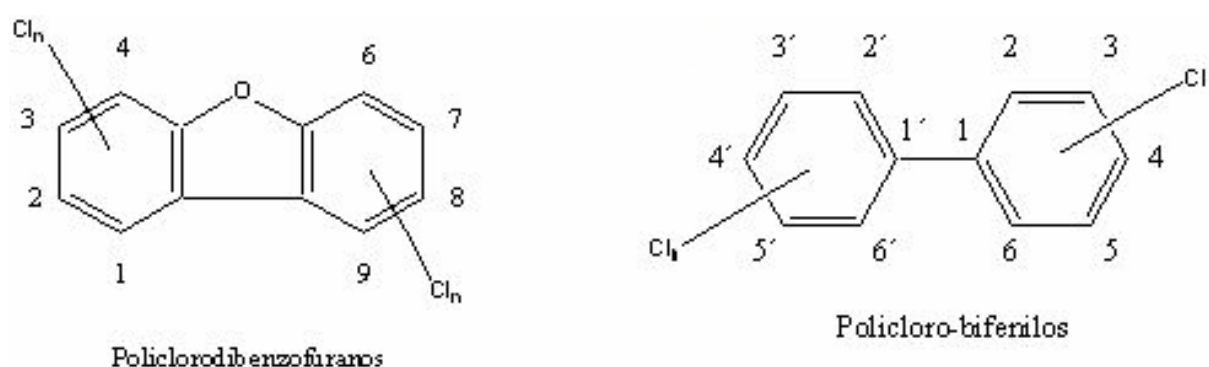


Fig.2 Estructura química de grupos relacionados con las dioxinas (Fuente: Pereyra, 2004).

### 3. ¿Cómo se generan las dioxinas?

Para que se produzcan dioxinas deben concurrir tres elementos: (1) un sustrato adecuado (una estructura orgánica compleja: ej. lignina, madera, papel o plásticos); (2) una fuente proveedora de átomos de cloro (Cl), como Cl<sub>2</sub>, NaCl (cloruro de sodio = sal de cocina), cloruro de hidrógeno (HCl) o el plástico PVC (polivinilo clorado); y (3) una temperatura suficientemente alta como la que se obtiene al quemar madera, papel o plásticos (Figura 3).



Fig. 3 Incineración a cielo abierto de residuos plásticos.

Las fuentes de emisión de dioxinas se pueden dividir en naturales (fermentación bacteriana, incendios forestales, volcanes) o generadas por el hombre (también llamadas antropogénicas). Las dioxinas provenientes de las fuentes antropogénicas, se originan de modo habitual en la incineración de los residuos urbanos y hospitalarios, en la fabricación de papel, de celulosa, en la industria del cemento, en la fabricación de herbicidas y defoliantes, en la producción de metales a alta temperatura y en la fabricación del PVC. También se generan durante los procesos de combustión del caucho y de los productos petrolíferos, incluyendo los gases procedentes de motores de gasolina con o sin plomo, con o sin convertidores catalíticos, y diesel. También se producen dioxinas al cocinar los alimentos con aceite reutilizado. El humo del cigarrillo produce dioxinas. Se trata de una sustancia incolora e inodora, soluble en grasas y sólo ligeramente soluble en agua; es sólida a temperatura ambiente. Por vía inhalatoria el nivel "seguro" establecido por la FDA (Food and Drug Administration) en Estados Unidos es de 70 nanogramos (la millonésima parte de un miligramo) por día. En Chile, no existen laboratorios con capacidad para detectar su presencia y por lo tanto hay que recurrir a laboratorios europeos o norteamericanos especializados.

Las dioxinas son emitidas hacia la atmósfera como sustancias contaminantes, depositándose posteriormente en el suelo y agua. Luego el ganado y peces se contaminan, y a través de la cadena alimentaria pasan al hombre. Leche, huevo y carne contienen dosis apreciables. Los científicos estiman que más del 90% de las dioxinas que se acumulan en el cuerpo humano provienen de los alimentos y menos del 10% del aire que se registra. Según un estudio realizado por Franco (2002), el marisco y el pescado son los grupos de alimentos con más dioxinas. Una vez ingeridas se acumulan en los tejidos grasos del cuerpo humano, donde permanecen durante años (Figura 4).

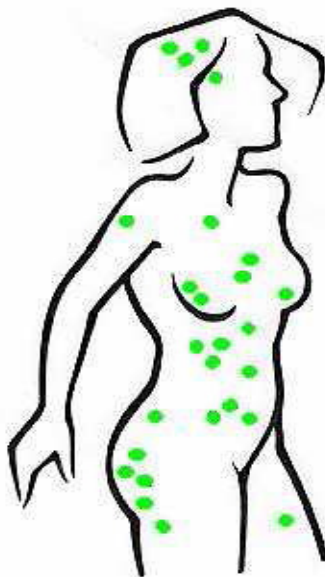


Fig. 4 Acumulación de dioxinas en los tejidos grasos  
(Fuente:<http://www.chemicalbodyburden.org>)

En la Tabla 1 se puede ver que la principal fuente de liberación identificada corresponde a la incineración de desechos municipales. Cabe destacar además, que en la mayoría de estos países la incineración es una práctica habitual, no así en el caso de Chile.

Tabla 1. Principales fuentes de emisión por países y sus contribuciones (Fuente: UDT, 2002).

País	Fuentes de emisión
Japón	Incineración de desechos municipales (80%) y residuos peligrosos (10%)
EE.UU.	Incineración de desechos (50% aprox.)
Canadá	Incineración de desechos municipales (23%), combustión residencial de madera (12%)
Francia	Incineración de desechos municipales
Reino Unido	Incineración de desechos (80%)
Bélgica	Incineración de desechos domésticos y hospitalarios
Holanda	Incineración de desechos (79%)
Suiza	Incineración de desechos (principios 90's). Actualmente, combustión ilegal de desechos en viviendas
Hungría	Incineración (42%)
Rep. Checa y Eslov.	Incineración de desechos (61%), industria metalúrgica (20%) y producción de energía (17%)
Dinamarca	Incineración de desechos municipales, industriales y hospitalarios
Austria	Uso de madera como combustible industrial (92%) y residencial (49%)
Suecia	No se evidenció preponderancia por algún sector en particular
Alemania	Producción siderometalúrgica y fundiciones de metales ferrosos (54%)
Uruguay	Incineración no controlada de desechos (45%) y controlada (28%)
México	Quema de desechos agrícolas (48%), incendios en sitios de disposición (25%), quema de basura doméstica (22%)
Australia	Incendios espontáneos y quemaduras programadas

#### 4. Efectos de las dioxinas sobre la salud

La primera dioxina clorada fue sintetizada en 1872 por Merz y Weith, pero su estructura no se conoció hasta 1957. En este mismo año se efectuó la síntesis de la 2,3,7,8 tetraclorodibenzodioxina. En ambos casos los técnicos de laboratorio fueron hospitalizados. Los efectos de las dioxinas en el organismo son a largo plazo. No hay consenso entre los científicos sobre en que grado las dioxinas son cancerígenas. La Organización Mundial de la Salud ha incluido una dioxina en su lista oficial de sustancias cancerígenas a raíz de un estudio de 25.000 trabajadores expuestos a dosis elevadas en los que se observó un aumento (pequeño pero significativo) de varios tipos de cáncer. Pero si el riesgo de la exposición crónica a dosis altas está demostrado, el de la exposición aguda -como la que afectaría a una persona que hubiera ingerido varios pollos contaminados- no parece ser tan grande. El precedente más famoso es la emisión accidental de cantidades masivas de dioxinas en Seveso (Italia) en 1976. Veintitrés años después, "aún no se ha demostrado un incremento significativo de los casos de cáncer en la población de aquella zona", señala Josep Lluís Domingo, director del Laboratori de Toxicologia i Salut Mediambiental de la Universitat Rovira i Virgili. Más alarmante son los resultados de experimentos en roedores: a dosis altas, las dioxinas le causan trastornos hormonales, inmunitarios y reproductivos, además de perjudicar el desarrollo de los embriones.

En Japón 1300 residentes de Kyush, en el año 1968, enfermaron gravemente al consumir arroz contaminado y muchas de las mujeres afectadas dieron a luz niños con defectos de nacimiento. Según la Agencia de Protección Medioambiental (EPA) en una publicación en septiembre del 1994 afirman que, las dioxinas producen cáncer al ser humano y en dosis inferiores asociadas al cáncer ocasionan alteraciones en el sistema inmunitario, reproductor y endocrino. También los fetos y embriones de peces, aves, mamíferos y seres humanos son muy sensibles a sus efectos tóxicos y no existe un nivel seguro de exposición a las dioxinas. No obstante, la Convención de Estocolmo, firmada el 23 de mayo de 2001 en Suecia, pretende actuar inicialmente, puesto que estos contaminantes se encuentran entre innumerables muertes por cáncer, así como múltiples defectos de nacimiento que han provocado esos compuestos, que afectan, además, el sistema nervioso, reproductivo e inmune del hombre y de muchas otras especies. Además de ser persistentes (es decir, no se descomponen rápidamente), orgánicos (con carbono en su estructura molecular) y contaminantes (por ser muy tóxicos), las dioxinas tienen otras dos propiedades: son solubles en grasas y por consiguiente se acumulan en los tejidos vivos, y pueden viajar grandes distancias.

Algunos de los efectos encontrados son: cáncer respiratorio, cáncer de próstata, mieloma múltiple, sarcoma de tejido blanco, lesiones de timo y hepáticas, defectos congénitos y depresión del sistema inmunológico, afecciones cardiovasculares, cambios degenerativos del esqueleto y del músculo cardíaco (Vásquez, 2005).

En intoxicaciones agudas aparecen cuadros de cefalea intensa, alteraciones digestivas y cutáneas, dolores musculares y articulares, así como una variedad de alteraciones enzimáticas,

neurológicas y psiquiátricas. Datos epidemiológicos indican que la exposición a elevadas dosis puede producir un incremento del 40% en el riesgo relativo de varios tipos de cáncer. No obstante no puede descartarse la participación de otros factores.

## 5 ¿Cómo protegerse de las dioxinas?

Puesto que las dioxinas se acumulan en las grasas animales, reducir el consumo de este tipo de grasas es el mejor modo de prevenir la exposición a las dioxinas. Además, se conseguirá reducir el consumo de otras sustancias nocivas que se acumulan en las grasas, como los PCB y los insecticidas organoclorados. Y de paso se reducirá el riesgo de infarto, que probablemente acabará siendo el mayor beneficio de moderar el consumo de grasas animales.

A nivel doméstico, las siguientes son algunas medidas que impiden la generación de dioxinas:

- No quemar neumáticos
- No quemar papel fotográfico
- No quemar revistas con colores
- No quemar envases plásticos.
- No cocinar con aceite reutilizado.
- No fumar.
- Consumir productos lácteos desgrasados.
- En hornos microondas, no cocinar alimentos grasos con envases de plástico. Lo ideal es usar recipientes de vidrio o de cerámica.
- Elegir cortes de carne res, cerdo y aves con menor contenido graso, y también quitar el exceso de grasa de la piel antes de cocinar la carne.

A nivel industrial, es necesario favorecer el desarrollo de nuevos procedimientos y avances tecnológicos encaminados a minimizar la formación y emisión de las dioxinas que llegan al medioambiente procedente de las actividades industriales del hombre. Por ello durante los últimos años se han estudiado y definido las condiciones que debe cumplir una combustión para evitar la emisión de dioxinas:

- Altas temperaturas (mayores de 850°C, o de 1100°C en presencia de cloro)
- Suficiente tiempo de residencia de los gases a esa temperatura (mayor de 2 segundos)
- Presencia de oxígeno suficiente para que la combustión se realice de manera completa
- Enfriamiento rápido de los gases tras la combustión para evitar la síntesis posterior de dioxinas

En el caso de los alimentos, no hay todavía motivo para que cunda el pánico. Aunque los niveles de dioxinas detectados en algunos alimentos son altos, esto no significa que quienes los hayan consumido vayan a tener cáncer. Se estima que el riesgo cancerígeno de las dioxinas que pueda haber en estos alimentos no es, ni de lejos, tan alto como **el riesgo del tabaco para un fumador.**

El nivel de dioxinas en los alimentos consumidos en España y en el medio ambiente se ha reducido a la mitad desde 1993 a la actualidad, según un informe presentado en el 2002 al

Programa de Medio Ambiente de Naciones Unidas (ONU). Las dioxinas son unos contaminantes que se encuentran en el medio ambiente y en algunos alimentos, también en los animales, ya que estas partículas se acumulan en los piensos, que posteriormente son consumidos por el ganado que llega a la mesa del consumidor. El 95% de las dioxinas que llegan al organismo proceden de la ingesta de alimentos.

En la UE, el nivel de estas sustancias en los productos alimenticios ha disminuido en un 40%. Otros países europeos han reducido este nivel en un 10 o un 20%. Esta reducción se debe a los trabajos elaborados por la Comisión Europea en los que se insta a los Estados miembros a controlar el nivel de dioxinas de los alimentos. De hecho, en julio del 2002 la Unión Europea (UE) obligó a todos los países a controlar el nivel de dioxinas en los alimentos que producen y exportan. En el caso de España, deben analizarse 50 muestras de aceite virgen de oliva y, por ejemplo, en Noruega, debe analizarse el salmón, producto que se consume en el resto de Europa.

Por regla general se reconoce que para reducir activamente la presencia de dioxinas en los alimentos para animales, deben implementarse medidas que estimulen un planteamiento activo, incluyendo el establecimiento de umbrales de intervención y de niveles objetivo para los alimentos para animales, combinadas con medidas destinadas a limitar las emisiones. Los umbrales de intervención son un instrumento que permitirá a las autoridades competentes y a los operadores identificar los casos en los que conviene determinar la fuente de contaminación y tomar medidas destinadas a su reducción o eliminación. Con ello se conseguirá reducir progresivamente los contenidos de dioxinas en los alimentos para animales.

## **Bibliografía**

- Pereyra, M. (2004). Polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDD), dibenzofurans (PCDF) and polychlorinated biphenyls (PCB): main sources, environmental behaviour and risk to man and biota. *Química Nova*, 27 (6): 934-943.
- Franco, M. (2002). Evaluación del riesgo para la salud por exposición a dioxinas a través de la ingesta de alimentos en la población de Terragona. Tesis doctoral, Facultat de Medicina, Universitat Rovira i Virgili, Reus, España.
- UDT. (2002). Inventario Nacional de Fuentes de Emisión de Dioxina y Furanos. Informe Final del Proyecto GEF/UNEF, Universidad de Concepción.
- Vázquez, D. (2005). Dioxinas, Furanos y Bifenilos. ([http:// www.troposfera.org](http://www.troposfera.org)). Visitado el 31 julio del 2008.