



DIOXINAS Y PCBs

Fecha del documento: Julio 2005

elika

Fundación Vasca para la
Seguridad Agroalimentaria

Nekazaritzako Elikagaien
Segurtasunarako
Euskal Fundazioa

1.- INTRODUCCIÓN

Las dioxinas y los PCBs similares a las dioxinas son compuestos extremadamente resistentes a la degradación química y biológica, por lo que persisten en el medio ambiente. Son insolubles en agua, pero solubles en disolventes orgánicos y lípidos, por lo que cuando se incorporan a los seres vivos se acumulan preferentemente en el tejido adiposo, una vez ingeridos a través de las cadenas alimentaria humana y animal. Estas características confieren a estos compuestos gran capacidad para la bioacumulación, pudiendo alcanzar concentraciones elevadas en el organismo. Más del 90% de los casos de exposición humana a las Dioxinas tiene su origen en los alimentos y, en términos generales, en los alimentos de origen animal **(1)**.

Con el nombre genérico de “Dioxinas” se conoce a un grupo de compuestos orgánicos tricíclicos halogenados, cuyo grado de cloración y la posición de los átomos de cloro determinan la existencia de 75 congéneres de dibenzodioxinas (PCDDs) y 135 de dibenzofuranos (PCDFs). De éstos, 7 dibenzodioxinas y 10 dibenzofuranos, en total 17 compuestos, entrañan riesgos toxicológicos. El congénere más tóxico es la 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina (TCDD), compuesto utilizado como referencia para determinar la toxicidad del resto de las dioxinas.

Los policlorobifenilos (PCB) son un grupo de 209 congéneres diferentes que pueden clasificarse en dos categorías, en función de sus propiedades toxicológicas: 12 de ellos presentan propiedades toxicológicas similares a las de las dioxinas, por lo que se les conoce generalmente con el nombre de “PCB similares a las dioxinas”. Los demás PCBs no presentan esta toxicidad de tipo dioxínico y poseen un perfil toxicológico diferente. Dependiendo de la configuración de los PCBs similares a las dioxinas, estos se pueden ser no-orto-sustituídos (PCBs coplanares, sin cloro en las posiciones orto) o mono-orto-sustituídos (PCBs con un átomo de cloro en una de las cuatro posiciones orto).

Todos estos compuestos poseen gran estabilidad térmica y química, por lo que una vez introducidos en el medio ambiente son muy resistentes a la degradación, pudiendo persistir en el medio ambiente durante décadas y ser transportadas a largas distancias. Su resistencia a los productos químicos es muy elevada, y prácticamente no se conocen organismos que los degraden de manera natural. Son insolubles en agua, pero relativamente solubles en disolventes orgánicos y en lípidos, por lo que cuando se incorporan a los seres vivos se acumulan preferentemente en el tejido graso. Estas características confieren a estos compuestos una gran capacidad para biomagnificarse y bioconcentrarse en determinadas condiciones medioambientales y alcanzar así concentraciones importantes desde el punto de vista toxicológico. La vida media de estos compuestos es larga; en el caso de la TCDD (2,3,7,8-Tetraclorodibenzo-p-idioxina), se cifra entre 7 y 8 años **(1)**.

Las dioxinas, los furanos y los PCBs son tres de los 12 Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) reconocidos internacionalmente por el Programa de Las Naciones Unidas para el Medio Ambiente **(2)**.

2.- CARACTERIZACIÓN DIOXINAS Y PCBs

2.1.- Origen dioxinas y PCBs

Las **Dioxinas**, a diferencia de otros compuestos orgánicos persistentes, son compuestos que no se han sintetizado industrialmente de manera intencionada. Se trata de productos

formados como subproductos no deseados en distintos procesos térmicos, como son la incineración de residuos, algunos procesos relacionados con el sector de la industria metalúrgica, en los hornos de cementeras, en procesos de producción de energía (calefacciones, centrales térmicas, etc.), en la síntesis de algunos productos clorados o en actividades tan cotidianas como cocinar a la parrilla o conducir un automóvil. Por otra parte, es necesario tener en cuenta también la existencia de fuentes secundarias, es decir, aquellas que no generan dioxinas pero que actúan de acumuladores de estos contaminantes y que posteriormente pueden ser las causas de que se contaminen otras matrices. Sería el caso de los suelos en los que se han producido vertidos accidentales como lodos de depuradora, sedimentos, etc. Por último, aunque a escala global son mucho menos importantes, existen procesos naturales que pueden generar dioxinas y que son la única explicación hasta el momento de su presencia en algunos compuestos como arcillas y caolín.

Los PCBs son compuestos químicos producidos intencionalmente y que hasta la prohibición de su comercialización y utilización en 1985 se han utilizado desde 1930 en numerosas aplicaciones como fluidos dieléctricos e intercambiadores de calor, en transformadores y condensadores debido a su baja conductividad eléctrica, elevada conductividad térmica y gran resistencia a la degradación por el calor y también en la fabricación de algunos plaguicidas, materiales ignífugos, sellantes, pinturas, etc. Las mezclas comerciales contienen compuestos que presentan distintos grados de cloración, de forma, que a medida que aumenta el número de átomos de cloro se incrementa su estabilidad y liposolubilidad. Su producción está hoy prohibida en casi todos los países desarrollados y se han establecido condiciones especiales para la utilización de los equipos existentes en la actualidad y para su posterior eliminación **(1)**.

2.2.- Determinación analítica

Los métodos de muestreo y análisis para el control oficial de las Dioxinas y los PCBs similares a las Dioxinas en productos alimenticios y en piensos son regulados de acuerdo a la siguiente legislación:

- ✓ **Reglamento (CE) No 1883/2006 de la Comisión**, del pasado 19 de diciembre de 2006 por el que se establecen los métodos de muestreo y de análisis para el control oficial de los niveles de dioxinas y PCBs similares a las dioxinas en determinados productos alimenticios **(3)**.
- ✓ **Directiva 2002/70/CE de la Comisión**, de 26 de Julio de 2002, por la que se establecen los requisitos para la determinación de los niveles de dioxinas y de PCB similares a las Dioxinas en los piensos **(4)** modificada posteriormente por la Directiva 2005/7/CE de 27 de enero **(5)**.

En ambas Normativas se fijan los compuestos a analizar, que son 17 Dioxinas (10 Dibenzodioxinas y 7 dibenzofuranos) y 12 Policlorobifenilos similares a las Dioxinas (4 PCBs no-orto y 8 PCBs mono-orto). La Directiva 2002/70/CE ha sido transpuesta a través del Real Decreto 214/2003 de 21 de Febrero **(6)** y su posterior modificación a través de la Orden PRE/1840/2005, de 10 de junio **(7)**.

Dichas Normativas establecen como han de realizarse los métodos de muestreo, la preparación de las muestras y los requisitos para los métodos de análisis utilizados para el control oficial de las dioxinas y la determinación de los PCBs similares a las dioxinas en determinados productos alimenticios. Así mismo, se establece la posibilidad de utilizar métodos analíticos de cribado como los bioensayos celulares, los bioensayos por medio de kits y los métodos de cromatografía de gases / espectrofotometría de masas (GC/MS), para

seleccionar las muestras con niveles significativos de dioxinas. Posteriormente, los niveles de dioxinas en estas muestras deberán determinarse mediante la utilización de un método analítico de confirmación: cromatografía de gases de alta resolución / espectrofotometría de masas de alta resolución (HRGC/HRMS).

3- TOXICIDAD E IMPACTO EN LA SALUD HUMANA

En los últimos años ha aumentado notablemente la preocupación por la presencia de dioxinas y PCBs similares a las dioxinas en el medio ambiente debido a su elevada toxicidad. Se han descrito en la bibliografía asociaciones de estos compuestos con un elevado número de posibles efectos tóxicos responsables de distintas patologías en animales y humanos. Algunos tipos de cáncer se han relacionado con la exposición accidental y profesional a las dioxinas, así como una mayor incidencia de la diabetes y de las enfermedades cardiovasculares y efectos relacionados con toxicidad reproductiva e inmunotoxicidad. En los niños expuestos a dioxinas o PCBs en el útero, se han observado alteraciones en el desarrollo neurológico, afecciones cutáneas como el cloracné, retrasos en el desarrollo y pérdidas de capacidad auditiva entre otras afecciones. 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.

Se cree que la mayoría de los efectos tóxicos están relacionados con la activación por estos compuestos de un receptor citosólico celular denominado "receptor Ah" (Aryl hydrocarbon). Este receptor actuaría como un factor de transcripción, que una vez activado por uno de estos compuestos, penetraría en el núcleo celular para asociarse a una segunda proteína denominada "Arnt" y posteriormente al ADN, provocando en las células afectadas un aumento de la transcripción de los genes diana y un incremento de la síntesis de algunas enzimas y proteínas que estarían relacionadas con la aparición de los efectos tóxicos.

De las 210 dioxinas (PCDDs+PCDFs) y de los 209 PCBs, solo 17 dioxinas y 12 PCBs (dioxin-like PCBs) se unen al receptor Ah, y por lo tanto son los compuestos que tienen un mayor interés desde el punto de vista toxicológico **(1)**.

Por otro lado, la Agencia Internacional para las investigaciones contra el cáncer clasifica a las dioxinas en la Categoría 1 (cancerígenas para el ser humano) y a los PCBs en la Categoría 2A (probable carcinógeno para el ser humano) **(8)**.

3.1.-Factores de equivalencia tóxica

La mayoría de los estudios toxicológicos sobre PCDDs y PCDFs se han realizado con el compuesto más tóxico, el 2,3,7,8-TCDD. Pocos estudios se han llevado a cabo con otros PCDDs y PCDFs, aunque los datos disponibles indican que solo los átomos de cloro en las posiciones 2, 3, 7 y 8 son con seguridad los toxicológicamente más importantes. El incremento de las sustituciones de cloro desde 4 a 8 átomos produce generalmente un acusado descenso en su toxicidad.

En la mayoría de las matrices las dioxinas y los PCBs no se encuentran como compuestos únicos, sino como mezclas complejas de varios de ellos. Para facilitar la comparación de los datos analíticos y de exposición, se ha comprobado como un método útil convertir los resultados analíticos de los diferentes congéneres en un único dato de concentración, denominado Equivalente Tóxico (TEQ). Esta conversión se fundamenta en la presunción de que todos los PCDDs y PCDFs así como los PCBs similares a las dioxinas que poseen átomos de cloro en las posiciones 2,3,7 y 8 se unen al mismo receptor, el receptor Ah, y

muestran efectos cualitativos comparables pero con diferentes potencias. Estas diferencias en toxicidad se expresan en Factores de Equivalencia Tóxica (TEF), asumiendo que la intensidad de la toxicidad de cada uno de ellos es función de un factor (TEF) que relaciona la potencia de la misma con la de la dioxina más tóxica (2,3,7,8-TCDD), a la que de forma arbitraria se le asigna un TEF de 1. De este modo, la concentración expresada en TEQ se obtiene multiplicando la concentración de cada uno de los compuestos de interés por su TEF correspondiente y sumando los números así obtenidos.

$$TEQ = \sum (PCDDi \times TEFi) + \sum (PCDFi \times TEFi) + \sum (PCBi \times TEFi)$$

Existen algunas diferencias entre los diferentes valores asignados a los TEF por diferentes grupos de trabajo. Los más ampliamente utilizados son los denominados Factores Internacionales de Equivalencia Tóxica (I-TEF) propuestos por NATO/CCMS (9) y los propuestos por la OMS (10), que se reflejan en las Tablas 1 y 2. Dependiendo del modelo empleado, la conversión de los datos analíticos en valores TEQ para una misma matriz puede variar debido a las variaciones existentes entre los distintos TEFs. Estas diferencias es necesario tenerlas en cuenta al valorar y comparar resultados si estos están obtenidos con diferentes modelos. En alimentos y muestras humanas, los valores TEQ obtenidos a partir de los TEFs propuestos por la OMS son aproximadamente un 10-20% superiores a los obtenidos usando los I-TEFs de NATO/CCMS.

Tabla 1: Factores Equivalentes Tóxicos (I-TEQ) propuestos por NATO/CCMS y por la OMS para las dioxinas y furanos (PCDD+PCDF) (9, 10).

PCDD (Dibenzo-p-dioxinas)	I-TEF	OMS-TEF
2,3,7,8-TCDD	1	1
1,2,3,7,8-PnCDD	0,5	1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,01	0,01
OCDD	0,001	0,0001
PCDF (Dibenzofuranos)	I-TEF	OMS-TEF
2,3,7,8-TCDF	0,1	0,1
2,3,4,7,8-PeCDF	0,5	0,5
1,2,3,7,8-PeCDF	0,05	0,05
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,1	0,1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,01	0,01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,01	0,01
OCDF	0,001	0,0001

Tabla 2: Factores Equivalentes Tóxicos (I-TEQ) propuestos por NATO/CCMS y por la OMS para los PCBs similares a las dioxinas (9, 10).

No orto PCBs	I-TEF	OMS-TEF
3,3',4,4'-TCB (77)	0,0005	0,0001
3,4,4',5-TCB (81)	--	0,0001
3,3',4,4',5-PnCB (126)	0,1	0,1
3,3',4,4',5,5'-HxCB (169)	0,01	0,01
Mono-orto PCBs	I-TEF	OMS-TEF
2,3,3',4,4'-PnCB (105)	0,0001	0,0001

2,3,4,4',5-PnCB (114)	0,0005	0,0005
2,3',4,4',5-PnCB (118)	0,0001	0,0001
2,3,4,4',5-PnCB (123)	0,0001	0,0001
2,3,3',4,4',5-HxCB (156)	0,0005	0,0005
2,3,3',4,4',5'-HxCB (157)	0,0005	0,0005
2,3',4,4',5,5'-HxCB (167)	0,00001	0,00001
2,3,3',4,4',5,5'-HpCB (189)	0,0001	0,0001
Di orto PCBs	I-TEF	OMS-TEF
2,2',3,3',4,4',5-HpCB (170)	0,0001	0,0001
2,2',3,4,4',5,5'-HpCB (180)	0.00001	0,00001

Al hacer esta comparación se asume que todos los congéneres de PCDDs y PCDFs dados como mezclas son absorbidos igualmente y que los efectos tóxicos de los compuestos individuales en la mezcla son aditivos. Expertos de la Oficina Regional para Europa de la OMS avisan que estas asunciones son simplistas y recomiendan la utilización de estos esquemas solamente como una aproximación para la evaluación del riesgo, hasta que estén disponibles datos más adecuados. Se considera que esta aproximación sobrestima el riesgo.

3.2.-Impacto en la salud humana

Algunos tipos de cáncer, así como la incidencia total de cáncer, se han relacionado con la exposición accidental y profesional a las dioxinas (principalmente a TCDD). Además, se ha señalado una mayor incidencia de la diabetes y una mayor mortalidad debida a la diabetes y las enfermedades cardiovasculares. En los niños expuestos a dioxina o PCB en el útero, se han observado efectos en el desarrollo neurológico y el comportamiento biológico, así como efectos en la hormona tiroidea a exposiciones correspondientes a niveles de fondo o cercanos a estos niveles. A exposiciones mayores, debido a exposición accidental y profesional, los niños expuestos a las dioxinas y PCB a través de la placenta presentan afecciones de la piel, defectos en la mineralización de los dientes, retrasos en el desarrollo, trastornos del comportamiento, menor longitud del pene en la pubertad, menor altura de las niñas en la pubertad y pérdidas de capacidad auditiva.

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. Aunque la dioxina es conocida como cancerígeno humano, no se considera que el cáncer sea el efecto crítico que haya que tener en cuenta para la fijación de la ingesta tolerable. Los efectos críticos son cambios en el comportamiento neurológico, endometriosis e inmunosupresión.

Los PCBs están clasificados como probables carcinógenos humanos y producen una amplia gama de efectos adversos en los animales, entre ellos toxicidad reproductiva, inmunotoxicidad y carcinogenicidad **(11)**.

Muchos de los efectos patológicos asociados a las dioxinas se han demostrado en animales de experimentación, pero no en humanos.

4.- CONTENIDO E INGESTA

4.1.-Exposición humana a dioxinas

La exposición a dioxinas y/o PCBs en el ser humano puede producirse por distintas vías, como son la exposición accidental, la ocupacional y la medioambiental.

En los últimos años se han producido algunos casos de exposición accidental, como los acontecidos en Seveso (Italia), Yusho (Japón) y Yu-Cheng (Taiwan), así como de exposición ocupacional relacionados con la incineración de residuos o la producción de algunos pesticidas y productos químicos. Mientras que los casos de exposición por estas dos vías están normalmente limitados a pequeños grupos de la población, la exposición por vía medioambiental puede afectar a un elevado número de personas.

La exposición medioambiental se puede producir como consecuencia del consumo de alimentos contaminados, de la inhalación de aire o la ingestión de partículas contenidas en él, o por la absorción de estos compuestos a través de la piel. Mientras que estas dos últimas vías representan menos del 10% de la ingesta diaria de dioxinas, el consumo de alimentos contaminados supone alrededor del 90% de la ingesta total, siendo el 80-90% de estos alimentos de origen animal.

4.2.- Límites de dioxinas y PCBs en alimentación humana y animal

Con el fin de prevenir exposiciones inaceptablemente elevadas de la población humana, así como para evitar la distribución de productos alimenticios con niveles de contaminación excesivamente altos, en Noviembre de 2001, el Consejo de la Unión Europea publicó dos Normativas por las que se fija el contenido máximo de dibenzodioxinas (PCDD) y dibenzofuranos (PCDF) en diferentes productos para la alimentación humana y animal:

- ✓ Reglamento 1881/2006 de la Comisión, del 19 de diciembre de 2006 por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios, que entra en vigor el 1 de marzo de 2007 **(12)**.
- ✓ Directiva 2006/13/CE de la Comisión, de 3 de febrero de 2006 **(13)**, por la que se modifican los anexos I y II de la Directiva 2002/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre sustancias indeseables en la alimentación animal, en lo referente a las dioxinas y PCB similares a las dioxinas.

La Directiva 2006/13/CE ha sido transpuesta por la Orden de la Presidencia 1809/2006, de 5 de junio de 2006, la cual ha entrado en vigor el 4 de noviembre de 2006 **(14)**.

Desde 2001 se dispone de más datos sobre la presencia de PCBs similares a las dioxinas, por lo que se han establecido en el nuevo Reglamento 1881/2006 contenidos máximos para la suma de dioxinas y PCBs similares a las dioxinas, ya que se trata del enfoque más adecuado desde un punto de vista toxicológico. A fin de garantizar una transición fluida, además de los contenidos fijados para la suma de dioxinas y PCBs similares a las dioxinas, durante un período transitorio deben seguirse aplicando los contenidos de dioxinas existentes. Durante este período transitorio, los productos alimenticios deben respetar tanto los contenidos máximos de dioxinas como los contenidos máximos relativos a la suma de dioxinas y PCBs similares a las dioxinas. El 31 de diciembre de 2008 se contemplará la posibilidad de prescindir de los contenidos máximos de dioxinas separados.

Por otro lado, el 6 de febrero de 2006, la Comisión emitió una Recomendación (2006/88/CE) relativa a la reducción de la presencia de dioxinas, furanos y policlorobifenilos (PCB) en los piensos y los alimentos. En esta Recomendación se fijan unos umbrales de intervención, por encima de los cuales es apropiado determinar la fuente de contaminación y tomar medidas para su reducción o eliminación. Puesto que las dioxinas y los PCBs similares a las dioxinas provienen de fuentes distintas, se fijan umbrales de intervención separados para las dioxinas, por un lado, y para los PCBs similares a las dioxinas, por el otro. Se ha adoptado un planteamiento proactivo para reducir activamente las dioxinas y los PCBs similares a las dioxinas en los alimentos y los piensos, por lo que los contenidos máximos aplicables deben revisarse en un plazo de tiempo definido, con el objetivo de establecer contenidos más bajos. En consecuencia, no más tarde del 31 de diciembre de 2008 se estudiará la posibilidad de reducir significativamente los contenidos máximos para la suma de dioxinas y PCBs similares a las dioxinas (15).

Tabla 3: Contenidos máximos y umbrales de intervención para dioxinas y PCBs similares a las dioxinas en los productos alimenticios (12, 15)

PRODUCTOS	Suma de dioxinas (PCDDs+PCDFs) (pg EQT PCDD/F-OMS/g grasa)	Suma de dioxinas y PCBs similares a las dioxinas (pg EQT PCDD/F-PCB OMS/g grasa)	UMBRAL DE INTERVENCIÓN para dioxinas +furanos (pg EQT – OMS/g grasa)	UMBRAL DE INTERVENCIÓN para PCBs similares a las dioxinas (pg EQT –OMS/g grasa)
Carne y productos cárnicos de:				
- bovinos y ovinos	3 ¹	4,5 ¹	1,5 ¹	1 ¹
- Aves de corral	2 ¹	4 ¹	1,5 ¹	1,5 ¹
- Cerdos	1 ¹	1,5 ¹	0,6 ¹	0,5 ¹
- Hígado y productos derivados	6 ¹	12 ¹	4 ¹	4 ¹
Carne de Pescado², prod. de la pesca y prod. deriv	4	8	3	3
Carne de anguila y prod. deriv	4	8	3	6
Leche y prod. lácteos, incluida la grasa láctea	3 ¹	6 ¹	2 ¹	2 ¹
Huevos de gallina y ovoproductos	3 ¹	6 ¹	2 ¹	2 ¹
Grasas animales de:				
- Bovinos y ovinos	3	4,5	1,5	1
- Aves de corral	2	4	1,5	1,5
- Cerdos	1	1,5	0,6	0,5
- Mezclas de grasas animales	2	3	1,5	0,75
Aceites y grasas vegetales	0,75	1,5	0,5	0,5
Aceites marinos destinado al consumo humano	2	10	1,5	6
Frutas, hortalizas y cereales			0,4 ng/kg producto	0,2 ng/kg producto

¹ El contenido máximo no se aplica a los productos alimenticios con un contenido < 1% de grasa

² Si el pescado se va a consumir entero, el contenido máximo se aplicará al pescado entero

Tabla 4: Contenidos máximos de dioxinas y suma de dioxinas y de PCBs similares a las dioxinas en la alimentación animal **(13, 14)**

Productos destinados a la alimentación animal	Dioxina* (PCDD+PCDF) (pg EQT PCDD/F-OMS/kg)	Suma de dioxinas y PCBs similares a las dioxinas* (pg EQT PCDD/F-PCB OMS/kg)
Materias primas para la alimentación animal de origen vegetal, excepto los aceites vegetales y sus subproductos	0,75	1,25
Aceites vegetales y sus subproductos	0,75	1,5
Materias primas para la alimentación animal de origen mineral	1	1,5
Grasa animal, incluida la grasa de leche y la grasa de huevo	2	3
Otros productos de animales terrestres, incluidos leche, productos lácteos, huevos y ovoproductos	0,75	1,25
Aceite de pescado	6	24
Pescados, otros animales marinos, sus productos y subproductos, excepto el aceite de pescado	1,25	4,5
Hidrosolitos de proteínas de pescado que contengan más de un 20% de grasa	2,25	11
Premezclas	1	1,5
Piensos compuestos excepto los piensos para animales de peletería, compañía y para peces	0,75	1,5
Piensos para peces y alimentos para animales de compañía	2,25	7

* Relativo a alimentos para animales con contenido de humedad del 12%

En la Conferencia Panaeuropea sobre Calidad e Inocuidad de los Alimentos, promovida por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) y llevada a cabo en Budapest (Hungría) en Febrero de 2002, se puso de manifiesto la necesidad de llevar a cabo un enfoque global para el análisis de riesgos y la inocuidad de los alimentos en toda la cadena alimentaria. En relación a las Dioxinas y PCBs, los expertos concluyeron que sigue existiendo la necesidad de supervisar y controlar algunos productos para garantizar que no presentan niveles superiores a los límites de inocuidad, sobre todo en alimentos de origen animal y, en particular, el pescado **(16)**.

4.3.- Ingesta de dioxinas y PCBs a través de la dieta

Son muchas las evaluaciones de riesgo de dioxinas y PCBs similares a las dioxinas que han sido llevadas a cabo en los últimos años por varias organizaciones internacionales **(17)** en las que se han propuesto varias ingestas tolerables, asumiendo el umbral de cáncer en humanos:

OMS (1998): IDT= 1-4 pg ET/kg peso /día **(18)**

SCF (2001): IST= 14 pg ET/kg peso/semana ó IDT= 2 pg ET/kg peso/día **(6)**

JEFCA (2001): IMTP= 70 pg ET/kg peso/mes ó IDT=2,3 pg ET/kg peso/día **(19)**

4.3.1.- En el ámbito internacional

La **Comisión Europea** publicó en Junio de 2000 un estudio realizado con la participación de diez países de la Comunidad **(20)**, en el que se recogen y evalúan los resultados de los estudios realizados en los últimos años, con el objeto de conocer la ingesta real de estas sustancias a través de los alimentos así como su concentración en la leche materna. Algunas de las conclusiones más destacables de este estudio son:

- ✓ El promedio de exposición a través de la dieta a PCDDs y PCDFs para una persona adulta oscila entre 0,4 y 1,5 pg I-TEQ/kg/día. Esta cifra es sensiblemente inferior a la obtenida en estudios realizados en años anteriores (1970-1990), en los que las ingestas oscilaban entre 1,7 y 5,2 pg I-TEQ/kg/día. Basándose en datos del Reino Unido y Holanda, la ingesta del percentil-95 es del orden de 2-3 veces la ingesta media.
- ✓ El promedio de exposición a través de la dieta a los PCBs similares a las dioxinas oscila entre 0,8-1,8 pg PCB-TEQ/kg/día. La participación de ambos grupos de compuestos (dioxinas + PCBs similares a las dioxinas) en la suma total de Equivalentes Tóxicos (TEQ) puede variar sensiblemente de unos países a otros. Así, mientras la cantidad aportada por los PCBs similares a las dioxinas resultó ser del mismo orden y con resultados muy parecidos en algunos países (Reino Unido, Finlandia, Holanda y Suecia); la cantidad aportada por las dioxinas presentaba mayores variaciones, con valores en algún caso hasta cuatro veces superiores al resto (Noruega).
- ✓ Los alimentos que aportan mayores concentraciones a la dieta son los de origen animal: la leche y derivados lácteos del 16 al 39%, la carne y derivados cárnicos del 6 al 32% y el pescado y los productos derivados de la pesca entre el 11 y el 63%; otros productos, principalmente de origen vegetal, aportaban entre el 6 y el 26%.
- ✓ En la mayor parte de los países de los que se dispone de datos, la población infantil está expuesta a través de la dieta a concentraciones superiores a las de los adultos. Siendo este hecho especialmente cierto durante el periodo de lactancia.
- ✓ Las concentraciones de PCDDs y PCDFs en la leche materna se estiman del orden de 7,9-19 pg I-TEQ/g de grasa. Los datos de PCBs similares a las dioxinas son hasta la fecha insuficientes, si bien, los pocos estudios llevados a cabo indican concentraciones de PCB-TEQ en leche materna semejantes a los aportados por las dioxinas. En ambos casos se constata un sensible descenso en relación con los resultados obtenidos en los estudios realizados en décadas anteriores.

Por otro lado, la ingesta de Dioxinas estimada para la población de **Cataluña** (Año 2002) es de 1,36 pg EQT-OMS/kg/día, y la de PCBs similares a las dioxinas de 2,14 pg EQT-OMS/kg/día. La ingesta media de todos los componentes con actividad dioxínica es de 3,50 pg EQT-OMS/kg/día. El 45,5% de esta ingesta proviene de los pescados y mariscos, seguido de los derivados lácteos, que suponen el 21.5% **(21)**.

En cuanto a la presencia de dioxinas en pescado, el Instituto sueco para la Alimentación ha publicado la tercera parte del "Estudio de los niveles de dioxinas en los pescados grasos de **Suecia**". Este estudio se lleva realizando desde el año 2000 y ha puesto en evidencia que factores como el contenido en grasa, la edad y el tamaño del pez, el género, el lugar de captura, la época del año, etc. tienen mucha importancia en los niveles de dioxinas del pescado. Se ha visto que este contenido en los pescados grasos está aumentando con el tiempo y que la contribución del pescado a la ingesta total de dioxinas también está aumentando **(22)**.

4.3.2.- En la CAPV

A través del Estudio de Dieta Total en el **País Vasco** que se viene desarrollando desde 1990 por parte del Departamento de Sanidad para estimar ingestas de contaminantes a través de los alimentos, se ha estimado la ingesta de dioxinas y PCBs para la población del País Vasco (23).

Para estimar la ingesta media de dioxinas y PCBs en la población de la CAPV se ha determinado la presencia de los 17 compuestos 2,3,7,8 clorosustituidos y los 12 congéneres de PCBs (mono-orto y no orto sustituidos), en los grupos de alimentos más susceptibles de contenerlos: huevos, carnes y derivados cárnicos, pescados, leche y productos lácteos y aceites y grasas. Se analizaron estos cinco grupos de alimentos en 8 dietas recogidas durante el periodo 1999-2000 en cinco poblaciones diferentes de la CAPV. Las muestras fueron analizadas en el Central Science Laboratory, del Reino Unido.

La ingesta media de dioxinas en la Comunidad Autónoma del País Vasco para el periodo 1999-2000 ha sido estimada en 0,8 pg EQT-OMS/kg/día y la ingesta de PCBs similares a las dioxinas en 1,87 pg EQT-OMS/kg/día (correspondiendo el 64% a los PCBs no-orto y el 36% a los PCBs mono-orto). En conjunto, la ingesta media de todos los componentes con actividad dioxínica es de 2,6 pg EQT-OMS/kg/día, de los cuales el 31% corresponde a las dioxinas y el 69% a los PCBs similares a las dioxinas.

Estimando las ingestas por grupos de alimentos, el grupo de pescados es el que presenta una mayor concentración de dioxinas y PCBs similares a las dioxinas. Debido al elevado consumo de pescado en la CAPV (89 g/día), este grupo es también el que más contribuye a la ingesta media total, seguido del grupo de leche y derivados lácteos (23).

En el estudio realizado en los mismos alimentos en el periodo 1994-1995, se obtuvo una ingesta de 6,5 pg EQT-OMS/kg/día, siendo el 30% las dioxinas y el 70% los PCBs. Estimando las ingestas por grupos de alimentos, era el grupo de leche y derivados lácteos el que más contribuía a la ingesta total de dioxinas.

Comparando las ingestas totales en los dos periodos estudiados, hay un descenso del 60%. Este descenso coincide con los resultados de otros estudios de Dieta Total realizados en Europa.

5.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Cuervo, L. (2002) Ingesta de dioxinas y dioxin-like PCBs a través de los alimentos en la CAPV. Resultados del Estudio de Dieta Total en el periodo 1999-2000. Boletín Epidemiológico de la Comunidad Autónoma del País Vasco nº 14 – 3^{er} trimestre <http://www.euskadi.net/sanidad/publicaciones/boletin/boletin14/>
- (2) UNEP, 2005. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Primera reunión de las partes en el Convenio de Estocolmo sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes. Uruguay, 2-6 mayo 2005.
- (3) Reglamento (CE) No 1883/2006 de la Comisión, del pasado 19 de diciembre de 2006 por el que se establecen los métodos de muestreo y de análisis para el control oficial de los niveles de dioxinas y PCBs similares a las dioxinas en determinados productos alimenticios.

http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/site/es/oj/2006/l_364/l_36420061220es00320043.pdf

- (4) Directiva 2002/70/CE de la Comisión, de 26 de julio de 2002, por la que se establecen los requisitos para la determinación de los niveles de dioxinas y de PCBs similares a las dioxinas en los piensos.
http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/site/es/oj/2002/l_209/l_20920020806es00150021.pdf
- (5) Directiva 2005/7/CE de la Comisión de 27 de enero de 2005 que modifica la Directiva 2002/70/CE por la que se establecen los requisitos para la determinación de los niveles de dioxinas y de PCB similares a las dioxinas en los piensos.
http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/site/es/oj/2005/l_027/l_02720050129es00410043.pdf
- (6) Real Decreto 214/2003, de 21 de febrero, por el que se establecen los requisitos para la determinación de los niveles de dioxinas y de PCB similares a las dioxinas en piensos.
<http://www.boe.es/boe/dias/2003/03/06/pdfs/A08957-08961.pdf>
- (7) ORDEN PRE/1840/2005, de 10 de junio, por la que se modifican los anexos del Real Decreto 214/2003, de 21 de febrero, por el que se establecen los requisitos para la determinación de los niveles de dioxinas y de policlorobifenilos (PCB) similares a las dioxinas en los piensos.
<http://www.boe.es/boe/dias/2005/06/17/pdfs/A20885-20886.pdf>
- (8) IARC, 1997. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Human, vol. 69. Polychlorinated dibenzo-paradioxins and polychlorinated dibenzofurans.
<http://www-cie.iarc.fr/htdocs/indexes/vol69index.html>
- (9) NATO/CCMS - North Atlantic Treaty Organisation, Committee on the Challenges of Modern Society. 1998. International Toxicity equivalency factor (I-TEF) method of risk assessment for complex mixtures of dioxin and related compounds. Report 176.
- (10) WHO-ECEH (European Centre for Environment and Health of the World Health Organisation)
- (11) European Commision. 2001. Opinion of the Scientific Committee on Food on the Risk Assessment of Dioxin and Dioxin-like PCBs in Food. Adopted on 30 May.
http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/out90_en.pdf
- (12) Reglamento 1881/2006 de la Comisión, del 19 de diciembre de 2006 por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios.
http://eurex.europa.eu/LexUriServ/site/es/oj/2006/l_364/l_36420061220es00050024.pdf
- (13) Directiva 2006/13/CE de la Comisión, de 3 de febrero de 2006, por la que se modifican los anexos I y II de la Directiva 2002/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre sustancias indeseables en la alimentación animal, en lo referente a las dioxinas y PCB similares a las dioxinas.
http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/site/es/oj/2006/l_032/l_03220060204es00440053.pdf
- (14) ORDEN PRE/1809/2006, de 5 de junio, por la que se modifica el anexo del Real Decreto 465/ 2003, de 25 de abril, sobre las sustancias indeseables en la alimentación animal, para incorporar la Directiva 2006/13/CE, de la Comisión de 3 de febrero de 2006.
<http://www.boe.es/boe/dias/2006/06/10/pdfs/A22303-22311.pdf>
- (15) Recomendación 2006/88/CE de la Comisión, de 6 de febrero de 2006, relativa a la reducción de la presencia de dioxinas, furanos y policlorobifenilos (PCB) en los piensos y los alimentos.

http://eurex.europa.eu/LexUriServ/site/es/oj/2006/l_042/l_04220060214es00260028.pdf

- (16) FAO-OMS. Conferencia Panaeuropea sobre Calidad e Inocuidad de los Alimentos. Budapest (Hungría), 25-28 Febrero de 2002.
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/004/x6865s.pdf>
- (17) EFSA Scientific Colloquium: Methodologies and principles for setting tolerable intake levels for dioxins, furans and dioxin-like PCBs. 28-29 June 2004. Brussels – Belgium.
http://www.efsa.eu.int/science/colloquium_series/no1_dioxins/599_en.html
- (18) OMS, 1998. Assessment of the health risk of dioxins: re-evaluation of the Tolerable Daily Intake. 3 June 1998.
<http://www.who.int/inf-pr-1998/en/pr98-45.html>
- (19) JEFCA. 2002. FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Safety Evaluation of certain food additives and contaminants: Polychlorinated dibenzodioxins, polychlorinated dibenzofurans, and coplanar polychlorinated biphenyls. WHO Food Additives Series: 48.
<http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v48je20.htm#2.3.1.5>
- (20) European Commission. 2000. Report SCOOP for scientific cooperation: *Assessment of dietary intake of dioxins and related PCBs by the population of EU Member States, 7 June 2000*.
http://europa.eu.int/comm/dgs/health_consumer/library/pub/pub08_en.pdf
- (21) Estudi d'estimació d'ingesta de dioxines de la població de Catalunya. Butlletí Epidemiològic de Catalunya. Volum XXIII. Novembre 2002. Nº 11.
<http://www.gencat.es/sanitat/portal/cat/bec1102.pdf>
- (22) Livsmedelsverket. Study of dioxin levels in fatty fish from Sweden 2001-2002. Interim Report 3. <http://www.slv.se/engdefault.asp>
- (23) Cuervo L, Jalón M, Martín R et al., (2002). Dietary intakes of PCDDs, PCDFs and PCBs in Total Diet samples from the Basque Country (Spain). 22nd International Symposium on Halogenated Environmental Organic Pollutants and POPs. Barcelona 11-16 de Agosto. Vol. 55, 219-222.