

**Encuentro de trabajo**

**Concentraciones de compuestos tóxicos persistentes (CTPs) en la población general española: información disponible y posibles estudios para un diagnóstico de la situación**

**XVI ESCUELA DE VERANO DE SALUD PÚBLICA**

**Lazareto de Mahón (Menorca), martes 20 y miércoles 21 de septiembre de 2005**

**Informes y estudios sobre concentraciones de compuestos tóxicos persistentes en la población general. La experiencia internacional.**

**Miquel Porta<sup>a,b</sup>, Elisa Puigdomènech<sup>a,b</sup>, Javier Selva<sup>a</sup>,  
Sabrina Llop<sup>c</sup>, Núria Ribas-Fitó<sup>a</sup> & Ferran Ballester<sup>c</sup>**

<sup>a</sup>Instituto Municipal de Investigación Médica, Barcelona

<sup>b</sup>Universidad Autónoma de Barcelona

<sup>c</sup>Escuela Valenciana de Estudios en Salud, Valencia



IMAS

Institut Municipal  
d'Investigació Mèdica. IMIM

**UAB**

Universitat Autònoma de Barcelona

Àrea de Medicina Preventiva & Salut Pública

Escola Valenciana d'Estudis en Salut



Conselleria de Sanitat. Generalitat Valenciana



# ÍNDICE

<b>0. Presentación y objetivos .....</b>	<b>6</b>
<b>1. Introducción .....</b>	<b>7</b>
1.1. Introducción general.....	8
1.2. Posibles propósitos y usos de los Informes .....	10
<b>2. Marco legal .....</b>	<b>12</b>
2.1. El Convenio de Ginebra y sus protocolos .....	12
2.2. Los Protocolos de Aarhus .....	12
2.3. El Convenio de Estocolmo .....	12
2.4. El Reglamento 850/2004 de la Unión Europea .....	14
2.5. El Reglamento REACH .....	14
<b>3. Informes y estudios en la población general .....</b>	<b>15</b>
3.1. Introducción .....	15
3.2. Informes en poblaciones generales .....	17
3.3. Estudios en poblaciones generales.....	34
<b>4. Estudios <i>ad hoc</i> en poblaciones no generales .....</b>	<b>55</b>
4.1. Introducción .....	55
4.2. Grupos de investigación nacionales.....	55
4.3. Grupos de investigación internacionales .....	57
<b>5. Informes y estudios en leche materna .....</b>	<b>64</b>
5.1. Introducción .....	64
5.2. Informes y estudios en leche materna .....	64
<b>6. Referencias bibliográficas .....</b>	<b>68</b>
<b>7. Unidades de medida y conversiones.....</b>	<b>73</b>

---

## **Agradecimientos**

Este trabajo ha sido financiado parcialmente por las instituciones en las que trabajan los/as autores, así como mediante ayudas económicas del Ministerio de Medio Ambiente (MMA) al Encuentro de Trabajo para el que sirve como Documento-base, y a la Unidad de Epidemiología Clínica y Molecular del Cáncer del IMIM, como parte del apoyo del MMA a los Grupos de Trabajo que actualmente elaboran el Plan Nacional de Aplicación del Convenio de Estocolmo.

Los/as autores agradecen asimismo el apoyo científico y político al Encuentro de Trabajo de las Instituciones Colaboradoras que constan al final del documento.

## **Advertencia**

Las opiniones contenidas en este trabajo son de la exclusiva responsabilidad de sus autores y no representan necesariamente las de las instituciones para las que trabajan, las opiniones del MMA o las de las Instituciones Colaboradoras.

## **Invitación**

Por diversas razones, este documento tiene limitaciones, no es exhaustivo, y puede contener errores –esperamos que menores. Los/as autores agradecerán una lectura crítica constructiva, con el fin de que los documentos subsiguientes superen las carencias de éste. Los/as autores tienen la confianza de que los comentarios críticos al documento podrán efectuarse con holgura durante el Encuentro de Trabajo. Invitamos asimismo a que se nos remitan comentarios con posterioridad al mismo; pueden igualmente dirigirse a cualquiera de los/as autores. Confiamos especialmente en contar con el análisis y la reflexión que sobre la situación de los CTPs se está haciendo en muchas Comunidades Autónomas y ciudades del estado, así como en los organismos de la Administración central, en diversas organizaciones sociales y en la Universidad.

---

## **Cita sugerida**

Este trabajo puede citarse como:

Porta M, Puigdomènech E, Selva J, Llop S, Ribas-Fitó N, Ballester F. *Informes y estudios sobre concentraciones de compuestos tóxicos persistentes en la población general. La experiencia internacional*. 1ª edición. Barcelona: Instituto Municipal de Investigación Médica, 2005.

## 0. PRESENTACIÓN

Para referirse a determinadas sustancias o compuestos tóxicos persistentes (CTPs) algunas organizaciones y científicos utilizan la expresión ‘Compuestos (o a veces, Contaminantes) Orgánicos Persistentes’ (COPs) (en inglés, POPs, por ‘Persistent Organic Pollutants’); ello no es incorrecto, aunque a nuestro juicio ‘CTPs’ tiene más ventajas que ‘COPs’. ‘CTPs’ también es el término utilizado por diversas organizaciones y programas, como por ejemplo el “Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances” del Programa Ambiental de las Naciones Unidas (UNEP, 2003). En este trabajo prácticamente nunca hablaremos de COPs si no es en el contexto del Convenio de Estocolmo o de algún otro documento legal que explícitamente se refiera a COPs.<sup>1</sup>

Cuestiones terminológicas aparte, conviene recordar que muchos COPs son CTPs, pero no a la inversa. En particular, son CTPs los 12 COPs inicialmente incluidos en el Convenio de Estocolmo (tabla 1): aldrina, dieldrina, endrina, mirex, toxafeno, clordano, heptacloro, hexaclorobenceno (HCB), DDT, dioxinas, furanos y bifenilos policlorados (PCBs).

Además, también son CTPs algunos otros agentes químicos ambientales (AQAs). Más adelante ofrecemos abundantes ejemplos de unos y otros tipos de sustancias.

**Tabla 1. Compuestos incluidos en el Convenio de Estocolmo y en el Reglamento 850/2004 de la Unión Europea\***

Convenio de Estocolmo			Reglamento 850/2004	
Anexo A: Eliminación	Anexo B: Restricción	Anexo C: Reducción de emisiones	Sustancias prohibidas	Sustancias sujetas a reducción de emisiones
Aldrina Dieldrina Endrina Clordano Heptacloro Hexaclorobenceno Mirex Toxafeno PCBs	DDT	Dioxinas Furanos	Aldrina Dieldrina Endrina Clordano Heptacloro Hexaclorobenceno Mirex Toxafeno PCBs DDT Clordecona Hexabromobifenilos Hexaclorociclohexanos	Dioxinas Furanos HAPs** Hexaclorobenceno

\*Ver bibliografía de *Gaceta Sanitaria* 2002; Porta & Zumeta 2002; Rogan & Chen 2005.

\*\*Hidrocarburos aromáticos policíclicos.

<sup>1</sup> Los autores son conscientes de que en castellano los acrónimos no suelen llevar una ‘s’ al final. Sin embargo, la ‘s’ final también es aceptable y a nuestro juicio transmite mejor el sentido plural.

La contaminación de la población general por COPs, otros CTPs y otros agentes químicos ambientales (AQAs) es un hecho relevante para la salud pública y para el conjunto del sistema de salud. Valorar las razones y las implicaciones de esta afirmación *no* es uno de los objetivos fundamentales de nuestro Encuentro ni de éste, su 'Documento-base'. Por lo menos, no lo es explícitamente; aunque sí, por supuesto: esas razones e implicaciones son fundamentales para el Encuentro y el Documento.

En muchos países, incluida España, aún es muy limitada y fragmentaria la información sobre las concentraciones de CTPs en la comunidad, y no existen estudios periódicos con representatividad poblacional (Porta et al. 2002, 2003). En el caso de España, este año se ha publicado el primer estudio en una muestra representativa de la población general de una Comunidad Autónoma, la de Canarias (Zumbado et al. 2005) (ver apartado 3.2.5).

Por otra parte, también como muchos otros países en todo el mundo, España está en proceso de redacción del Plan Nacional de Aplicación del Tratado sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes (Convenio de Estocolmo) (ver [www.mma.es/calid\\_amb/pops](http://www.mma.es/calid_amb/pops)).

El artículo 1 del Convenio reza: "Objetivo: Teniendo presente el criterio de precaución consagrado en el principio 15 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, el objetivo del presente Convenio es proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los contaminantes orgánicos persistentes".

Su artículo 11 ("Investigación, desarrollo y vigilancia") establece la necesidad de que los firmantes del tratado alienten y efectúen actividades de investigación, vigilancia y cooperación respecto de los COPs (...), incluida la vigilancia de sus niveles o concentraciones –y de las correspondientes tendencias temporales– en las personas y en el medio ambiente (Art. 11.1.b).

Por tanto, entre las obligaciones que conlleva la entrada en vigor del Convenio de Estocolmo se encuentra la organización de sistemas de vigilancia sobre las concentraciones de COPs en la población general. Entendemos que actualmente una componente importante de tales sistemas son los informes y estudios que constituyen el objeto de este Documento-base. No obstante, en la Unión Europea existen también otras alternativas e iniciativas, que serán comentadas durante el Encuentro.

La entrada en vigor del Convenio de Estocolmo es un motivo suficiente para desarrollar y fortalecer programas de biomonitorización y vigilancia de los niveles de COPs en personas, alimentos y medio ambiente. Pero en realidad, como todos sabemos, sólo es un motivo más: las razones de tales programas y sistemas han existido desde hace décadas.

## Objetivos

Los principales objetivos de este Documento-base son dos:

- 1) resumir la experiencia existente en España, EEUU, Alemania, Nueva Zelanda, Flandes y otros países sobre informes y estudios sobre concentraciones de CTPs en la población general (ver en especial los apartados 3.2 y 3.3); y
- 2) presentar algunas de las principales características y hallazgos de los otros tipos de estudios realizados *ad hoc* sobre concentraciones de CTPs en otros tipos de poblaciones (resumidos en el apartado 4 de este documento).

En consonancia con el Programa del Encuentro, este Documento-base debería ayudar a analizar especialmente tres tipos de cuestiones:

- 1) cuáles son las principales razones, propósitos y usos de los informes y estudios;
- 2) qué compuestos es prioritario analizar y de qué modo; y
- 3) en qué grupos o poblaciones humanas es más conveniente estudiarlos.

El documento no pretende en absoluto hacer una revisión exhaustiva de todos los estudios existentes sobre niveles o concentraciones de CTPs. Todavía pretende menos revisar los estudios sobre los efectos de los CTPs en la salud humana y en el medio ambiente.

El documento se centra en los informes generales basados en muestras representativas de la población general publicados por organismos oficiales. Se han excluido deliberadamente los estudios etiológicos y, por ende, los numerosos estudios sobre los *efectos* de los CTPs. Tampoco se han incluido estudios en 'subpoblaciones' o en poblaciones específicas; por ejemplo, poblaciones laborales o con exposición a CTPs predominantemente laboral. Se han excluido asimismo los estudios realizados después de accidentes y 'catástrofes' relacionadas con AQAs (pueden verse las revisiones de Porta y Castaño-Vinyals, 2003 y 2004). Igualmente por razones de espacio, tampoco se abordan aquí otras cuestiones sanitarias, logísticas, éticas, políticas, tecnológicas, económicas y culturales que, sin embargo, indudablemente, es necesario valorar antes de emprender estudios sobre exposición humana a CTPs y otros AQAs; entre estas cuestiones se encuentra el análisis de los factores que facilitan o entorpecen la realización de los estudios aquí propuestos, factores tales como las alianzas entre las organizaciones y agentes sociales, las autoridades (sanitarias, laborales, ambientales, económicas) y la comunidad científica.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Como se ha señalado anteriormente, este documento tiene diversas limitaciones y puede contener algunas omisiones y errores menores. Los autores encarecen una lectura crítica constructiva, con el fin de que los documentos subsiguientes superen las carencias de éste.

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. INTRODUCCIÓN GENERAL

La contaminación por agentes químicos ambientales (AQAs) es un problema importante para todas las naciones del mundo. Como es sabido, desde la Revolución Industrial la humanidad ha producido un número cada vez mayor de compuestos químicos –en principio, para aumentar nuestra calidad de vida, satisfacer las “necesidades económicas” y, en fin, como un proceso inherente a nuestro modelo de sociedad (García E, 2004). El crecimiento urbano e industrial ha tenido como consecuencia la emisión de grandes cantidades de productos residuales potencialmente o demostradamente peligrosos para las ‘personas humanas’, para los otros seres vivos y para el conjunto del medio ambiente del que unos y otros formamos parte. Al hablar del desarrollo industrial, la población tiende a pensar en ‘progreso’, en mayor poder adquisitivo... pero es cierto también que el modelo de desarrollo imperante ha comportado una fuerte prevalencia de compuestos tóxicos. Muchos de estos compuestos permanecen en el medio ambiente y perjudican a las formas vivas durante décadas. Los productos en los que el Encuentro de Trabajo y éste, su Documento-base se centran son aquellos que más persisten en el medio ambiente, de difícil degradación y con repercusiones en la salud de los seres vivos. Por supuesto, algunos CTPs quedan retenidos en otros compartimentos ambientales (aire, agua y suelo) y en la ‘cadena alimentaria’.

Ante este –¿bien conocido?– panorama, ¿cuáles son las auténticas necesidades de información?. En realidad, lógicamente, la primera de las dos preguntas es ‘previa’: ¿cuán satisfechos estamos o están de lo que ya sabemos sobre los CTPs en nuestra comunidad? ¿cuán válida, fiable, creíble, sistemática, exhaustiva, impresionística, cualitativa o puramente decorativa y ‘política’ es la información disponible? ¿cuán reales o cuán retóricos son los deseos de conocer la situación?... Creemos que estas preguntas son pertinentes no sólo para las instancias políticas, si no también para amplias capas y sectores de la sociedad: ¿cuál es en cada caso el peso relativo del “tenemos derecho a saber” y del “preferimos no saberlo”...?

Nos preguntamos, en definitiva, cuán compartidas son en cada administración, organización o sector social opiniones como las siguientes: “El desequilibrio existente entre la abundancia de indicadores poblacionales socioeconómicos y la ausencia de indicadores poblacionales acerca de los efectos que los factores ambientales tienen en la salud humana es impropio de una sociedad postindustrial. Impide realizar tareas elementales, como monitorizar la salud de la población. Impide también efectuar valoraciones racionales y tomar decisiones científicamente justificadas ante crisis motivadas por accidentes, brotes epidémicos y otras circunstancias socialmente alarmantes” (Gaceta Sanitaria 2002, El País 2002).

Como veremos a continuación, y sin duda también durante el Encuentro, incluso entre los expertos existe una notable diversidad en la percepción de las necesidades de información sobre CTPs, en las creencias sobre la eficiencia relativa de los distintos sistemas de información y, por tanto, en los programas de vigilancia y control sobre CTPs que están operativos. Como parte y consecuencia de ello encontramos el hecho de que en muchos países y regiones no se han determinado las concentraciones de los CTPs en la población general sana: hasta la fecha sólo hemos encontrado ocho informes que lo analizan. La mayoría de estudios sobre CTPs abarca un número pequeño de compuestos y se hacen en subpoblaciones o en colectivos escasa o nulamente representativos de la población general, como también veremos.



## ¿Vigilancia de los niveles o investigación sobre los efectos?

Hemos considerado importante centrar el Encuentro casi exclusivamente en las tareas de vigilancia y monitorización de la exposición humana a COPs, otros CTPs y otros AQAs. Estas tareas son una obligación de las autoridades de salud pública y ambientales (Ballester 2005).

Aunque los sistemas de vigilancia sobre los niveles de CTPs guardan una relación teórica obvia con los estudios de investigación sobre los efectos de los CTPs en humanos, vigilancia e investigación son diferentes y deben diferenciarse:

### **1. Vigilancia / monitorización de las concentraciones en humanos**

≠

### **2. Investigación sobre los efectos en humanos**

Entre otras razones lógicas, legales y logísticas, deben diferenciarse porque mientras que la

**Vigilancia / monitorización de las concentraciones en humanos  
puede (y debe) ser poblacional  
(debe y puede tener representatividad poblacional)**

y requiere, por tanto, de

**encuestas periódicas  
en muestras representativas  
de la población general sana**

o de otros sistemas análogos,

**La investigación  
sobre los efectos en humanos  
rara vez puede o debe tener  
representatividad poblacional**

y prácticamente siempre se organiza mediante

**estudios *ad hoc* de investigación.**

## 1.2. POSIBLES PROPÓSITOS Y USOS DE LOS INFORMES

Nuestra propuesta para la discusión es la siguiente\*:

---

### Informes sobre Exposición Humana a Compuestos Tóxicos Persistentes

#### Propósito y usos

---

#### Propósito general

Proporcionar a la ciudadanía, a los agentes sociales, a las autoridades (sanitarias, ambientales, laborales, económicas...) y a los expertos **información válida sobre las concentraciones<sup>3</sup> de compuestos orgánicos persistentes (COPs), otros compuestos tóxicos persistentes (CTPs) y otros agentes químicos ambientales (AQAs) en una muestra representativa de la población general, con el propósito de ayudar a prevenir trastornos de salud** provocados por la exposición a tales agentes.

#### Usos concretos del Informe

- Conocer las **concentraciones corporales** de determinados COPs, otros CTPs y otros AQAs en el conjunto de la población general.
- Establecer **valores de referencia** poblacionales de los principales compuestos.
- Analizar específicamente dichas concentraciones en **subgrupos de la población** general, como las/os niñas/os, las personas mayores, las mujeres en edad fértil y las madres lactantes, y otros grupos potencialmente vulnerables.<sup>4</sup>
- Establecer las actuales **vías de exposición y entrada** en el organismo de dichos agentes, identificando en particular los productos alimentarios responsables.
- Valorar la **efectividad de los programas** (seguridad alimentaria, plaguicidas, instalaciones industriales) **para reducir la exposición** de los ciudadanos a los CTPs.
- Desarrollar **experiencias, modelos, estrategias y políticas** para prevenir y reducir la exposición a CTPs.
- Hacer un **seguimiento** de la evolución a lo largo del tiempo de la exposición de la población a AQAs, comparando distintas zonas geográficas.
- Establecer **prioridades de investigación** sobre los efectos que los AQAs tienen en la salud humana y sobre la gestión de tales riesgos.

---

\*Modificado de: National Center for Environmental Health, Second National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals (disponible en: [www.cdc.gov/exposurereport](http://www.cdc.gov/exposurereport))

Fuente: *Gaceta Sanitaria* 2002; 16 (3): 257-266 (disponible en: [www.doyma.es/gs](http://www.doyma.es/gs)).

---

<sup>3</sup> A los efectos de este documento, los términos ‘concentraciones’, ‘niveles’ y ‘dosis internas’ [de los compuestos o sustancias] pueden considerarse sinónimos.

<sup>4</sup> ¿Población general o subgrupos? Al final de la página siguiente abordamos brevemente esta pregunta.

**Y por cierto...**

### **¿Qué es una “población general”?**

La “población general” es el conjunto de los habitantes de una región geográfica definida; por ejemplo, la población general de Oviedo, de Menorca, de España, de la Unión Europea, etc.

La población general es, pues, “toda la población”. No obstante, en salud pública (y en las otras ciencias sociales) el concepto de “población general” a menudo excluye a la “población institucionalizada”, es decir, la ingresada en alguna institución (sanitaria o de otra índole).

Como veremos a continuación, los informes alemanes y norteamericanos sobre CTPs incluyen a “toda la población”, mientras que los realizados en Nueva Zelanda se restringen a población no expuesta laboralmente, y los informes norteamericanos han excluido por el momento a algunas minorías étnicas, aunque sí presentan resultados desagregados para los tres grupos más numerosos.

Por supuesto, es correcto –y habitual– analizar características de la población general comprendida entre determinadas edades; por ejemplo, niveles de CTPs en la población general mayor de 12 años.

Como en todo estudio, encuesta o “sondeo” que pretenda hacer inferencias al conjunto de una población, lo fundamental es que la selección de las personas que participan en el estudio se haga mediante métodos que eviten sesgos de selección y de información.

Algunas pinceladas más:

- La población general es el conjunto de personas mayor posible en un lugar administrativamente delimitado (país, región, provincia), sin exclusiones. El máximo denominador definido en términos geográficos, sin más (Bellido, 2005, comunicación personal).
- “A *general population* refers to the people who inhabit some given area, usually defined in terms of political or geographic boundaries. The area may be quite small in size and population, for example, a village of a hundred people, or quite large, that is, a nation of millions of people” (Johnston, 2000).
- “A human population defined only on the basis of geographical location, as in a country, county, city, etc.” (du V. Florey, 2005, comunicación personal).
- “All the inhabitants of a given country or area considered together (...).” (Last, 2001).

### **Entonces: ¿población general o subgrupos?**

Evidentemente, ambos análisis son necesarios y –en principio– posibles. Pero sólo son ambos posibles si se parte de un estudio realizado mediante una muestra representativa de la población general: ésta permite el análisis de subgrupos de población (mujeres, niños...) si su tamaño es grande, es decir, si el muestreo (o los sobremuestreos) ha(n) incluido un número alto de personas de los subgrupos de interés (Needham et al. 2005). Lo inverso no funciona: a partir de estudios de algunos subgrupos no se puede generalizar al conjunto de la población.

En España, de momento los estudios sobre concentraciones de CTPs en personas con una buena representatividad poblacional han sido extraordinariamente escasos. La inmensa mayoría de estudios se han realizado en “muestras de conveniencia” o con criterios de selección poco rigurosos (ver tabla 14 en el apartado 3.3).

## 2. MARCO LEGAL

La Unión Europea (UE) ha fomentado la creación de instrumentos legislativos que regulan el uso, transporte, almacenamiento, prohibición, restricción, comercialización y demás actividades relacionadas con los CTPs. El resumen de estos instrumentos que sigue no es de ningún modo exhaustivo; tan sólo aspira a mostrar los referentes legales más significativos.

### 2.1. EL CONVENIO DE GINEBRA Y SUS PROTOCOLOS

El Convenio de Ginebra sobre Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia (*Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution*, CLRTAP), adoptado en 1979 y en vigor desde 1983, fue ratificado por España en 1982. Desde la entrada en vigor del Convenio España ha ratificado cuatro de los ocho Protocolos del mismo: Protocolo EMEP (1984), Protocolo de óxidos de nitrógeno (1988), Protocolo de compuestos orgánicos volátiles (1991), Protocolo de reducciones adicionales de óxidos de azufre (1994) y Protocolo para la disminución de la acidificación, la eutrofización y el ozono troposférico (1999).

### 2.2. LOS PROTOCOLOS DE AARHUS

Derivados del anterior, los Protocolos sobre metales pesados y Compuestos Orgánicos Persistentes (1998), elaborados el 25 junio de 1998 en la ciudad de Aarhus (Dinamarca) fueron ratificados en España el 29 de diciembre de 2004. Estos documentos tratan sobre el acceso a la información, la participación del público y la justicia en asuntos ambientales. Garantizan al público los derechos de: disposición de información sobre el medio ambiente, toma de decisiones, y el acceso a la justicia en materia ambiental.

El objetivo del Protocolo sobre COPs es la prevención de los efectos adversos sobre la salud humana o el ambiente de una serie de compuestos (básicamente las que aparecen en el listado del Reglamento 850/2004). Siguiendo este objetivo se creó un grupo de trabajo en mayo de 2001 que ha llevado a cabo una evaluación del riesgo para la salud de dicha contaminación (WHO, 2003).

### 2.3. EL CONVENIO DE ESTOCOLMO

El objetivo del Convenio es el de proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los COPs que muestra la tabla 1. Con esta finalidad, cada 'parte':

- Prohibirá y/o adaptará las medidas jurídicas y administrativas necesarias para eliminar los productos organoclorados del anexo A (aldrina, clordano, dieldrina, endrina, heptacloro, HCB, mirex, toxafeno, PCBs).
- Restringirá la producción y utilización de los productos organoclorados del anexo B: DDT.
- Fomentará la utilización de mejores tecnologías y prácticas disponibles a efectos de reducir las emisiones no intencionales de COPs (dioxinas y furanos, básicamente).
- Adoptará las medidas necesarias para reducir o eliminar la emisión de COPs derivadas del manejo de plaguicidas obsoletos o residuos sólidos, así como la de otros compuestos químicos que posean las características de los COPs.
- Aplicará criterios y procedimientos técnicos para incluir nuevos compuestos a la lista original.
- Fomentará mecanismos de asistencia técnica y financiera para asistir a los países en vías de desarrollo a implementar las obligaciones del Convenio.

Otras características del Convenio están explicadas en la tabla 5 del artículo de *Gaceta Sanitaria* 2002.

Es importante subrayar –tanto desde el punto de vista de la investigación científica como desde una perspectiva de la salud pública– lo recogido en el artículo 11.1.b: *“las Partes alentarán y/o efectuarán las actividades de investigación, desarrollo, vigilancia y cooperación adecuadas respecto de los Compuestos Orgánicos Persistentes y su presencia, niveles y tendencias en las personas y en el medio ambiente”*.

Por este motivo es importante destinar esfuerzos económicos y logísticos para fomentar la investigación y la vigilancia en este terreno tan desconocido.

España ratificó el Convenio de Estocolmo el 28 de mayo de 2004 y, como hemos señalado anteriormente, actualmente se está redactando el Plan Nacional de Aplicación. El Convenio ha sido firmado por más de 150 países y ratificado por los gobiernos de al menos 98 naciones. Rusia, Bélgica, Irlanda y Estados Unidos, entre otros, aún no lo han ratificado.

En los próximos meses se evaluará la incorporación de cuatro sustancias sugeridas en la última conferencia de los miembros de la Convención de Estocolmo (celebrada el 14 de mayo de 2005 en Punta del Este, Uruguay). Estas sustancias son: pentabromobifenilos, hexabromobifenilos, lindano y otros hexaclorociclohexanos (HCHs) y clordecona.

Ver: [www.pops.int](http://www.pops.int) y [www.mma.es/calid\\_amb/pops](http://www.mma.es/calid_amb/pops)

**STOCKHOLM CONVENTION  
ON PERSISTENT ORGANIC  
POLLUTANTS (POPs)**

[Meetings](#)   [Implementation](#)   [Guidance](#)   [Background](#)   [UNEP POPs Programme](#)

**First meeting of the Persistent Organic Pollutants Review Committee (POPRC)  
Geneva, 7-11 November 2005**

The first meeting of the Committee will be held in the Geneva International Conference Centre, 15 rue de Varembé in Geneva, Switzerland and will be opened at 10.00 on Monday 7 November 2005. The meetings of the Committee are open to observers. For security and logistical reasons, observers who intend to attend the first meeting of the Committee should register in advance, using the registration form. **Deadline for registration is 3 October 2005.**

📎 [Registration form](#) 

📎 [Practical information for delegates](#)

📎 [Meeting documents:](#) [Arabic](#); [Chinese](#); [English](#); [French](#); [Russian](#); [Spanish](#)

📎 [Other relevant documents:](#)

- [List of nominated experts for the POPs Review Committee](#) 
- [UNEP/POPS/COP.1/31- Decision SC-1/7: Establishment of the Persistent Organic Pollutants Review Committee](#) 
- [UNEP/POPS/COP.1/1- Decision SC-1/1: Rules of procedure for the Conference of the Parties](#) 

## 2.4. EL REGLAMENTO 850/2004 DE LA UNIÓN EUROPEA

El objetivo de este reglamento promovido por la Unión Europea (UE) es, en primer lugar, proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los productos orgánicos persistentes, suprimiendo progresivamente o restringiendo la producción, comercialización y uso de las sustancias sujetas, por una parte, al Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes (COPs) o, por otra, al Protocolo de 1998 sobre COPs del Convenio de Ginebra 1979 sobre la contaminación atmosférica transfronteriza. En segundo lugar, reducir la emisión de dichas sustancias con vistas a eliminarlas lo antes posible y establecer disposiciones relativas a los residuos de cualquiera de ellas.

*Sustancias sujetas a prohibiciones:* aldrina, dieldrina, endrina, clordano, heptacloruro, hexaclorobenceno (HCB), mirex, toxafeno, bifenilos policlorados (PCBs), DDT, clordecona, hexabromobifenilos, hexaclorociclohexanos (HCHs, incluido el  $\gamma$ -hexaclorociclohexano, o lindano).

*Sustancias sujetas a reducciones de emisiones:* dioxinas, furanos, hexaclorobenceno, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs).

Por comodidad, a continuación repetimos la tabla 1.

**Tabla 1. Compuestos incluidos en el Convenio de Estocolmo y en el Reglamento 850/2004 de la Unión Europea.**

Convenio de Estocolmo			Reglamento 850/2004	
Anexo A: Eliminación	Anexo B: Restricción	Anexo C: Reducción de emisiones	Sustancias prohibidas	Sustancias sujetas a reducción de emisiones
Aldrina Dieldrina Endrina Clordano Heptacloro Hexaclorobenceno Mirex Toxafeno PCBs	DDT	Dioxinas Furanos	Aldrina Dieldrina Endrina Clordano Heptacloro Hexaclorobenceno Mirex Toxafeno PCBs DDT Clordecona Hexabromobifenilos Hexaclorociclohexanos	Dioxinas Furanos HAPs* Hexaclorobenceno

\*Hidrocarburos aromáticos policíclicos

## 2.5. EL REGLAMENTO REACH

El 29 de octubre de 2003 la Comisión Europea propuso establecer un marco reglamentario de la UE para las sustancias químicas. Este nuevo sistema propuesto, denominado REACH (*Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals*), obliga a las empresas que fabrican o importan más de una tonelada anual de una sustancia química a registrarla en una base de datos central. Gracias a este registro las autoridades competentes podrían evaluar cualquier sustancia sospechosa de afectar a la salud humana y al medio ambiente. Además, las sustancias susceptibles de gran preocupación deberían ser autorizadas por la Comisión para usos especiales. El sistema REACH también prevé incentivos para la investigación de nuevos usos para las sustancias químicas.

### 3.1. INTRODUCCIÓN

Aunque la diferencia entre un 'informe' y un 'estudio' no es casi nunca tajante, y aunque –por supuesto– todos los informes aquí analizados se basan directamente en estudios con una sólida base empírica, hemos considerado interesante la distinción para subrayar el mayor alcance de los informes poblacionales generales, en contraposición con los estudios realizados *ad hoc*, aunque éstos últimos se hayan efectuado también en poblaciones generales.

En efecto, los informes en poblaciones generales:

- analizan poblaciones más amplias que los estudios y a menudo se basan en muestras representativas de una región o país;
- generalmente analizan un abanico más amplio de compuestos o sustancias;
- a menudo han sido promovidos y apoyados activamente por organismos gubernamentales;
- se publican primero por los organismos oficiales (a menudo, *como* publicaciones oficiales), y posteriormente suelen dar lugar a artículos científicos en revistas académicas.

Las tres primeras características son especialmente importantes por cuanto:

- a) los informes generan resultados con mayor validez externa (grado de generalizabilidad) y relevancia (científica, sanitaria, ambiental y social); y
- b) los resultados de los informes tienen más 'fuerza' para ser utilizados en las políticas ambientales, sanitarias, industriales o económicas.

Aunque no es momento de abundar en ello en esta parte inicial del documento, en el párrafo anterior por 'fuerza' entendemos una cierta combinación de validez científica, relevancia (de nuevo: científica, sanitaria, ambiental y social), legitimidad, y oportunidad o potencialidad política. Conseguir hacer un informe es ya un logro político y social (además de científico). Disponer de sus resultados abre cauces para la concienciación y para la intervención.

Como veremos inmediatamente, el número de estados, naciones y regiones que vienen realizando informes en la población general sana es todavía reducido. A continuación se presenta una breve descripción de cada uno de ellos, realizados, respectivamente, en Estados Unidos (EEUU), Alemania, Flandes, Nueva Zelanda, en la Comunidad Autónoma de Canarias y en la región Ártica. La tabla 2 ofrece una primera visión panorámica de todos ellos.

**Tabla 2. Características principales de los informes más importantes sobre concentraciones de CTPs en la población general**

Primer autor (año de la publicación)	Lugar	Año <sup>a</sup>	Muestra biológica (cantidad)	Población	Número de personas estudiadas <sup>b</sup>	Relacionado con Encuesta de Salud <sup>c</sup>	Métodos analíticos
CDC (2001)	EEUU	1999	Sangre, orina	Población general EEUU >1 año edad	5325	Sí	NE
CDC (2003)	EEUU	2000	Sangre, orina	Población general EEUU >1 año edad	7970	Sí	NE
CDC (2005)	EEUU	2002	Sangre, orina	Población general EEUU >1 año edad	8945	Sí	NE
Becker et al. (2002)	Alemania	1998	Sangre, orina	Población general alemana >18 años	4822	Sí	AAS CG-DCE HPLC
Bates et al. (2004)	Nueva Zelanda	2001	Sangre	Población general neozelandesa >15 años	1834	No	CG-EM
Koppen et al. (2002)	Flandes (Bélgica)	1999	Sangre (40 ml)	Mujeres de 50 - 65 años	200	No	CG-DCE
Staessen et al. (2001)	Flandes (Bélgica)	1999	Sangre (50 ml), orina (200 ml)	Adolescentes de 17 años	200 (120 chicas y 80 chicos)	No	NE
Hansen et al. (1998)	Ártico	1996	Sangre, orina, tejido adiposo	Población general inuit ártica		No	NE
Zumbado et al. (2005)	Canarias (España)	1998	Sangre (40 ml)	Población general canaria	682	Sí	CG-DCE

<sup>a</sup> Se refiere al año de realización del estudio.

<sup>b</sup> Se refiere a la población mayoritaria o a la cifra más alta; el número puede ser menor para algunos compuestos o períodos.

<sup>c</sup> El estudio de CTPs está relacionado o no con algún tipo de Encuesta de Salud.

CDC = Centers for Disease Control and Prevention (Atlanta, EEUU).

CG-DCE = Cromatografía de gases con detección por captura de gases.

CG-EM = Cromatografía de gases con espectrometría de masa.

AAS = Espectrometría de absorción atómica.

HPLC = Cromatografía líquida de alta resolución.

NE = No especificado.



## 3.2. INFORMES EN POBLACIONES GENERALES

### 3.2.1. Los Informes Nacionales sobre Exposición Humana a Agentes Químicos Ambientales de EEUU (*National Reports on Human Exposure to Environmental Chemicals*)

Hasta la fecha se han dado a conocer tres informes realizados en EEUU por los 'Centers for Disease Control and Prevention' (CDC), que coordinan los "Informes sobre Exposición Humana a Agentes Químicos Ambientales" sobre la exposición de la población estadounidense a ciertos compuestos químicos utilizando la biomonitorización. Estos informes se añaden a un amplio conjunto de otros informes y estudios realizados en EEUU en décadas recientes; por ejemplo, la serie de los 'National Health and Nutrition Examination Survey' (NHANES I, II y III). En muchos casos estos estudios –inicialmente, 'transversales'– han dado lugar a estudios de seguimiento.

Parte de los datos contenidos en los informes que comentamos en este apartado se basan en los NHANES.

El propósito de cada informe es ofrecer a científicos, médicos y responsables de salud pública información útil para la prevención de las enfermedades originadas por la exposición a los contaminantes ambientales. Los datos ofrecidos por estos informes pueden ser utilizados por dichos responsables para:

- Precisar qué productos químicos están presentes en la población estadounidense y sus niveles de concentración.
- Para cada compuesto químico cuyo nivel de toxicidad sea conocido, determinar su prevalencia en aquella población que presente niveles superiores.
- Establecer rangos de referencia para que los científicos y médicos puedan analizar si una persona o un grupo de personas tienen un nivel de exposición elevado.
- Conocer la efectividad del esfuerzo de los responsables de la salud pública para reducir la exposición de los ciudadanos estadounidenses a contaminantes químicos específicos.
- Determinar si los niveles de exposición son mayores en niños, personas mayores, madres lactantes u otros grupos especialmente vulnerables.
- Realizar un seguimiento en el tiempo de la tendencia de los niveles de exposición en la población.
- Decidir prioridades en la investigación de efectos en la salud humana.

Existen hasta la fecha tres informes:

– El primer informe (*First National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals*, NRHEEC) contiene información acerca de la presencia en sangre u orina de plomo, mercurio, cadmio y otros metales, algunos metabolitos de dialquilfosfato, 6 metabolitos representativos de 28 plaguicidas organofosforados, cotinina y ftalatos.

– El Segundo informe (*Second NRHEEC*) incluye información de todos estos primeros 27 productos químicos más 89 (total 116), entre los que destacan: 14 hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), 18 dioxinas, furanos y bifenilos policlorados (PCBs) coplanares, otros 22 PCBs, 6 fitoestrógenos, 10 plaguicidas organofosforados, 13 plaguicidas organoclorados, 3 plaguicidas carbamados, 5 herbicidas, 4 repelentes y desinfectantes. El número total de participantes en el *Second NRHEEC* fue de 7970. Disponible en: [www.cdc.gov/exposurereport](http://www.cdc.gov/exposurereport).

– El tercer informe (*Third NRHEEC*), recientemente publicado, (21 julio 2005), cuenta con los mismos grupos de compuestos analizados en el informe anterior pero aumenta su número hasta 148. También incrementa la cifra de participantes (8495) de quienes se obtienen muestras en sangre u orina. Disponible en: [www.cdc.gov/exposurereport/3rd/default.htm](http://www.cdc.gov/exposurereport/3rd/default.htm).

Además, los “Informes sobre Exposición Humana a Agentes Químicos Ambientales” presentan la información según la edad, el sexo y la etnia (americanos de origen mejicano, afroamericanos no hispanos y blancos no hispanos).

Las siguientes son tablas típicas del *Second NRHEEC*.

**Table 155. Beta-hexachlorocyclohexane (lipid adjusted)**

Geometric mean and selected percentiles of serum concentrations (nanograms/gram [ng/g] of lipid or parts-per-billion on a lipid weight basis) for the U.S. population aged 12 years and older, National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2000.

	Geometric mean (95% conf. Interval)	Selected percentiles (95% confidence interval)						Sample size
		10th	25th	50th	75th	90th	95th	
<b>Total, age 12 and older</b>	15.0 (<LOD-16.1)	< LOD	< LOD	< LOD	30.1 (26.9-33.3)	69.3 (59.3-77.4)	111 (88.2-137)	1893
<b>Age group</b>								
12-19 years	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	17.7 (<LOD-25.1)	653
20 years and older	16.9 (15.7-18.2)	< LOD	< LOD	15.0 (<LOD-16.7)	33.7 (30.3-39.1)	75.9 (68.3-84.6)	119 (101-148)	1240
<b>Gender</b>								
Males	*	< LOD	< LOD	< LOD	22.6 (18.6-26.6)	44.3 (38.0-56.0)	69.7 (57.1-87.2)	901
Females	17.2 (15.8-18.7)	< LOD	< LOD	< LOD	37.3 (31.9-45.0)	86.2 (73.2-110)	139 (110-169)	992
<b>Race/ethnicity</b>								
Mexican Americans	25.9 (21.2-31.6)	< LOD	< LOD	24.1 (18.0-31.6)	58.3 (41.7-78.8)	143 (89.1-210)	216 (148-310)	632
Non-Hispanic blacks	*	< LOD	< LOD	< LOD	15.8 (<LOD-21.0)	46.0 (38.8-55.9)	66.8 (56.9-90.8)	403
Non-Hispanic whites	*	< LOD	< LOD	< LOD	29.4 (26.3-32.2)	58.7 (46.7-70.0)	86.6 (75.9-109)	702

< LOD means less than the limit of detection, which averaged 7.5 ng/g of lipid (SD 2.4, maximum value 14.5).

\* Not calculated. Proportion of results below limit of detection was too high to provide a valid result.

**Table 157. *p,p'*-DDT (lipid adjusted)**

Geometric mean and selected percentiles of serum concentrations (nanograms/gram [ng/g] of lipid or parts-per-billion on a lipid weight basis) for the U.S. population aged 12 years and older, National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2000.

	Geometric mean (95% conf. Interval)	Selected percentiles (95% confidence interval)						Sample size
		10th	25th	50th	75th	90th	95th	
<b>Total, age 12 and older</b>	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	27.0 (<LOD-34.0)	1679
<b>Age group</b>								
12-19 years	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	677
20 years and older	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	29.4 (22.2-37.3)	1002
<b>Gender</b>								
Males	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	24.3 (<LOD-34.1)	799
Females	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	29.1 (22.5-34.0)	880
<b>Race/ethnicity</b>								
Mexican Americans	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	59.7 (28.9-150)	150 (63.4-493)	635
Non-Hispanic blacks	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	25.7 (<LOD-63.9)	356
Non-Hispanic whites	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	564

< LOD means less than the limit of detection, which averaged 10.6 ng/g of lipid (SD 3.4, maximum value 20.7).

\* Not calculated. Proportion of results below limit of detection was too high to provide a valid result.

**Table 158. *p,p'*-DDE (lipid adjusted)**

Geometric mean and selected percentiles of serum concentrations (nanograms/gram [ng/g] of lipid or parts-per-billion on a lipid weight basis) for the U.S. population aged 12 years and older, National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2000.

	Geometric mean (95% conf. Interval)	Selected percentiles (95% confidence interval)						Sample size
		10th	25th	50th	75th	90th	95th	
<b>Total, age 12 and older</b>	260 (234-289)	74.2 (66.1-84.2)	114 (99.8-129)	226 (191-267)	538 (485-609)	1120 (991-1290)	1780 (1520-2230)	1964
<b>Age group</b>								
12-19 years	118 (101-137)	45.9 (34.9-56.6)	69.8 (59.2-80.4)	108 (90.6-132)	185 (141-233)	343 (255-479)	528 (364-644)	686
20 years and older	297 (267-330)	86.0 (75.2-96.7)	130 (115-150)	269 (229-303)	626 (538-697)	1250 (1100-1420)	1990 (1570-2510)	1278
<b>Gender</b>								
Males	249 (221-281)	77.6 (68.6-88.2)	119 (101-133)	222 (182-266)	489 (383-570)	985 (756-1130)	1350 (1190-1610)	937
Females	270 (241-302)	68.9 (55.1-82.5)	112 (96.0-129)	228 (191-286)	604 (516-697)	1320 (1100-1600)	2150 (1650-2750)	1027
<b>Race/ethnicity</b>								
Mexican Americans	674 (572-795)	154 (133-214)	300 (252-370)	623 (505-750)	1350 (1090-1660)	3090 (2100-4610)	4940 (3280-7810)	657
Non-Hispanic blacks	295 (253-344)	62.2 (56.9-80.5)	113 (98.3-128)	203 (164-253)	452 (392-571)	1340 (974-1910)	2160 (1470-4010)	416
Non-Hispanic whites	217 (193-244)	73.0 (63.2-82.2)	107 (94.5-127)	197 (175-238)	459 (372-513)	852 (693-1010)	1220 (1040-1410)	732

Las siguientes son tablas típicas del *Third NRHEEC*.

**Table 238. *p,p'*-DDT (lipid adjusted)**

Geometric mean and selected percentiles of serum concentrations (in ng/g of lipid or parts per billion on a lipid-weight basis) for the U.S. population aged 12 years and older, National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2002.

	Survey years	Geometric mean (95% conf. interval)	Selected percentiles (95% confidence interval)				Sample size
			50th	75th	90th	95th	
<b>Total, age 12 and older</b>	99-00	*	< LOD	< LOD	< LOD	28.0 (21.9-34.0)	1679
	01-02	*	< LOD	< LOD	< LOD	26.5 (22.4-32.7)	2305
<b>Age group</b>							
12-19 years	99-00	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	677
	01-02	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	756
20 years and older	99-00	*	< LOD	< LOD	< LOD	30.5 (23.0-37.3)	1002
	01-02	*	< LOD	< LOD	< LOD	28.1 (23.8-39.0)	1549
<b>Gender</b>							
Males	99-00	*	< LOD	< LOD	< LOD	25.1 (<LOD-39.3)	799
	01-02	*	< LOD	< LOD	< LOD	21.6 (<LOD-25.8)	1073
Females	99-00	*	< LOD	< LOD	< LOD	29.4 (23.0-35.8)	880
	01-02	*	< LOD	< LOD	18.1 (<LOD-21.9)	36.3 (25.5-54.3)	1232
<b>Race/ethnicity</b>							
Mexican Americans	99-00	*	< LOD	< LOD	61.3 (27.0-155)	150 (59.3-590)	635
	01-02	*	< LOD	< LOD	83.1 (33.3-236)	236 (104-541)	566
Non-Hispanic blacks	99-00	*	< LOD	< LOD	22.2 (<LOD-31.5)	31.5 (23.2-65.0)	356
	01-02	*	< LOD	< LOD	22.1 (<LOD-40.9)	40.9 (21.2-95.8)	514
Non-Hispanic whites	99-00	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	564
	01-02	*	< LOD	< LOD	< LOD	17.7 (<LOD-20.7)	1061

< LOD means less than the limit of detection, which may vary for some chemicals by year and by individual sample. See Appendix A for LODs.

\* Not calculated. Proportion of results below limit of detection was too high to provide a valid result.

**Table 240. *p,p'*-DDE (lipid adjusted)**

Geometric mean and selected percentiles of serum concentrations (in ng/g of lipid or parts per billion on a lipid-weight basis) for the U.S. population aged 12 years and older, National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2002.

	Survey years	Geometric mean (95% conf. interval)	Selected percentiles (95% confidence interval)				Sample size
			50th	75th	90th	95th	
<b>Total, age 12 and older</b>	99-00	260 (226-298)	226 (184-278)	537 (476-631)	1150 (976-1350)	1780 (1410-2300)	1964
	01-02	295 (267-327)	250 (227-277)	597 (521-699)	1400 (1210-1500)	2320 (1830-2780)	2298
<b>Age group</b>							
12-19 years	99-00	118 (102-135)	108 (97.7-119)	185 (141-237)	339 (243-479)	528 (339-812)	686
	01-02	124 (106-146)	112 (98.5-138)	213 (172-253)	319 (282-389)	456 (343-722)	758
20 years and older	99-00	297 (256-344)	267 (213-323)	608 (530-693)	1250 (1030-1550)	2020 (1520-2620)	1278
	01-02	338 (303-376)	285 (249-337)	689 (590-798)	1470 (1310-1700)	2550 (1980-3080)	1540
<b>Gender</b>							
Males	99-00	249 (220-283)	222 (182-262)	493 (380-578)	992 (789-1130)	1430 (1080-2160)	937
	01-02	285 (252-323)	245 (222-285)	520 (441-619)	1160 (937-1360)	1900 (1570-2390)	1069
Females	99-00	270 (226-322)	234 (184-302)	601 (490-707)	1350 (1040-1720)	2170 (1570-2810)	1027
	01-02	305 (273-341)	256 (219-297)	704 (567-844)	1480 (1400-1690)	2630 (1940-3300)	1229
<b>Race/ethnicity</b>							
Mexican Americans	99-00	674 (574-792)	623 (545-701)	1350 (1090-1660)	3090 (2040-4950)	4940 (3070-9350)	657
	01-02	652 (569-747)	551 (455-690)	1380 (1050-1950)	4110 (2520-6550)	7030 (3080-15600)	566
Non-Hispanic blacks	99-00	295 (241-362)	251 (199-313)	651 (492-874)	1850 (1040-2220)	2300 (1560-5680)	416
	01-02	324 (262-400)	248 (223-296)	744 (583-999)	1580 (1180-2980)	3260 (1270-6900)	515
Non-Hispanic whites	99-00	217 (189-249)	191 (162-238)	438 (355-507)	825 (647-1010)	1160 (1010-1350)	732
	01-02	253 (226-284)	224 (203-254)	463 (402-558)	1140 (878-1340)	1640 (1410-1940)	1053

**Table 154. Hexachlorobenzene (lipid adjusted)**

Geometric mean and selected percentiles of serum concentrations (nanograms/gram [ng/g] of lipid or parts-per-billion on a lipid weight basis) for the U.S. population aged 12 years and older, National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2000.

	Geometric mean (95% conf. interval)	Selected percentiles (95% confidence interval)						Sample size
		10th	25th	50th	75th	90th	95th	
<b>Total, age 12 and older</b>	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1702
<b>Age group</b>								
12-19 years	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	591
20 years and older	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1111
<b>Gender</b>								
Males	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	807
Females	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	895
<b>Race/ethnicity</b>								
Mexican Americans	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	583
Non-Hispanic blacks	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	350
Non-Hispanic whites	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	636

< LOD means less than the limit of detection, which averaged 60.5 ng/g of lipid (SD 19.3, maximum value 118).

\* Not calculated. Proportion of results below limit of detection was too high to provide a valid result.

**Table 226. Hexachlorobenzene (lipid adjusted)**

Geometric mean and selected percentiles of serum concentrations (in ng/g of lipid or parts per billion on a lipid-weight basis) for the U.S. population aged 12 years and older, National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2002.

	Survey years	Geometric mean (95% conf. interval)	Selected percentiles (95% confidence interval)				Sample size
			50th	75th	90th	95th	
<b>Total, age 12 and older</b>	99-00	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1702
	01-02	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	2277
<b>Age group</b>							
12-19 years	99-00	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	591
	01-02	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	747
20 years and older	99-00	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1111
	01-02	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1530
<b>Gender</b>							
Males	99-00	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	807
	01-02	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1058
Females	99-00	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	895
	01-02	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1219
<b>Race/ethnicity</b>							
Mexican Americans	99-00	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	583
	01-02	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	554
Non-Hispanic blacks	99-00	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	350
	01-02	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	511
Non-Hispanic whites	99-00	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	636
	01-02	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1052

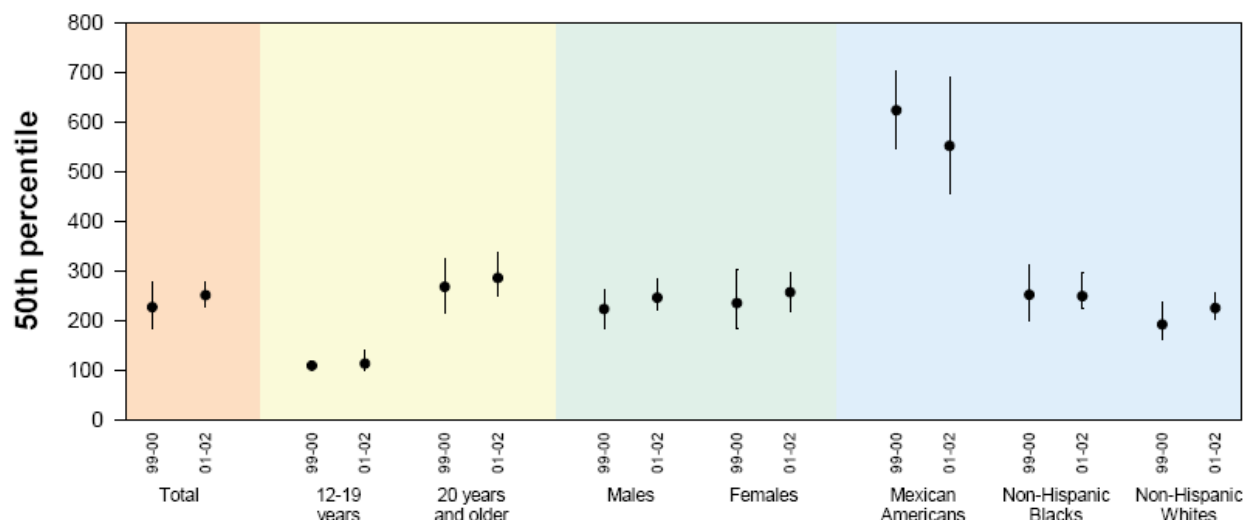
< LOD means less than the limit of detection, which may vary for some chemicals by year and by individual sample. See Appendix A for LODs.

\* Not calculated. Proportion of results below limit of detection was too high to provide a valid result.

También del *Third NRHEEC*:

**Figure 30. *p,p'*-DDE (lipid adjusted)**

Selected percentiles with 95% confidence intervals of serum concentrations (in ng/g of lipid or parts per billion on a lipid-weight basis) for the U.S. population aged 12 years and older, National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2002.



**Table 161. 2,2',4,4',5,5'-Hexachlorobiphenyl (PCB 153) (lipid adjusted)**

Geometric mean and selected percentiles of serum concentrations (in ng/g of lipid or parts per billion on a lipid-weight basis) for the U.S. population aged 12 years and older, National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2002.

	Survey years	Geometric mean (95% conf. interval)	Selected percentiles (95% confidence interval)				Sample size
			50th	75th	90th	95th	
<b>Total, age 12 and older</b>	99-00	*	< LOD	< LOD	77.8 (70.2-87.3)	112 (91.8-130)	1926
	01-02	27.2 (24.7-30.1)	30.1 (26.1-34.1)	57.7 (52.1-63.2)	94.7 (86.5-104)	126 (107-142)	2306
<b>Age group</b>							
	12-19 years						
	99-00	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	668
	01-02	*	< LOD	12.4 (11.1-14.1)	21.2 (17.4-26.7)	30.3 (23.1-64.7)	757
20 years and older	99-00	*	< LOD	< LOD	83.2 (75.9-91.8)	122 (98.7-139)	1258
	01-02	32.6 (29.5-36.1)	35.0 (31.1-39.0)	62.8 (57.6-68.0)	99.5 (90.7-110)	132 (116-146)	1549
<b>Gender</b>							
	Males						
	99-00	*	< LOD	< LOD	75.0 (66.7-86.2)	111 (87.7-128)	917
	01-02	28.5 (25.5-32.0)	31.5 (26.7-35.2)	57.7 (48.2-65.5)	97.5 (82.1-110)	124 (104-146)	1074
Females	99-00	*	< LOD	< LOD	79.0 (70.2-92.0)	118 (91.4-142)	1009
	01-02	26.1 (23.6-28.8)	29.0 (25.1-33.4)	57.8 (51.9-62.6)	94.2 (87.8-98.2)	126 (105-145)	1232
<b>Race/ethnicity</b>							
	Mexican Americans						
	99-00	*	< LOD	< LOD	< LOD	67.5 (59.5-71.8)	634
	01-02	12.5 (10.8-14.4)	10.9 (<LOD-13.0)	24.2 (18.2-33.9)	47.4 (35.7-58.1)	66.7 (55.2-72.3)	567
Non-Hispanic blacks	99-00	*	< LOD	59.1 (<LOD-82.0)	121 (90.3-159)	176 (130-287)	412
	01-02	30.0 (26.2-34.4)	31.0 (25.8-36.4)	64.5 (54.2-82.7)	126 (97.1-152)	170 (126-246)	515
Non-Hispanic whites	99-00	*	< LOD	< LOD	76.4 (69.3-83.9)	102 (87.7-125)	725
	01-02	29.9 (26.8-33.4)	32.9 (28.7-36.8)	61.2 (55.8-66.7)	96.3 (86.5-109)	126 (104-142)	1061

Los nuevos compuestos incluidos en el tercer informe son:

- Insecticidas piretroides
- HAP (incluyendo benzo-a-pireno) no incluidos en los dos informes precedentes
- Aldrina, endrina, dieldrina
- Metabolitos de los ftalatos no incluidos en los dos informes precedentes
- Plaguicidas y herbicidas no incluidos en los dos informes precedentes
- Dioxinas, furanos y PCB no incluidos en los dos informes precedentes

Todos los compuestos analizados pueden verse en las siguientes tablas.

**Tabla 3. Algunas características del *Third National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals* (2005)**

COMPUESTOS		Pb y Cd	Pb		Hg	
MUESTRA		sangre	orina		sangre	orina
EDAD	1-5 años	898		1-5 años	872	
	6-11 años	1044	368			
	12-19 años	2231	762			
	≥20 años	4772	1560	16-49 años	1928 (sólo mujeres)	1960 (sólo mujeres)
SEXO	Hombres	4339	1355	Hombres	440	
	Mujeres	4606	1335	Mujeres	2360	1960
GRUPO ÉTNICO	Americanos de origen mejicano	2268	683	Americanos de origen mejicano	527 (mujeres 16-49 años)	531 (mujeres 16-49 años)
	Negros no hispánicos	2219	667	Negros no hispánicos	436 (mujeres 16-49 años)	442 (mujeres 16-49 años)
	Blancos no hispánicos	3806	1132	Blancos no hispánicos	806 (mujeres 16-49 años)	826 (mujeres 16-49 años)
<b>TOTAL</b>		<b>8945</b>	<b>2690</b>		<b>2800</b>	<b>1960</b>

**Tabla 4. Algunas características del *Second National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals* (2003)**

COMPUESTOS		Pb y Cd	Pb		Hg	
MUESTRA		sangre	orina		sangre	orina
EDAD	1-5 años	723		1-5 años	705	
	6-11 años	905	340			
	12-19 años	2135	719			
	≥20 años	4207	1406	16-49 años	1709	1748 (sólo mujeres)
SEXO	Hombres	3913	1227	Hombres	387	
	Mujeres	4057	1238	Mujeres	2360	1748
GRUPO ÉTNICO	Americanos de origen mejicano	2743	884	Americanos de origen mejicano	579 (mujeres 16-49 años)	595 (mujeres 16-49 años)
	Negros no hispánicos	1842	568	Negros no hispánicos	370 (mujeres 16-49 años)	381 (mujeres 16-49 años)
	Blancos no hispánicos	2715	822	Blancos no hispánicos	588 (mujeres 16-49 años)	594 (mujeres 16-49 años)
<b>TOTAL</b>		<b>7970</b>	<b>2465</b>		<b>2747</b>	<b>1748</b>

Tabla 3, continuación. Algunas características del *Third National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals (2005)*

COMPUESTOS		Otros metales <sup>1 2</sup>	Cotina	PCDD <sup>2</sup>	PCDF <sup>2</sup>	PCB <sup>2</sup>	DDT <sup>2</sup>	DDE <sup>2</sup>	PAH <sup>2</sup>
MUESTRA		orina	sangre	sangre	sangre	sangre	sangre	sangre	orina
EDAD	3-11 años		1414						
	6-11 años	368							387
	12-19 años	762	1902			758	756	758	735
	≥20 años	1560	3497	1239	1236	1549	1549	1540	1626
SEXO	Hombres	1335	3149	567	566	1075	1073	1069	1349
	Mujeres	1355	3664	673	671	1232	1232	1229	1399
GRUPO ÉTNICO	Americanos mexicanos	683	1877	263	264	567	566	566	665
	Negros no hispánicos	667	1599	220	219	515	514	515	692
	Blancos no hispánicos	1132	2845	672	671	1061	1061	1053	1208
<b>TOTAL</b>		<b>2690</b>	<b>6813</b>	<b>1240</b>	<b>1237</b>	<b>2307</b>	<b>2305</b>	<b>2298</b>	<b>2748</b>

1 Antimonio, bario, berilio, cadmio, cesio, cobalto, molibdeno, platino, talio, tungsteno, uranio (orina)

2 Para estos grupos de compuestos se ha tomado el mayor valor de N.

Tabla 4, continuación. Algunas características del *Second National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals (2003)*

COMPUESTOS		Otros metales <sup>1</sup>	Cotina	PCDD <sup>2</sup>	PCDF <sup>2</sup>	PCB <sup>2</sup>	DDT <sup>2</sup>	DDE <sup>2</sup>	PAH <sup>2</sup>
MUESTRA		orina	sangre	sangre	sangre	sangre	sangre	sangre	orina
EDAD	3-11 años		1174						
	6-11 años	340							306
	12-19 años	719	1773	667	663	669	677	686	694
	≥20 años	1406	3052	1254	1259	1263	1002	1278	1315
SEXO	Hombres	1227	2789	919	920	919	799	937	1106
	Mujeres	1238	3210	1002	1002	1013	880	1027	1209
GRUPO ÉTNICO	Americanos mexicanos	884	2242	632	637	635	635	657	750
	Negros no hispánicos	568	1333	411	409	415	356	416	534
	Blancos no hispánicos	822	1949	721	717	724	564	732	841
<b>TOTAL</b>		<b>2465</b>	<b>5999</b>	<b>1921</b>	<b>1922</b>	<b>1932</b>	<b>1679</b>	<b>1964</b>	<b>2315</b>

1 Antimonio, bario, berilio, cadmio, cesio, cobalto, molibdeno, platino, talio, tungsteno, uranio (orina)

2 Para estos grupos de compuestos se ha tomado el mayor valor de N.



### 3.2.2. El Estudio Ambiental (*Umwelt-Survey*) en Alemania

En Alemania se han publicado tres informes, coordinados por la Agencia Federal Ambiental (1985/86, 1991/92 y 1998). El último es el GerES III: “*Umwelt-Survey 1998, Band III: Human-Biomonitoring*”, publicado en 2002. Contiene estudios representativos de la población general. Su propósito es determinar la exposición de la población alemana a contaminantes ambientales. La población se selecciona a partir del *reservoir* de la Encuesta Nacional de Salud. El objetivo principal del *German Environmental Survey* es generar, mantener al día y evaluar los datos representativos para facilitar la observación de la salud ambiental y mostrar la información en el ámbito nacional. Otros objetivos del informe son:

- Establecer valores de referencia de algunos contaminantes.
- Documentar la extensión, la distribución y los determinantes de la exposición a contaminantes ambientales.
- Atestiguar diferencias espaciales y temporales en la exposición de la población.
- Evaluar la contribución de los diferentes compartimentos (aire, agua, alimentos) al *body burden* o carga corporal de los COPs.
- Desarrollar modelos para prevenir y reducir la exposición.

**Tabla 5. Muestras biológicas y compuestos analizados en el GerES III realizado en 1998 y en el que participaron 4822 individuos de entre 18 y 69 años.**

Muestra biológica	Compuestos analizados	Nº de individuos
Sangre	Cd, Hg, Pb	4646
	DDE, HCB, $\alpha$ -HCH, $\beta$ -HCH, $\gamma$ -HCH, PCB 138, PCB 153, PCB 180	2824
Orina	As, Cd, Hg	4742
	Pt, Au, Ir	1080
	PCP y otros clorofenoles	692
	Metabolitos de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	573
	Nicotina, cotinina, creatinina	4742
Agua de bebida	As, B, Cd, Cu, Pb, Ni, Zn	4767
Polvo ambiental	As, Pb, Cd,	741
	DDT, PCBs, lindano, pentaclorofenol, propoxur.	741
	Éteres difenilos de sulfonamidas policloradas, agentes retardantes de la llama, plastificantes	199

Todos estos estudios alemanes aportan información desglosada según el tamaño de la comunidad, la región, la edad y el sexo ([www.umweltbundesamt.de/survey/index.htm](http://www.umweltbundesamt.de/survey/index.htm)).

La cantidad de sangre extraída a cada individuo fue de 40 ml, aproximadamente. El tipo de muestra biológica utilizada para analizar las concentraciones de cada compuesto, así como las correspondientes cifras de individuos estudiados se detallan en la tabla 6.

**Tabla 6. Muestras biológicas y compuestos analizados en el GerES III**

COMPUESTO	Hg	Hg	As	Pb		Cd	
MUESTRA	sangre	orina	orina	sangre		orina	
EDAD Y SEXO	Hombres y mujeres (18-64 años)			Mujeres (18-45 años)	Mujeres (>45 años) hombres (18-69 años)	Mujeres y hombres (18-25 años)	Mujeres y hombres (26-69 años)
<b>Oeste Alemania</b>	3766	3833	3845	1046	2722	492	3341
<b>Este Alemania</b>	879	896	896	231	646	111	785
<b>TOTAL</b>	<b>4645</b>	<b>4729</b>	<b>4741</b>	<b>1277</b>	<b>3368</b>	<b>603</b>	<b>4126</b>

COMPUESTO	PCB	HCH	HCB	DDE
MUESTRA	sangre	sangre	sangre	sangre
EDAD Y SEXO	Hombres y mujeres (18-64 años)			
<b>Oeste Alemania</b>	2288	2279	2289	2290
<b>Este Alemania</b>	528	532	534	534
<b>TOTAL</b>	<b>2816</b>	<b>2811</b>	<b>2823</b>	<b>2824</b>

COMPUESTO	PAH <sup>1</sup>
MUESTRA	orina
EDAD Y SEXO	Hombres y mujeres (18-64 años)
<b>Fumadores</b>	184
<b>No fumadores</b>	389
<b>TOTAL</b>	<b>573</b>

<sup>1</sup> OH-pireno y OH-fenantreno

### 3.2.3. Estudio realizado en Nueva Zelanda en los años 1996-97 sobre concentraciones de COPs en suero de personas no expuestas a ellos

Informe financiado por el 'Programa de Organoclorados' del Ministerio de Medio Ambiente neozelandés (Buckland et al. 2001; Bates et al. 2004). En él se midieron en suero de la población neozelandesa mayor de 15 años las concentraciones de los siguientes compuestos: dioxinas, furanos, PCBs (congéneres números 81, 77, 126, 169, 18, 28, 52, 49, 44, 74, 66, 101, 99, 87, 110, 118, 105, 151, 149, 146, 153, 138, 158, 128, 167, 156, 157, 178, 187, 183, 177, 172, 180, 170, 189, 201, 196, 203, 195, 194, 206, 209) y plaguicidas organoclorados ( $\beta$ -HCH y  $\gamma$ -HCH, HCB, aldrina, endrina, dieldrina, o,p'-DDT, p,p'-DDT, mirex, heptacloro, trans-nonacloro, oxiclordano y p,p'-DDE) como se aprecia en las tablas 7 y 13. Las muestras se obtuvieron en el contexto de la Encuesta Nacional de Nutrición, subestudio a su vez de la Encuesta Nacional de Salud. Las muestras de suero se estratificaron según edad, género, residencia y etnia. Se recogieron 10 ml de sangre de cada individuo (N=1834). Se observó que las concentraciones de dioxinas y furanos eran más elevadas en el norte del país (quizás debido a su mayor industrialización y contaminación), mientras que las concentraciones de plaguicidas organoclorados eran más elevadas en el sur (hipotéticamente, como posible consecuencia de su uso en el pasado). El Informe incluye un capítulo dedicado a las concentraciones de compuestos tóxicos persistentes en la leche materna.

**Tabla 7. Resumen del número de personas estudiadas para las variables sexo, grupo étnico, area geográfica y edad**

REGIÓN		Northland / Auckland		Waikato / Bay of Plenty		Lower North Island		South Island	
SEXO	EDAD	Maori		Maori		Maori		Maori	
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
MUJERES	15-24 años	6	17	9	15	20	50	10	45
	25-34 años	17	48	18	34	28	109	7	113
	35-49 años	13	66	14	52	23	106	8	144
	50-64 años	1	43	5	28	5	85	3	99
	>65 años	1	23	0	42	3	72	0	105
	TOTAL	38	197	46	171	79	422	28	506
HOMBRES	15-24 años	1	16	3	13	17	42	6	50
	25-34 años	3	22	4	26	16	64	7	62
	35-49 años	5	44	10	33	12	89	12	120
	50-64 años	2	24	2	26	10	57	4	63
	>65 años	0	23	2	21	2	44	2	51
	TOTAL	11	129	21	119	57	296	31	346

### 3.2.4. Estudio sobre Salud y Medio Ambiente de Flandes (FLEHS)

En 1999 el Ministerio de Salud de la Comunidad Flamenca (Bélgica) promovió el *Flanders Environmental and Health Study* (Koppen et al. 2002). Su objetivo principal fue determinar las concentraciones de ciertos compuestos orgánicos persistentes en la población general de la región de Flandes, Bélgica. Los compuestos analizados que pueden verse en la tabla 13 fueron: dioxinas, furanos, PCBs (congéneres números 28, 52, 101, 138, 153, 180, 105, 118, 156, 157, 167, 77, 81, 126, 169, 44, 66, 74, 99, 110, 128, 149, 170, 183, 187, 194), p,p'-DDT, p,p'-DDE, hexaclorobenceno (HCB), pentaclorofenol (PCP), y gamma-hexaclorociclohexano, ( $\gamma$ -HCH o lindano). El estudio se realizó en 200 mujeres escogidas, de forma aleatoria en una zona rural y en una zona urbana de entre 50 y 65 años de edad. En cuanto a variables antropométricas y variables socioeconómicas se determinó: altura, peso, Índice de Masa Corporal (IMC), edad, años de vida trabajados, años de residencia en la región, adicción al tabaco, dieta, número de hijos y edad a la que tuvieron el primogénito.

Del estudio FLEHS se ha publicado otro artículo que hace referencia a posibles biomarcadores para algunos contaminantes ambientales y a como afectan a la función renal y al desarrollo sexual de los adolescentes (Staessen et al. 2001). Los participantes fueron 200 adolescentes (120 chicas y 80 chicos). Unos vivían cerca de incineradoras y los 'controles' vivían en el campo. Se utilizaron cuestionarios para determinar el consumo de tabaco y alcohol, los hábitos alimenticios, la ingesta de medicamentos y la clase social de los padres. A cada individuo se le extrajo 50 ml de sangre y 200 ml de orina. Se midieron concentraciones de los siguientes compuestos: plomo, cadmio, benceno, tolueno, hidroxipireno y PCBs. Las concentraciones de plomo, cadmio, PCBs y ciertos metabolitos de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) fueron mayores en los adolescentes que vivían en los suburbios que en los que vivían en la zona control.

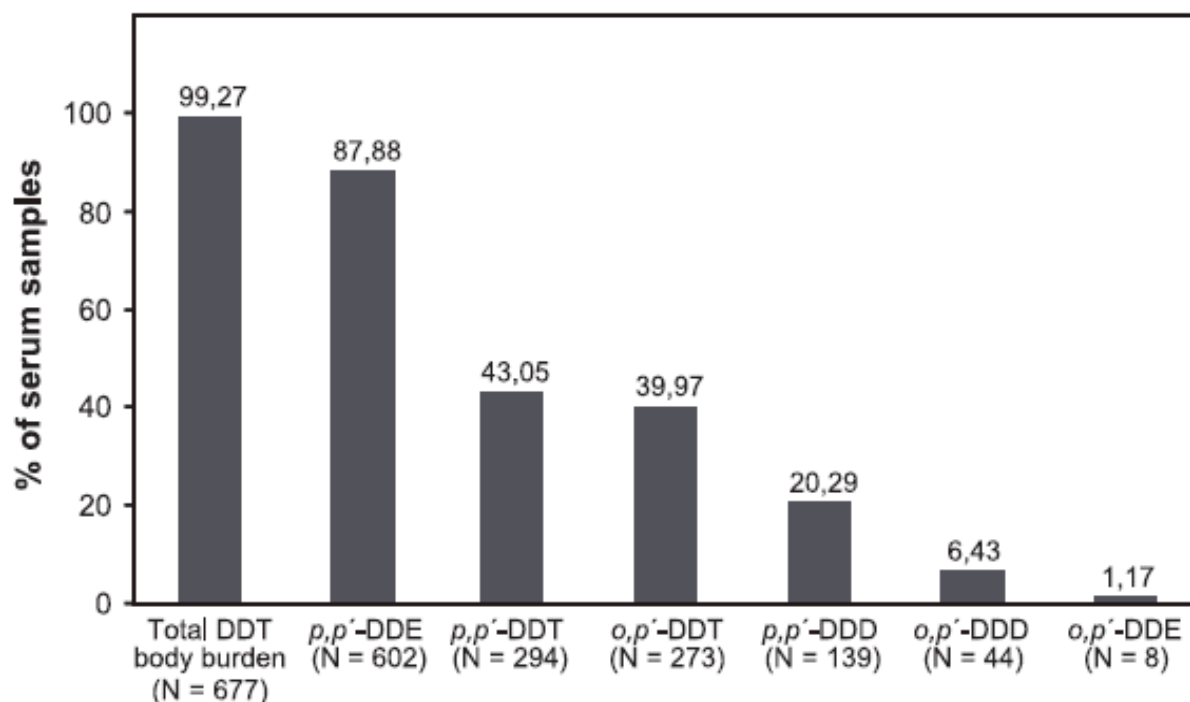
### 3.2.5. Encuesta Nutricional de Canarias, realizada en 1998, en la que posteriormente se determinaron las concentraciones de DDT y sus derivados

En el año 1998 se realizó la Encuesta Nutricional de Canarias (ENCA); en ella se determinaron los hábitos y factores nutricionales en la población de entre 6 y 75 años de las Islas Canarias. Posteriormente, a 682 de los participantes en la Encuesta se les midieron las concentraciones de ciertos compuestos organoclorados: p,p'-DDT, o,p'-DDT, p,p'-DDE, o,p'-DDE, p,p'-DDD, o,p'-DDD (Zumbado et al. 2005) (tabla 13). Las características sociodemográficas de la población estudiada fueron: sexo, edad, hábitat e isla.

Se hallaron unas ratios DDT/DDE elevadas. A juicio de los investigadores canarios, ello podría indicar una posible fuente activa de exposición a DDT en las Islas.

Según este estudio, un 99% de la población de las Islas tiene concentraciones detectables de alguno de los isómeros o análogos del DDT (figura 1). El p,p'-DDT se detecta en el 43% de la población y el p,p'-DDE, en el 88%.

Figura 1. Presencia de DDT y sus metabolitos en el suero de la población canaria



Aunque los resultados no son representativos del resto de ciudadanos españoles, nos parece importante subrayar que se trata del primer estudio realizado en España representativo de una Comunidad Autónoma (ver figura 2 en la página siguiente).

Recordemos que como promedio el producto comercial DDT contenía un 65-85% de p,p'-DDT, un 15-21% de o,p'-DDT y hasta un 4% de p,p'-DDD. El DDT se descompone ambientalmente en el p,p'-DDE, un compuesto que no se metaboliza y cuya semivida se estima en 7-11 años (Rogan et al., 2005; Turusov et al., 2002).

**Figura 2. Página inicial del artículo sobre concentraciones sanguíneas de isómeros del DDT en la Comunidad Autónoma de Canarias. Primer estudio español sobre carga corporal de CTPs basado en una muestra representativa de una Comunidad Autónoma.**



Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

SCIENCE @ DIRECT®

Science of the Total Environment 339 (2005) 49–62

Science of the  
Total Environment

An International Journal for Scientific Research  
into the Environment and its Relationship with Humanities

[www.elsevier.com/locate/scitotenv](http://www.elsevier.com/locate/scitotenv)

## Inadvertent exposure to organochlorine pesticides DDT and derivatives in people from the Canary Islands (Spain)

Manuel Zumbado<sup>a,b</sup>, Muriel Goethals<sup>a,b</sup>, Eva E. Álvarez-León<sup>b,c</sup>, Octavio P. Luzardo<sup>a,b</sup>, Félix Cabrera<sup>a,b</sup>, Lluís Serra-Majem<sup>b,c,d</sup>, Luis Domínguez-Boada<sup>a,b,\*</sup>

<sup>a</sup>Toxicology Unit, Department of Clinical Sciences, University of Las Palmas de Gran Canaria, P.O. Box 550, 35080, Las Palmas de Gran Canaria, Spain

<sup>b</sup>Instituto Canario de Investigación del Cáncer (ICIC), Spain

<sup>c</sup>Preventive Medicine Service, Complejo Hospitalario Materno Insular de Gran Canaria, Canary Health Service, Avda. Marítima s/n, 35016, Las Palmas de Gran Canaria, Spain

<sup>d</sup>Preventive Medicine and Public Health Unit, Department of Clinical Sciences, University of Las Palmas de Gran Canaria, P.O. Box 550, 35080, Las Palmas de Gran Canaria, Spain

Received 22 March 2004; accepted 22 July 2004

### Abstract

In 1998, one of the largest determinations of organochlorine pesticides in a representative sample of a Spanish population (682 serum samples from the Canary Islands) was made in the context of the “Canary Islands Nutrition Survey” (ENCA). In the Canary Islands, extensive farming areas have been developed in these last decades, with greenhouses dedicated to intensive cultivation using DDT in huge amounts. In Spain, similarly to other European countries, DDT was banned in the late 1970s. The pesticide residues in human serum are indicative of past and present exposure to them. Our objective is to point out the differences of pesticide contamination between islands; and together with this, if a connection could be established with gender, age, or habitat of subjects. Concentration of selected persistent organochlorine pollutants (*p,p'*-DDT, *o,p'*-DDT, *p,p'*-DDE, *o,p'*-DDE, *p,p'*-DDD, and *o,p'*-DDD) was measured with gas chromatography-electron capture detector. Almost all of the samples (99.3%) presented detectable levels of some DDT-derivatives, being *p,p'*-DDE the most frequently detected organochlorine. The median concentration of total DDT body burden, expressed in ng/g fat, present in the Canary Islands (370 ng/g fat) was similar to that found in other European countries, although it was noteworthy that a fourth of the population showed a total DDT body burden higher than 715 ng/g. Interestingly, statistical significant differences were found in serum levels of organochlorine pesticides between islands, being these levels higher in people from Tenerife and Gran Canaria (415 and 612 ng/g fat, respectively), the islands that present both highest population and highest surface devoted to intensive agriculture. As expected, serum levels of both total DDT body burden and *p,p'*-DDE increased with age. Statistically significant differences were also found in relation to gender, women showing higher levels of these organochlorine pesticides

\* Corresponding author. Toxicology Unit, Department of Clinical Sciences, University of Las Palmas de Gran Canaria, P.O. Box 550, 35080, Las Palmas de Gran Canaria, Spain. Tel.: +34 928 453 472; fax: 34 928 451 416.

E-mail address: [ldominguez@dcc.ulpgc.es](mailto:ldominguez@dcc.ulpgc.es) (L. Domínguez-Boada).

### 3.2.6. El Arctic Monitoring and Assessment Programme (1998)

El *Arctic Monitoring and Assessment Programme* (AMAP) es uno de los cinco Grupos de Trabajo del *Arctic Council*. La función principal de AMAP es aconsejar a Canadá, Dinamarca (incluyendo Groenlandia y las Islas Feroe), Finlandia, Islandia, Noruega, Rusia, Suecia y Estados Unidos en temas relacionados con la amenaza por la contaminación en el Ártico y, de este modo, estar en condiciones de promover políticas de prevención y vigilancia de la contaminación en la zona. Así, AMAP se encarga de medir y determinar los efectos de contaminantes de origen antropogénico en todos los compartimentos del Ártico, incluidos los humanos; documentar las vías de entrada de dichos contaminantes; examinar el impacto de estos contaminantes; y aconsejar a los países para la mejora de las condiciones de la zona.

AMAP ha publicado un informe sobre los Compuestos Tóxicos Persistentes (CTPs) en el Ártico ([www.amap.no](http://www.amap.no)). El capítulo 12 del informe hace una revisión de los estudios realizados en los países de la zona; en él se determinan las concentraciones en humanos y de qué modo afectan a la salud. El número de personas analizadas en cada país se detalla en la tabla 8 y los compuestos analizados en la tabla 9.

El informe, además de especificar los compuestos y sus respectivas concentraciones en estos países, hace una comparación de los niveles de toda la zona ártica. Hay un apartado de recomendaciones y conclusiones.

**Tabla 8. Estudio AMAP: Número de personas estudiadas en los diferentes países de la zona ártica (AMAP, 1998)**

<b>Muestra: sangre materna</b>						
<b>Países</b>	<b>Canadá</b>	<b>Groenlandia</b>	<b>Suecia</b>	<b>Noruega</b>	<b>Islandia</b>	<b>Rusia</b>
<b>Nº personas</b>	67	47	40	60	40	51
<b>Muestra: sangre de cordón umbilical</b>						
<b>Países</b>	<b>Canadá</b>		<b>Groenlandia</b>			
	<b>Inuit</b>	<b>Población general (Caucasianos)</b>				
<b>Nº personas</b>	319	502	102			

Dentro de este programa –en el que participaron todos los países árticos excepto Estados Unidos– se acordó realizar un proyecto coordinado por Canadá para la determinación de contaminantes en sangre materna (ver especialmente las pp. 820-823 y las figuras de la pág. 822, así como Van Oostdam et al., 2004). Se analizaron los siguientes compuestos: PCBs (congéneres 28, 52, 99, 105, 118, 128, 138, 153, 170, 180, 183, 187) y plaguicidas organoclorados (aldrina,  $\beta$ -HCH, p,p'-DDT, p,p'-DDE, dieldrina, heptacloro, HCB, mirex,  $\alpha$ -clordano,  $\gamma$ -clordano, cis-nonacloro, oxiclordano, y transnonacloro). Todo ello lo podemos apreciar en la tabla 13. A cada madre se le extrajeron 40 ml de sangre venosa. Una de las conclusiones fue que cuanto mayor era la ingesta de alimentos procedentes de mamíferos marinos, mayor era el nivel de COPs en sangre.

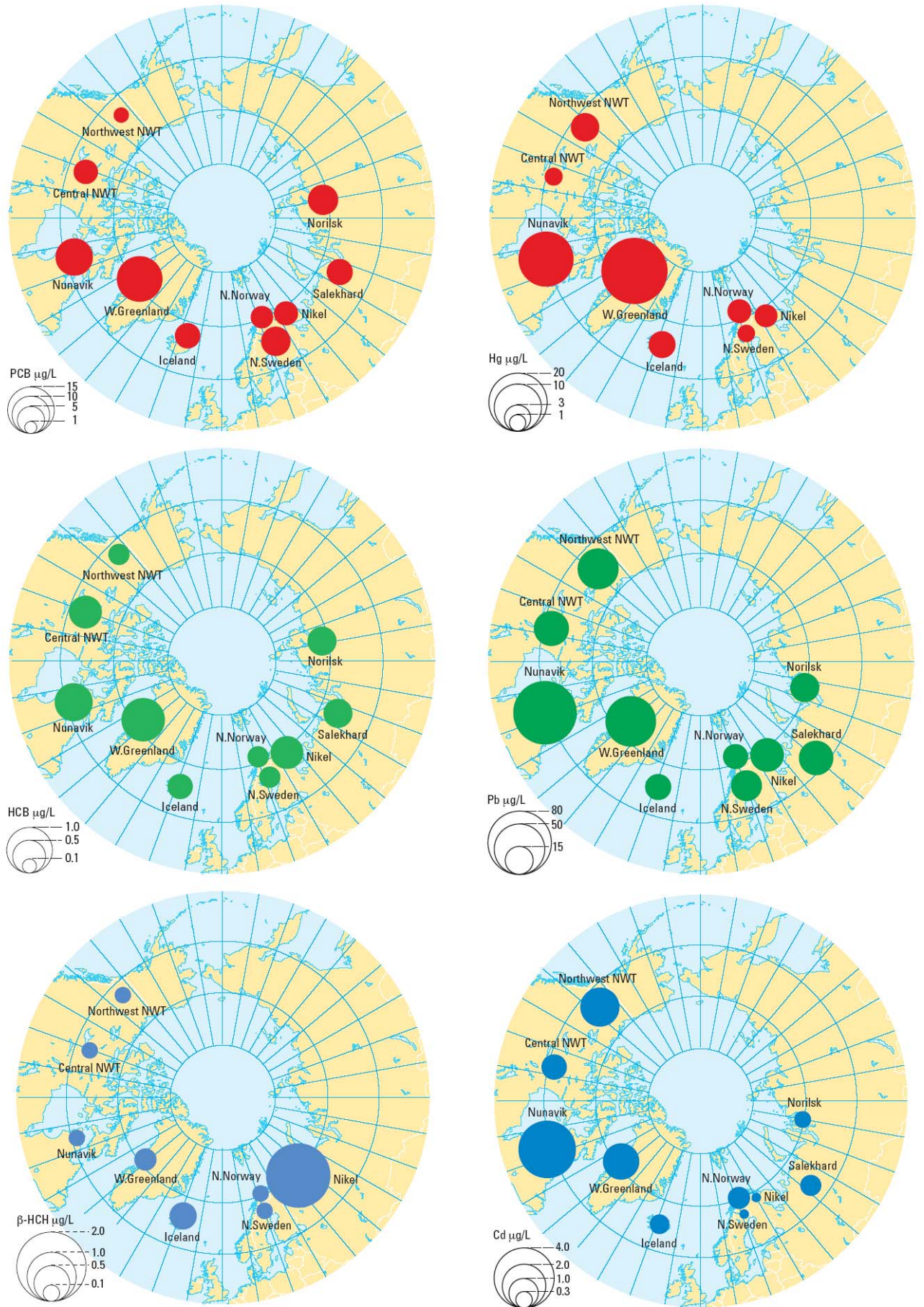
Tabla 9. Principales CTPs hallados en los diferentes países de la zona ártica (AMAP, 1998)

	DDT	DDE	PCB	PAH	HCB	HCH	Dioxinas y furanos	Clor-dano	Oxiclor-dano	Mirex	Toxa-feno	t-nona-cloro	Aldrina	Diel-drina	Hepta-cloro	Meta-les
Canadá	✓		✓			✓	✓	✓		✓						✓
Groenlandia	✓	✓	✓										✓	✓	✓	✓
Islas Feroe	✓	✓	✓										✓	✓	✓	✓
Dinamarca	✓	✓	✓										✓	✓	✓	✓
Islandia			✓													✓
Noruega			✓		✓	✓	✓									✓
Rusia	✓	✓	✓	✓		✓		✓								✓
Finlandia	✓	✓	✓			✓			✓	✓	✓	✓				✓
Suecia			✓				✓		✓	✓		✓				✓

La figura 3 ilustra las concentraciones de los compuestos analizados (PCBs, mercurio, HCB, plomo,  $\beta$ -HCH, cadmio) en los países de la región ártica.



**Figura 3. Media geométrica de las concentraciones en plasma de sangre materna**



### 3.3. ESTUDIOS EN POBLACIONES GENERALES

La tabla 10 resume las principales características de los estudios que comentaremos en este apartado.

**Tabla 10. Características principales de diversos estudios sobre CTPs en población general**

Autor (año de publicación)	Año <sup>a</sup>	Lugar	Población	Muestra (cantidad)	Método analítico	N mujeres	N hombres	Porcentaje por millón habitantes (%)	Edad (años)	Información del sujeto
Batista et al. (1996)		Tarragona	Niños de la provincia de Tarragona	Pelo (1-2cm)	ASS	233 niños		0,02	(6-16) <sup>c</sup>	EP
González et al. (1998)	1995	Mataró	Muestreo zonas cercanas a una nueva incineradora	Sangre (50 ml)	CG-EM	101	100	0,02	(18-69) <sup>c</sup>	VA
Sala et al. (1999) INMA	1994	Flix	Población ciudad de Flix	Sangre <sup>d</sup>	CG-DCE	359	249	0,06	49,05 <sup>b</sup>	EP
Glynn et al. (2000)		Suecia	Población condado Uppsala	Sangre (20 ml)	CG-DCE	120	-	0,012	63 <sup>b</sup> (40-74) <sup>c</sup>	EP
Ribas-Fitó et al. (2002) INMA	1997-1999	Flix	Recién nacidos de comarca la de Flix	Sangre <sup>d</sup>	CG-DCE y CG-EM	72 recién nacidos		0,007	(0-37) <sup>c</sup> semanas	VA
Ribas-Fitó et al. (2003) INMA	1994-1999	Flix	Mujeres de Flix	Sangre <sup>d</sup>	CG-DCE y CG-EM	125	-	0,012	(18-40) <sup>b</sup>	EP
Van Oostdam et al. (2004)	1994-1997	Ártico	Madres fértiles	Sangre (40 ml)	CG-DCE	477	-	0,05	(16-44) <sup>c</sup>	VA EP
Link et al. (2005)	1993-2003	Alemania	Niños de la región alemana de Baden-Wuerttemberg	Sangre (8 ml)	CG-DCE	400 niños por año		0,04	10	VA EP
Sunyer et al. (2005) INMA	1997	Menorca	Mujeres con asistencia prenatal y sus hijo/as.	Sangre <sup>d</sup>	CG-DCE CG-EM	468 madres	468 hijo/as	0,09	(0-4) <sup>e</sup>	VA EP
Masuda et al. (2005)	1999	Japón	Residentes ciudad de Fukuoka	Sangre (100 ml)	CG-EM	77	75	0,015	36,6 <sup>b</sup> (20-60) <sup>c</sup>	EP
Apostoli et al. (2005)	2001 - 2003	Italia	Individuos seleccionados aleatoriamente en Brescia	Sangre (20 ml)	CG-EII	150	161	0,03	(20-79) <sup>c</sup>	VA EP

<sup>a</sup> Año recogida de las muestras.

<sup>b</sup> Media de edad.

<sup>c</sup> Rango de edad.

<sup>d</sup> Los análisis se realizaron en suero sanguíneo.

<sup>e</sup> Rango de edad de los hijo/as.

VA = variable antropométrica.

EP = entrevista personal.

CG-DCE = cromatografía de gases con detección por captura de electrones.

CG-EM = cromatografía de gases con espectrometría de masas.

ASS = espectrofotometría de absorción atómica.

**Estudio sobre concentraciones de mercurio en niños de la provincia de Tarragona  
Batista J, et al. The Science of the Total Environment (1996).**

Basado en mediciones de mercurio en muestras de pelo de niños de la provincia de Tarragona. Los niños incluidos (N=233) en el estudio tenían edades comprendidas entre los 6 y los 16 años de edad, dato reflejado en la tabla 10. A los padres se les envió un cuestionario solicitando información acerca de la edad, el sexo, ocupación laboral, lugar y tiempo de residencia, consumo de pescado, número de empastes dentales, color de pelo, consumo de tabaco de los demás miembros del hogar y estado de salud. Se observó que tanto el sexo como el lugar de residencia estaban correlacionados con las concentraciones de mercurio en sangre. Es especialmente interesante el hallazgo de que las concentraciones de mercurio fueron significativamente superiores en quienes más pescado comían.

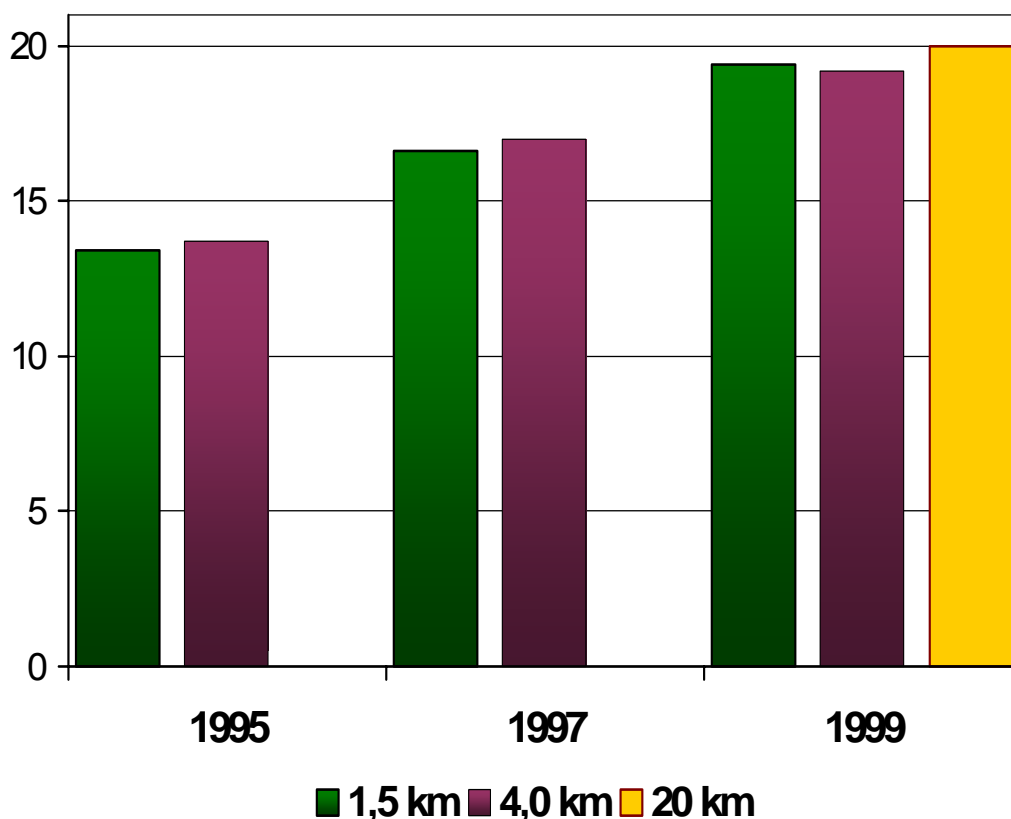
**Estudio realizado en adultos de una ciudad española del Mediterráneo sobre los niveles en sangre de dioxinas, furanos y PCB en el año 1995.  
González CA, et al. Chemosphere (1998), Archives of Environmental Health (2000) y Epidemiology (2001).**

Llevado a cabo en 201 adultos de entre 18 y 69 años de edad de la ciudad de Mataró (a 30 Km. al noroeste de Barcelona). Los individuos fueron seleccionados de forma aleatoria a partir del padrón municipal en 1995. Se tomaron 50 ml de sangre (tabla 10) de cada persona. Los compuestos estudiados, recogidos en la tabla 13, fueron: dioxinas, furanos y PCBs (101, 153, 180). Las variables antropogénicas contempladas en el estudio fueron la edad y el sexo.

Es uno de los pocos estudios realizados en España sobre CTPs que posee una componente *longitudinal*: midió las dosis internas de dichos compuestos en muestras representativas de la población *en más de un momento temporal*. En concreto, el estudio recogió datos en tres momentos: 1995, 1997, 1999. Como puede observarse en la figura 4 y en la tabla 11, a lo largo de ese período las concentraciones de dioxinas y furanos no disminuyeron, aumentaron: aproximadamente un 45% en la población de Mataró que vivía más lejos de la incineradora y un 40% en el grupo que residía más cerca de ella. La explicación más probable es la contaminación alimentaria de fondo (González et al., 2000). El nivel de dioxinas en las poblaciones de Mataró y Arenys fue aproximadamente un 25% superior al observado en otros países desarrollados. Las concentraciones de los PCBs 138, 153 y 180 aumentaron un 6,6%. Los niveles de otros PCBs disminuyeron de forma marcada.

Como también puede observarse en la figura 4, quienes residían más cerca de la incineradora no presentaron concentraciones mayores que quienes residían más lejos de aquélla; no obstante, es posible que la distancia de 4 Km fuese insuficiente para detectar diferencias. En Mataró, sin embargo, los niveles fueron incluso algo inferiores a los de una población control supuestamente no expuesta a las emisiones de la planta, el pueblo de Arenys de Mar (figura 4, última barra a la derecha, año 1999).

**Figura 4. Concentraciones sanguíneas de dioxinas (media en I-TEQ\*) según distancia entre la residencia de las personas y la incineradora. Mataró (Barcelona) 1995, 1997 y 1999**



Fuentes: González CA (1998, 2000 y 2001). Ver asimismo: Int J Occupat Environ Health 2003 y Gaceta Sanitaria 2002; 16 (3): 257-266.

\*I-TEQ: *International Toxic Equivalent*, Equivalente Tóxico-Internacional. Incluye a las policloro-dibenzo-para-dioxinas (PCDDs) y a los policloro-dibenzofuranos (PCDFs), no incluye a los PCBs-parecidos a las dioxinas (*dioxin-like PCBs*).

En muchos informes y estudios se utilizan las unidades siguientes: Factores Tóxicos Equivalentes (en inglés, *Toxic Equivalency Factors*, TEF) y Equivalente Tóxico (*Toxic Equivalent*, TEQ). En principio, la utilización de los TEF permite que la concentración de un determinado compuesto se exprese como la concentración equivalente de la dioxina más tóxica (la 2,3,7,8-TCDD), que por convención tiene un valor igual a 1. Así, al compuesto de interés se le atribuye un TEF específico (por ejemplo, 0,0001). Cuando se analizan diversos compuestos, se suma el TEF de cada compuesto multiplicado por la concentración de éste y se obtiene un TEQ de la mezcla de compuestos. Por ejemplo, para calcular el TEQ de una mezcla de dioxinas, la concentración de cada dioxina se multiplica por el TEF de ella y la suma de TEFs da el TEQ de la mezcla.

Existen dos versiones de los TEFs: a) los I-TEF (*International Equivalency Factors*), propuestos en 1989 por la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN); y b) los WHO-TEF (*World Health Organization Equivalency Factors*), que se adoptaron en 1997 por iniciativa de la Organización Mundial de la Salud como una modificación de las antiguas unidades.

Para algunos compuestos, el I-TEF y el WHO-TEF son diferentes. Para otros compuestos el I-TEF y el WHO-TEF son iguales. Para los *dioxin-like PCBs* no existen I-TEFs, sólo WHO-TEFs. Como consecuencia de ello, los I-TEQ no incluyen *dioxin-like PCBs*, mientras que los WHO-TEQ sí incluyen *dioxin-like PCBs*.

**Tabla 11. Cambios en en las concentraciones sanguíneas de PCDDs/PCDFs y PCBs en los habitantes de Mataró (Barcelona) 1995-1999**

Compuesto	Grupo A		Grupo B	
	Concentración en 1999*	Cambio de 1995 a 1999	Concentración en 1999*	Cambio de 1995 a 1999
<b>PCDDs y PCDFs</b>	19.4	+44.5%	19.2	+39.9%
<b>PCB 28</b>	0.02	-60.0%	0.02	-60.0%
<b>PCB 52</b>	0.01	0.0%	0.01	0.05%
<b>PCB 101</b>	0.02	-33.3%	0.02	-60.0%
<b>PCB 138</b>	0.50	-2.0%	0.46	+0.0%
<b>PCB 153</b>	0.78	+9.9%	0.71	+10.9%
<b>PCB 180</b>	0.66	+8.2%	0.60	+7.1%
<b>PCBs 138+153+180</b>	1.94	+6.6%	1.77	+6.6%

Grupo A: Habitantes de Mataró que vivían más cerca de la nueva incineradora.

Grupo B: Habitantes de Mataró que vivían a 4 Km de la nueva incineradora.

\*PCDD y PCDF en pg I-TEQ / g lípido; PCBs en µg/l.

Fuentes: González CA (1998, 2000 y 2001). Ver asimismo: Int J Occupat Environ Health 2003.

### **Exposición a plaguicidas organofosforados en la población general que vive en un área de cultivo de arroz.**

**García AM, et al. *Butlletin of Environmental Contamination and Toxicology* (2000).**

Estudio de carácter exploratorio para valorar la exposición ambiental a plaguicidas organofosforados en la población general que vive en la zona arrocerca cercana a la ciudad de Valencia. Se recogieron muestras de aire en tres núcleos de población durante los periodos de tratamiento aéreo para la determinación de pyridaphention. La población a estudio fueron mujeres voluntarias que vivieran en alguno de estos tres núcleos y que respondieron a un cuestionario en tres periodos: primer tratamiento aéreo, segundo tratamiento aéreo, y periodo control. El cuestionario recogía información acerca de las características personales de las mujeres, indicadores de salud y actividades realizadas el día anterior a la entrevista. Además se recogió orina para la determinación de metabolitos de dialquil fostatos. En total se recogieron 88 cuestionarios y 34 muestras de orina. Los niveles de pyridaphention no fueron detectables en todos los periodos. Por otro lado, no se encontraron diferencias en los síntomas referidos por las mujeres durante los periodos de tratamiento y el periodo control. Por último, los niveles de residuos de dialquil fosfato en orina fueron detectables en ambos tipos de periodos, lo que sugiere la existencia de otras fuentes de contaminación. No se encontró relación entre niveles en orina y síntomas. El bajo número de personas participantes en el estudio limita su capacidad de establecer conclusiones.

### **Determinación de valores referencia para concentraciones de PCBs en sangre humana en los años 2001-2003.**

**Apostoli P, et al. *Chemosphere* (2005).**

Estudio realizado en 311 individuos residentes en áreas no contaminadas de la ciudad de Brescia (norte de Italia), seleccionados de forma estratificada por sexo y edad, con el objetivo de establecer rangos de referencia para compararlos con la población de una área expuesta a contaminación industrial por PCB. Se extrajeron 20 ml de sangre y se analizaron las concentraciones de 24 congéneres de PCB (28, 31, 52, 77, 81, 101, 105, 114, 118, 123, 126, 128+167, 138, 153, 156, 157, 169, 170, 180, 189, 194, 206, 209). Se determinó también el Índice de Masa Corporal (IMC), niveles de lípidos plasmáticos, humo de tabaco, alcohol y dieta. Una de las conclusiones importantes del estudio es que los niveles de PCBs muestran una proporción positiva tanto con la edad como con la concentración total de colesterol y triglicéridos en suero. En cambio, no se observó relación con el sexo, tabaco, alcohol y dieta.

### **Estudio realizado en 120 hombres suecos sobre las concentraciones de COPs.**

**Glynn A, et al. *Science of the Total Environment* (2000).**

Realizado en el condado de Uppsala (Suecia central). Se midieron las concentraciones de 10 PCBs y 11 plaguicidas organoclorados (p,p'-DDT, p,p'-DDD, p,p'-DDE, o,p'-DDT, o,p'-DDE, HCB,  $\alpha$ -HCH,  $\beta$ -HCH,  $\gamma$ -HCH, transnonacloro y oxiclordano) en 120 hombres suecos, como puede verse en las tablas 10 y 13. Este grupo formaba parte de una muestra aleatoria de la población de entre 40 y 75 años de una comarca que se escogió para un estudio sobre la dieta. La cantidad de sangre utilizada para el estudio fue de 20 ml. La media de edad de los sujetos era de 63 años. El estudio fue financiado por el *Swedish Environmental Protection Board* y la *Swedish Cancer Society*. Una de las conclusiones del estudio es que el PCB 153 puede usarse como marcador de los niveles del resto de PCBs. Otros autores han realizado propuestas similares (Hansen 1998).

## Biomonitorización de plaguicidas organoclorados en niños del suroeste de Alemania desde 1993 hasta 2003.

Link B, et al. *Chemosphere* (2005).

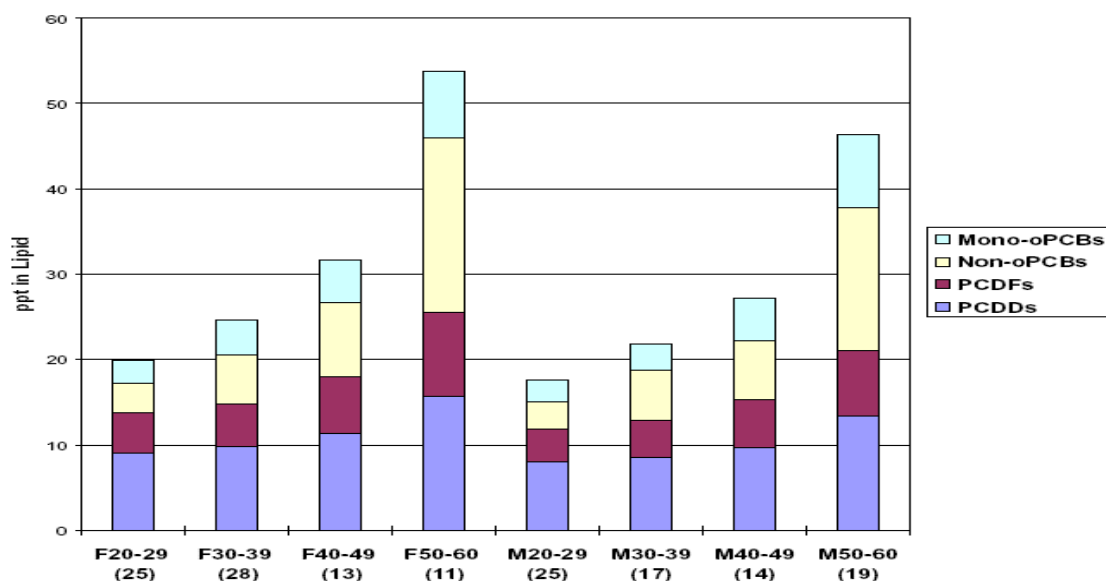
Su financiación corrió a cargo del *Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung* (Ministerio Federal de Trabajo y Asuntos Sociales). En él se cuantificaron COPs en sangre de niños de diez años en cuatro regiones distintas de un área muy industrializada en el sur-oeste de Alemania. Los compuestos analizados fueron: DDE, HCB,  $\beta$ -HCH,  $\gamma$ -HCH, PCB 138, PCB 153, PCB 180, PCB 126, PCB 169 y ciertas dioxinas y furanos. Los análisis se hicieron en los años 1996/1997, 1998/1999, 2000/2001 y 2002/2003 a, aproximadamente, 400 niños por año, como indica la tabla 10. Los niños se escogieron entre los alumnos de 4º curso de las escuelas primarias del área; se obtuvieron tasas de participación de entre el 68% y el 89%. A cada niño se le extrajo 8 ml de sangre venosa. Además, completaron un cuestionario que preguntaba acerca de la presencia de alergias o enfermedades de vías respiratorias, dieta, duración de la lactancia y la nacionalidad y el área/zona de origen o nacimiento. Se midió también la altura y el peso de cada uno.

## Estudio sobre concentraciones de dioxinas y compuestos relacionados en la sangre de 152 residentes en Fukukoa. en el año 1999.

Masuda Y, et al. *Chemosphere* (2005).

Fue financiado por el Ministerio de Salud y realizado en 152 residentes de edad comprendida entre los 20 y los 60 años en la ciudad de Fukuoka, al sur de Japón. Esos sujetos representaban el 58% de una muestra aleatoria de la población que fue llamada a participar por correo, enviándose hasta 3 invitaciones. La cantidad de sangre extraída fue de 100 ml (tabla 10). Los compuestos analizados fueron: dioxinas y furanos, PCBs (28, 52, 46, 69, 74, 61, 66, 56, 60, 101, 90, 89, 99, 118, 106, 114, 105, 127, 133, 146, 153, 137, 130, 164, 163, 138, 156, 157, 178, 182, 187, 183, 177, 171, 172, 180, 170, 190, 189, 202, 198, 20, 195, 194 y 206), HCB,  $\beta$ -HCH, heptacloro, dieldrina, p,p'-DDE, p, p'-DDD, p,p'-DDT, t-clordano, c-clordano, t-nonacloro, c-nonacloro, oxiclordano. Las analíticas realizadas (figura 5) mostraron que los niveles de PCBs, furanos y dioxinas en sangre eran proporcionales a la edad del individuo.

Figura 5. Concentraciones de dioxinas, furanos y DDT en la población estudiada



Siguiendo con el resumen de estudios realizados en población general, a continuación comentaremos brevemente diversos estudios efectuados en el marco de la denominada Red INMA.

## **LA RED DE INVESTIGACIÓN 'INFANCIA Y MEDIO AMBIENTE'**

La Red de investigación INMA (Infancia y Medio Ambiente) es un proyecto iniciado en 2003, que tiene como finalidad estudiar el papel de los contaminantes ambientales más importantes en el aire, el agua y la dieta, y sus efectos en el desarrollo de los niños. Éstos son más vulnerables al entorno que los adultos pues sus sistemas están en formación y poseen inmadurez inmunológica, neurológica y de los mecanismos de detoxificación, lo que les hace especialmente vulnerables a los contaminantes ambientales presentes en el aire, agua, dieta y suelo. La Red está financiada por el Instituto de Salud Carlos III de Madrid y coordinada por el Institut Municipal d'Investigació Mèdica (IMIM) de Barcelona. Aunque sólo se centren en la infancia, los estudios realizados tienen una gran relevancia y es fácil predecir que tendrán una gran repercusión científica y social en los próximos años. Los objetivos de la Red son los siguientes:

- Compartir metodologías y conocimientos entre diversos grupos españoles que estudian los efectos del medio ambiente en la salud infantil.
- Describir el nivel de contaminación y de exposición de los niños durante la gestación y la primera infancia.
- Evaluar el papel de los contaminantes ambientales mayoritarios y de los factores protectores de la dieta en el crecimiento fetal y en el desarrollo neuro-endocrino-inmunitario.
- Proveer información útil para la confección de programas indicadores de salud ambiental y de evaluación de riesgos.

Algunos de los resultados de la Red INMA incluyen concentraciones de CTPs y han sido ya publicados; entre ellos destacan los que comentamos brevemente a continuación.

### **Estudio sobre compuestos organoclorados en una población cercana a una industria electroquímica en 1994.**

**Sala M, et al. Journal of Occupational & Environmental Medicine (1999).**

Realizado en 1994 en 608 individuos mayores de 14 años (328 fueron seleccionados aleatoriamente y 280 fueron voluntarios), residentes en las proximidades de una industria electroquímica (Flix, Tarragona). Se midieron las concentraciones de los siguientes compuestos: HCB,  $\beta$ -HCH, octacloroestireno, pentaclorobenceno, p,p'DDE, p,p' DDT y PCBs (28, 52, 101, 118, 153, 138 y 180). También se administró un cuestionario a los individuos para detallar el sexo, la edad, el IMC, la pérdida de peso, el tiempo de residencia en Flix, la distancia entre el lugar de residencia y la fábrica, el uso de plaguicidas, el consumo de pescado local, si habían sido empleados de la fábrica y, en caso afirmativo, el número de años trabajados en ésta. Se observó que las concentraciones de la mayoría de compuestos (HCB,  $\beta$ -HCH, p,p'DDE y PCBs) eran mayores cuanto mayor era el IMC y el número de años vividos en la población. Las concentraciones más altas de PCBs y HCB las tenían antiguos trabajadores de la fábrica y las personas consumidoras de pescado de la zona. El uso de plaguicidas y el consumo de pescado local se asociaron a una elevada probabilidad de tener concentraciones detectables de HCB en sangre.

### **Concentraciones en suero de hexaclorobenceno en familiares de trabajadores de la industria electroquímica.**

**Ballester F, et al. Scandinavian Journal of Work Environment & Health (2000).**

De la muestra del trabajo anterior se seleccionaron aquellas personas que nunca hubieran trabajado en la industria electroquímica y de los que se disponía de información familiar respecto a la exposición laboral (N=412). Se clasificó a los sujetos del estudio según el grado de relación con los trabajadores de la fábrica. Los resultados del análisis de regresión multivariante de los niveles de HCB en suero indicaron que ser esposa de un trabajador de la factoría representaba un incremento promedio en tales concentraciones del 28% y del 23%,



respectivamente, según fueran trabajadores activos o lo hubieran sido en el pasado. Estos resultados sugieren una vía de exposición a HCB que podría ser importante en personas no expuestas laboralmente a compuestos organoclorados.

**Estudio longitudinal acerca de los cambios en las concentraciones de compuestos organoclorados en las mujeres de Flix (Tarragona) entre 1994-1999. Ribas-Fitó N, et al. Gaceta Sanitaria (2003).**

De carácter longitudinal, en él se midieron las concentraciones de HCB, p,p'DDE,  $\beta$ -HCH y PCBs (congéneres 28, 52, 101, 118, 138, 153 y 180) en mujeres de Flix, Tarragona, en los años 1994 (N=85) y 1997-99 (N=40). Las mujeres seleccionadas, de edades comprendidas entre los 18 y 40 años, no eran nulíparas. Mediante cuestionarios se obtuvo información acerca de la edad, número de hijos, índice de masa corporal (IMC), tiempo de residencia en Flix, ocupación y consumo de alcohol y tabaco. Las concentraciones de HCB durante el período 1997-99 fueron un 61% más bajas que en 1994 (ver tabla a continuación). También las concentraciones de p,p'DDE y  $\beta$ -HCH mostraron una tendencia a la baja, aunque de forma estadísticamente no significativa. Las concentraciones séricas de PCBs en 1997-1999 fueron un 35% más altas que las de 1994. Las concentraciones de HCB y de PCBs se asociaron positivamente con el tiempo de residencia en la población de Flix. Las concentraciones de los distintos compuestos organoclorados de las mujeres se asociaron positivamente con la edad, el IMC y su paridad.

**Tabla 2. Efecto (coeficiente y error estándar) del período de estudio en las concentraciones de compuestos organoclorados<sup>a</sup>**

	Coeficiente	Error estándar	p	% cambio
HCB	-1,04	0,14	< 0,001	-61
p,p'-DDE	-0,37	0,24	0,12	-23
$\Sigma$ PCB <sup>b</sup>	0,22	0,24	0,36	+35
$\beta$ -HCH	0,23	0,42	0,56	-55

<sup>a</sup>Cada coeficiente deriva de un modelo multivariable distinto. Cada unidad representa el cambio de pertenecer al período 1997-1999 respecto al período 1994. Las unidades se basan en unidades logarítmicas. Ajustado por edad, paridad, índice de masa corporal, tiempo de residencia en Flix y ocupación en la empresa electroquímica. <sup>b</sup>Suma de los congéneres de PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 y 180. HCB: hexaclorobenceno; p,p'-DDE: diclorodifenil dicloroetano;  $\beta$ -HCH: beta hexaclorociclohexano; PCB: bifenilos policlorados.

**Estudio sobre la asociación de algunos compuestos organoclorados con ciertas medidas antropométricas en el momento de nacer en el año 1997-1999.**  
**Ribas-Fitó N, et al. Pediatric Research (2002).**

Llevado a cabo en 72 muestras de suero materno y en 70 de suero de cordón umbilical para determinar las concentraciones de HCB, p,p'DDE,  $\beta$ -HCH y PCBs (congéneres 28, 52, 101, 118, 138, 153 y 180). La población estudiada, de la que se conocían también datos antropométricos, abarcaba a los habitantes de Flix (Tarragona) y demás municipios colindantes, pertenecientes a la misma administración sanitaria. El orden de los compuestos en función de los niveles hallados era el siguiente: HCB > DDE >  $\beta$ -HCH >  $\Sigma$ PCBs. Se observó que los hijo/as de madres fumadoras tenían los mismos niveles de HCB que los de madres no fumadoras, y que los nacidos prematuramente tenían niveles de HCB superiores.

**Asma en niños y concentraciones prenatales de DDE.**  
**Sunyer J, et al. Environmental Health Perspectives (2005).**

La siguiente investigación analiza la relación entre asma y concentraciones de DDE prenatal. En 1997, a 468 mujeres que requerían de asistencia antes del parto, se les propuso participar en un estudio longitudinal durante 4 años. Inicialmente se midió la concentración de DDE en suero del cordón umbilical y el estudio continuó hasta los 4 años. La exposición prenatal a análogos del DDT se asoció con la incidencia de asma.

**Exposición fetal al humo de tabaco en la cohorte del estudio AMICS (*Asthma Multicentre Infants Cohort Study*) de Barcelona.**  
**Pichini S, et al. Journal of Epidemiology and Community Health (2001).**

En la cohorte de los estudios AMICS que contó con la participación de 500 mujeres embarazadas se recogieron datos informativos acerca del hábito tabáquico en el tercer trimestre de la gestación durante los años 1997-98. Se determinó la concentración de cotinina en suero de cordón umbilical. Se observó que las concentraciones de cotinina eran bastante más elevadas que en otros países, lo que indica una elevada prevalencia de exposición al tabaco durante el embarazo en comparación con otros países.

---

En la tabla 12 se presenta un resumen de los compuestos que se han analizado en los informes y en los estudios más destacados revisados en este Documento-base. Naturalmente, no sería acertado otorgar el mismo valor a los informes y a los estudios, por las razones ya comentadas.

Tabla 12. Grupos de compuestos analizados en los principales informes y estudios de población general

COMPUESTOS <sup>a</sup>	Compuestos Convenio Estocolmo	INFORMES						ESTUDIOS								Total estudios
		FNR 2001	SNR 2003	TNR 2005	GerES III 2003	Nueva Zelanda 2004	Canarias 2005	Tarragona 1996	Suecia 2000	Ártico 1998	Fukuoka 2005	Alemania 2005	Flix (INMA)	Brescia 2005	Mataró 1998	
Metales	-	3	13	13	6	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	5
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs)	-	-	14	22	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Humo de tabaco	-	1	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Ftalatos	-	12	7	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Fitoestrógenos	-	-	6	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Dioxinas y furanos	✓	-	15	17	-	17	-	-	-	-	17	11	-	-	17	6
Bifenilos policlorados (PCBs)	✓	-	25	35	3	41	-	-	10	12	45	5	7	24	3	11
Plaguicidas organoclorados	✓	-	13	16	6	13	6	-	9	13	12	3	7	-	-	10
Plaguicidas organofosforados	-	11	10	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Herbicidas	-	-	5	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Desinfectantes	-	-	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Plaguicidas piretroides	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Hexabromobifenilos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
<b>Total compuestos analizados</b>	<b>-</b>	<b>27</b>	<b>116</b>	<b>148</b>	<b>21</b>	<b>71</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>19</b>	<b>25</b>	<b>74</b>	<b>19</b>	<b>14</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	

<sup>a</sup> La clasificación en grupos se basa en la del *Second National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals*

En la tabla anterior se observa que en la mayoría de los casos se han analizado los compuestos contemplados en el Convenio de Estocolmo: dioxinas, furanos, PCBs y plaguicidas organoclorados.

El *Second* y el *Third National Report* son los informes que miden más variedad y cantidad de compuestos (116 y 148, respectivamente). Además, en el *Third National Report* se analizan las concentraciones de 5 plaguicidas piretroides y organofosforados.

Un análisis en profundidad de las razones para analizar un mayor o menor número de compuestos supera los límites de este documento.<sup>5</sup> En la tabla 12 podemos ver, por ejemplo, que de los 209 posibles congéneres de los PCBs, el estudio que más de ellos ha analizado ha sido el de Masuda et al. (2005), que determinó las concentraciones de 45 congéneres. No obstante, muchos expertos han señalado que para cumplir con los objetivos de los informes puede ser suficiente analizar un número muy inferior de PCBs (por ejemplo, los congéneres 138, 153 y 180) (ver por ejemplo Hansen 1998).

Con cifras de alrededor de 20-30 compuestos analizados, el *First National Report* de EEUU y el *GerES III* alemán podrían ser puntos de referencia útiles al pensar en las primeras ediciones de los informes que próximamente se realicen en España y otros países de la Unión Europea.

Cabe recordar asimismo que este Documento-base se centra fundamentalmente, en primer lugar, en los informes realizados en población general sana, y en segundo lugar, en estudios realizados asimismo en población general sana. Por tanto, la tabla 12 no refleja los numerosos estudios de otra índole. En particular no incluye estudios realizados en poblaciones específicas ni estudios cuyo objetivo principal es estudiar *efectos* de los compuestos. Obviamente, algunos de tales estudios incluyen un número elevado de personas y aportan información relevante sobre las concentraciones de los compuestos.

En las páginas siguientes la tabla 13 pasa del nivel 'grupo' de compuestos a detallar los *compuestos concretos* que han sido analizados en los principales informes y estudios realizados en población general sana.

---

<sup>5</sup> Y, en cambio, constituye uno de los principales objetos de trabajo del Encuentro (especialmente durante las sesiones del miércoles 21 por la mañana).

Tabla 13. Compuestos analizados en los principales informes y estudios realizados en población general sana<sup>a</sup>

GRUPO	COMPUESTO	FNR	SNR	TNR	GerES III	FLEHS	Nueva Zelanda	Canarias	Tarragona	Suecia	Ártico	Alemania	Fukuoka	Brescia	TOTAL
<b>METALES</b>	Plomo	X	X	X	X										4
	Cadmio	X	X	X	X										4
	Mercurio	X	X	X	X				X						5
	Cobalto		X	X											2
	Uranio		X	X											2
	Antimonio		X	X											2
	Bario		X	X											2
	Berilio		X	X											2
	Cesio		X	X											2
	Molibdeno		X	X											2
	Platino		X	X	X										3
	Talio		X	X											2
	Tungsteno		X	X											2
	Arsénico					X									1
	Oro					X									1
<b>HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (HAPs)</b>	1-Hidroxibenzo(a)antraceno		X	X											2
	3-Hidroxibenzo(a)antraceno		X	X											2
	9-Hidroxibenzo(a)antraceno			X											1
	1-Hidroxibenzo(c)fenantreno		X	X											2
	2-Hidroxibenzo(c)fenantreno		X	X	X										3
	3-Hidroxibenzo(c)fenantreno		X	X	X										3
	1-Hidroxicriseno			X											1
	2-Hidroxicriseno			X											1
	3-Hidroxicriseno		X	X											2
	4-Hidroxicriseno			X											1
	6-Hidroxicriseno		X	X											2
	2-Hidroxifluoreno		X	X											2
	3-Hidroxifluoreno		X	X											2
	9-Hidroxifluoreno			X											1
	1-Hidroxifenantreno		X	X	X										3
	2-Hidroxifenantreno		X	X											2
	3-Hidroxifenantreno		X	X											2
	4-Hidroxifenantreno			X											1
	9-Hidroxifenantreno			X											1
	1-Hidroxipireno		X	X	X										3
	3-Hidroxibenzo(a)pireno			X											1
	1-hidroxinaftaleno			X											1
2-Hidroxinaftaleno			X											1	

GRUPO	COMPUESTO	FNR	SNR	TNR	GerES III	FLEHS	Nueva Zelanda	Canarias	Tarragona	Suecia	Ártico	Fukuoka	Alemania	Brescia	TOTAL
<b>HUMO DE TABACO</b>	Cotina	X	X	X	X										4
	Nicotina				X										1
<b>FTALATOS</b>	Mono-metil ftalato	X		X											2
	Mono-etil ftalato	X	X	X											3
	Mono-n- butil ftalato	X	X	X											3
	Mono-isobutil ftalato	X		X											2
	Mono-benzil ftalato	X	X	X											3
	Mono-ciclohexil ftalato	X	X	X											3
	Mono-2 etilhexilftalato	X	X	X											3
	Mono-(2-etil-5-oxohexil) ftalato	X		X											2
	Mono-(2etil-5-hidroxihexil) ftalato	X		X											2
	Mono-(3carboxipropil) ftalato	X		X											2
	Mono- n -octil ftalato	X	X	X											3
Mono-isononil ftalato	X	X	X											3	
<b>FITOESTRÓGENOS</b>	Daidzeina		X	X											2
	Enterodiol		X	X											2
	Enterolactona		X	X											2
	Equol		X	X											2
	Genisteina		X	X											2
	O-desmetilangolensina		X	X											2
<b>DIOXINAS Y FURANOS</b>	1,2,3,4,6,7,8,9 OCCD		X	X			X					X	X		5
	1,2,3,4,6,7,8 HpCDD		X	X			X					X			4
	1,2,3,4,7,8 HxCDD			X			X					X	X		4
	1,2,3,6,7,8 HxCDD		X	X			X					X			4
	1,2,3,7,8,9 HxCDD		X	X			X					X			4
	1,2,3,7,8 PeCDD		X	X			X					X	X		5
	2,3,7,8 TCDD		X	X			X					X	X		5
	1,2,3,4,6,7,8,9 OCDF		X	X			X					X	X		5
	1,2,3,4,6,7,8 HpCDF		X	X			X					X			4
	1,2,3,4,7,8,9 HpCDF		X	X			X					X			4
	1,2,3,4,7,8 HxCDF		X	X			X					X			4
	1,2,3,6,7,8, HxCDF		X	X			X					X			4
	1,2,3,7,8,9 HxCDF			X			X					X			3
	1,2,3,7,8, PeCDF		X	X			X					X	X		5
	2,3,4,6,7,8 HxCDF		X	X			X					X			4
	2,3,4,7,8 PeCDF		X	X			X					X	X		5
	2,3,7,8 TCDF		X	X			X					X	X		5

GRUPO	COMPUESTO	FNR	SNR	TNR	GerES III	FLEHS	Nueva Zelanda	Canarias	Tarragona	Suecia	Ártico	Fukuoka	Alemania	Brescia	TOTAL	
BIFENILOS POLICLORADOS (PCBs)	PCB 18						X								1	
	PCB 28		X	X		X	X			X	X	X		X	8	
	PCB 31													X	1	
	PCB 33														-	
	PCB 46											X			1	
	PCB 47														-	
	PCB 49						X								1	
	PCB 44					X	X								2	
	PCB 51														-	
	PCB 52		X	X		X				X	X	X		X	7	
	PCB 56											X			1	
	PCB 60											X			1	
	PCB 61											X			1	
	PCB 66		X	X		X	X					X			5	
	PCB 74		X	X		X	X					X			5	
	PCB 77					X	X							X	4	
	PCB 81		X	X		X	X							X	X	6
	PCB 87				X		X									2
	PCB 89												X			1
	PCB 90											X				1
	PCB 99		X	X		X	X					X				6
	PCB 101		X	X		X	X			X		X			X	7
	PCB 105		X	X		X	X			X	X	X		X	X	9
	PCB 106											X				1
	PCB 110					X	X									2
	PCB 118		X	X		X	X			X		X				6
	PCB 114											X		X	X	3
	PCB 118											X	X	X	X	4
	PCB 122															0
	PCB 123													X	X	2
PCB 126		X	X		X	X							X	X	6	
PCB 128		X	X		X	X					X			X	6	
PCB 130												X			1	
PCB 133												X			1	
PCB 137												X			1	
PCB 138		X	X		X	X			X	X	X			X	9	
PCB 141															-	
PCB 146		X	X				X					X			4	
PCB 149				X		X	X								3	

GRUPO	COMPUESTO	FNR	SNR	TNR	GerES III	FLEHS	Nueva Zelanda	Canarias	Tarragona	Suecia	Ártico	Fukuoka	Alemania	Brescia	TOTAL
<b>BIFENILOS POLICLORADOS (PCBs), continuación</b>	PCB 151			X			X								2
	PCB 153		X	X	X	X	X			X	X	X		X	9
	PCB 156		X	X		X	X			X	X	X	X	X	9
	PCB 157		X	X		X	X					X	X	X	7
	PCB 158			X			X								2
	PCB 163											X			1
	PCB 164											X			1
	PCB 167		X	X		X	X			X			X	X	6
	PCB 169		X	X		X	X						X	X	5
	PCB 170		X	X		X	X				X	X		X	7
	PCB 171											X			1
	PCB 172		X	X			X								3
	PCB 177		X	X			X					X			4
	PCB 178		X	X			X					X			4
	PCB 180		X	X		X	X			X	X	X		X	9
	PCB 182											X			1
	PCB 183		X	X			X	X				X	X		6
	PCB 187		X	X			X	X				X	X		6
	PCB 189			X				X				X	X	X	5
	PCB 190											X			1
	PCB 194			X			X	X				X		X	5
	PCB 195			X				X				X			3
	PCB 196			X				X							2
PCB 198											X			1	
PCB 199				X										1	
PCB 201							X							1	
PCB 202												X		1	
PCB 203				X			X					X		3	
PCB 206				X			X					X	X	4	
PCB 209		X					X						X	3	



GRUPO	COMPUESTO	FNR	SNR	TNR	GerES III	FLEHS	Nueva Zelanda	Canarias	Tarragona	Suecia	Ártico	Fukuoka	Alemania	Brescia	TOTAL
PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADOS	Dimetilfosfato	X	X	X											3
	Dimetiltiofosfato	X	X	X											3
	Dimetilditiofosfato	X	X	X											3
	Dietilfosfato	X	X	X											3
	Dietilditiofosfato	X	X	X											3
	Ácido malatión dicarboxílico	X	X												2
	Para- nitrofenol	X	X	X											3
	3,5,6- Tricloro-2-piridinol	X	X	X											3
	2-Isopropil-4 metil 6-hidroxipirimidina	X	X	X											3
	2-(dietilamino)-6 metilpirimidin-4 ol/ona	X		X											2
	3-cloro-7-hidroxi-4-metil-2H-cromen 2 ol/ona.	X		X											2
PLAGUICIDAS ORGANOCLORADOS	Hexaclorbenzeno		X	X	X	X	X			X	X	X	X		9
	Alfa-Hexaclorciclohexano				X					X					2
	Beta-Hexaclorciclohexano		X	X	X		X			X	X	X	X		8
	γ-Hexaclorciclohexano		X	X	X	X	X			X			X		7
	p,p'-DDT		X	X		X	X	X		X	X	X			8
	p,p'-DDE		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X		10
	p,p' DDD							X				X			1
	o,p'-DDD							X							1
	o,p'-DDT		X	X			X	X		X					5
	o,p'-DDE							X					X		2
	Oxiclordano		X	X			X			X	X	X			6
	trans-Nonacloro		X	X			X			X	X	X			6
	Heptaclor epoxido		X	X			X				X	X			5
	Mirex		X	X			X				X				4
	Pentaclorofenol		X	X	X	X									4
	2,4,5- Triclorofenol		X	X											2
	2,4,6-Triclorofenol		X	X											2
	Aldrina			X				X							2
	Endrina			X				X							2
	Dieldrina			X				X			X	X			4
Toxafeno														-	

GRUPO	COMPUESTO	FNR	SNR	TNR	GerES III	FLEHS	Nueva Zelanda	Canarias	Tarragona	Suecia	Ártico	Fukuoka	Alemania	Brescia	TOTAL
<b>PLAGUICIDAS CARBAMATOS</b>	1- Naptol		X												1
	2-Isopropoxifenol		X	X											2
	Carbofuranfenol		X												1
<b>HERBICIDAS</b>	Ácido 2,4,5-Triclorofenoxiacético		X	X											2
	Acid 2,4 Diclorofenoxiacético		X	X											2
	2,4- Diclorofenol		X	X											2
	Atrazine mercapturato		X	X											2
	Alaclor mercapturato		X												1
	Acetoclor mercapturato			X											1
	Metolaclor mercapturato			X											1
<b>DESINFECTANTES</b>	2-Naptol		X												1
	2,5- Diclorofenol		X	X											2
	N,N dietil-3 metilbenzamida		X	X											2
	Orto-fenilfenol		X	X											2
<b>PLAGUICIDAS PIRETROIDES</b>	Ácido 4-fluoro 3 fenoxibenzoico			X											1
	Ácido cis 3- (2,2 dilorovinil)-2,2-dimetilcicopropà carboxílico			X											1
	Ácido trans 3-(2,2 dilorovinil)-2,2-dimetilcicopropà carboxílico			X											1
	Ácido cis 3- (2,2 dibromovinil)-2,2-dimetilcicopropà carboxílico			X											1
	Ácido 3-Fenoxibenzoico			X											1
<b>HEXABROMOBI-FENILOS</b>	Hexabromobifenilos												X		1

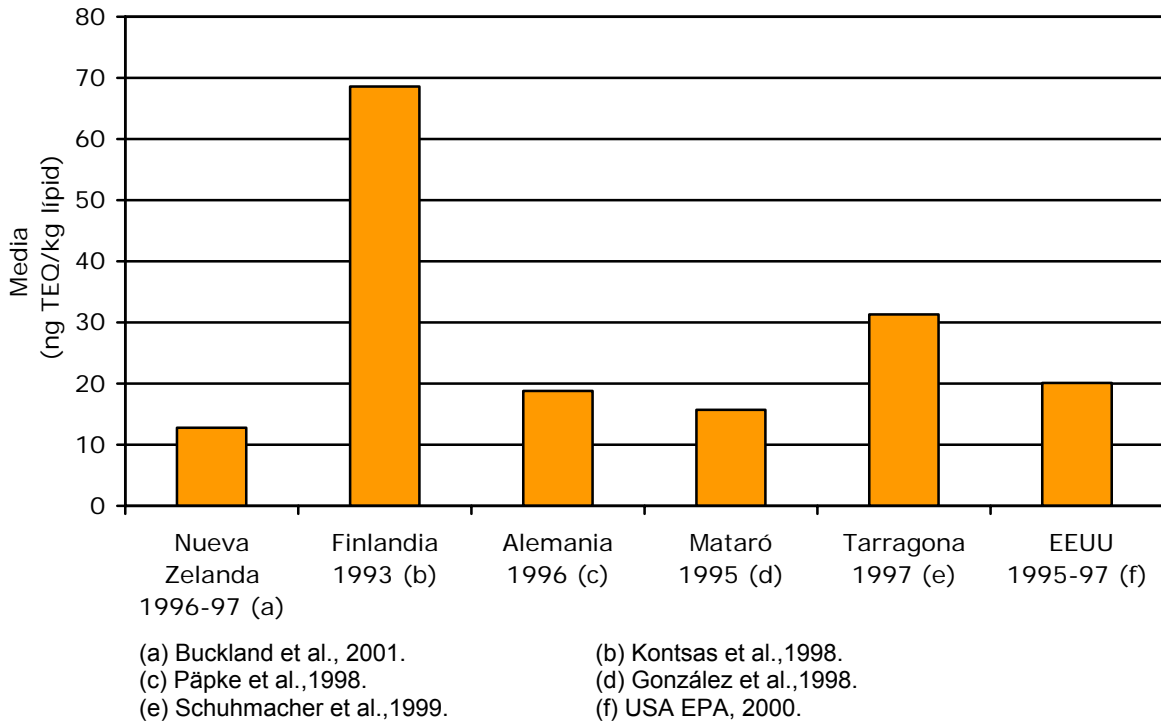
<sup>a</sup> La clasificación en grupos se ha hecho en base a la clasificación del Second National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals

De los datos resumidos en la tabla anterior merece la pena destacar en especial que los 3 metales más analizados son plomo, cadmio y mercurio; y que, hasta la fecha, los ftalatos, fitoestrógenos, plaguicidas organofosforados, plaguicidas piretroides y carbamatos, herbicidas y desinfectantes sólo se han cuantificado en los estudios realizados en EEUU. También sorprende que la mayoría de dioxinas y furanos se precisan sólo en 5 estudios y, por el contrario, los PCBs se determinan en numerosos trabajos; los congéneres más analizados son los 105, 138, 153, 156 y 180.

### ¿Son similares los métodos de los diferentes estudios? (1)

Esta (la anterior) es la pregunta que procede hacerse antes de interpretar figuras como la siguiente:

**Figura 6. Concentraciones de PCDDs y PCDFs (dioxinas y furanos) en suero de poblaciones de diferentes países**



La figura 6 sugiere que los niveles más elevados se encuentran en Finlandia y los más bajos, en Nueva Zelanda. Llama la atención la diferencia entre los valores de Mataró y Tarragona (unos duplican a los otros) siendo poblaciones muy cercanas...

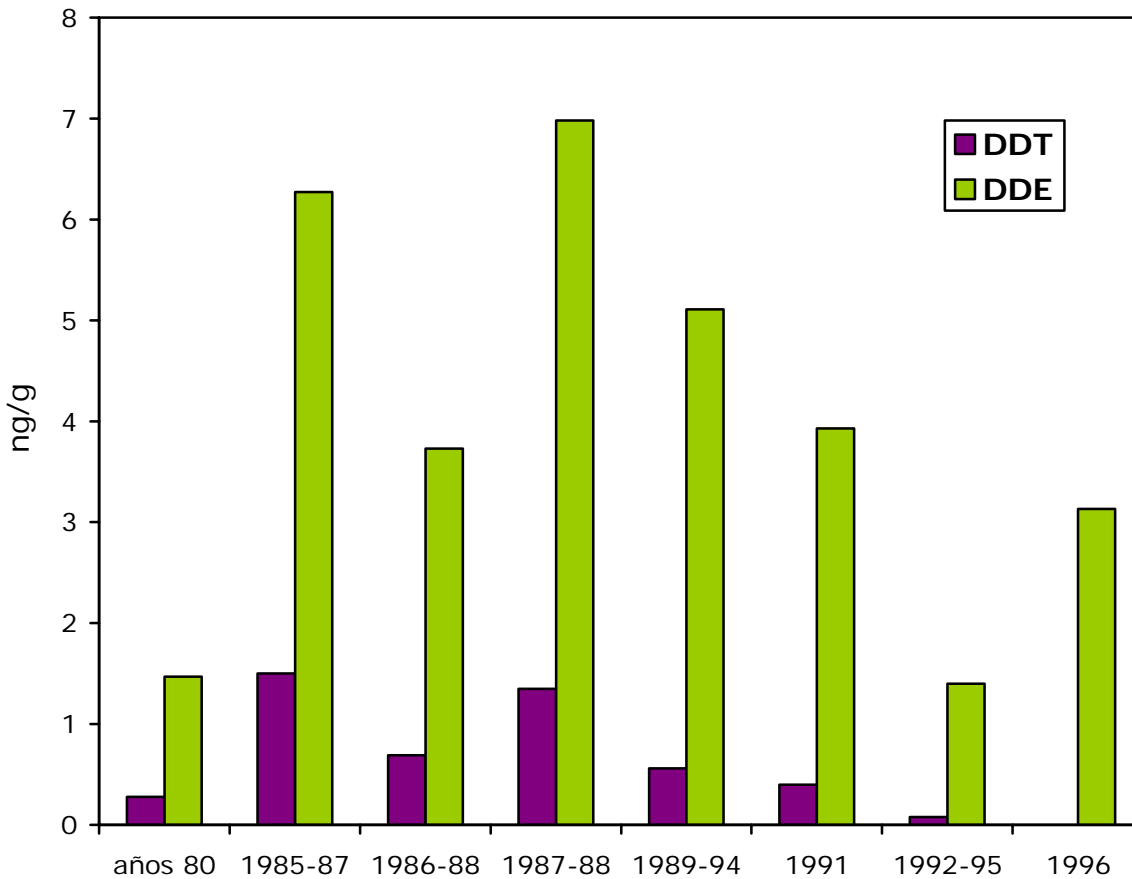
Sin embargo, a nuestro juicio es fundamental recordar que la gran diversidad de los métodos utilizados en cada estudio para seleccionar a los individuos hace muy problemática –o simplemente, inadecuada– la comparación de las cifras.

Por supuesto, tampoco pueden olvidarse otras diferencias en los métodos y técnicas empleadas en los diferentes estudios. De modo muy especial, las complejas técnicas de análisis de los niveles de CTPs, que no sólo difieren entre los estudios si no que, por añadidura, han experimentado cambios profundos en las últimas décadas. La cautela es pues especialmente necesaria al comparar resultados de muestras obtenidas en distintos momentos.

Todo lo anterior es aplicable a la figura 7 (página siguiente), aunque sus datos se refieran sólo a España.

## ¿Son similares los métodos de los diferentes estudios? (y 2)

Figura 7. ¿Tendencias de las concentraciones de CTPs en la población española?



Porta et al. (Gac Sanit 2002).

Cualquier elucubración sobre el significado de estas “barras” es futil: los datos introducidos en powerpoint son los que se detallan en la tabla 14 (página siguiente). Como puede observarse en ella, la mayoría de estudios presentan más diferencias metodológicas entre ellos que similitudes.

**Tabla 14. Principales características y resultados de diversos estudios españoles sobre niveles en humanos de DDT y DDE**

<b>Autor (año publicación)*</b>	<b>Año<sup>a</sup></b>	<b>Lugar</b>	<b>Población</b>	<b>Muestra</b>
Perez de Ciriza et al. (1988)	1980s	Navarra	Agricultores	Suero
Perez de Ciriza et al. (1988)	1980s	Navarra	Madres que habían alumbrado 4-5 días antes	Leche materna
Camps et al. (1989)	1985-87	Lleida	Autopsias	Tejido adiposo abdominal
Martí Lloret et al. (1988)	1987	Alicante	Autopsias y pacientes intervenidos quirúrgicamente	Tejido adiposo abdominal
Gómez-Catalán et al. (1993)	1985-87	Lleida	Autopsias	Tejido adiposo abdominal
Ídem.	1986-88	Olot (Garrotxa, Girona)	Pacientes intervenidos quirúrgicamente	Tejido adiposo abdominal
Ídem.	1987-88	Barcelona	Autopsias	Tejido adiposo abdominal
Ídem.	1987-88	Tarragona	Pacientes intervenidos quirúrgicamente	Tejido adiposo abdominal
Barrotx et al. (1995)	1989-94	Lleida	Autopsias, excluyendo muertos por intoxicación	Tejido adiposo abdominal
Hernández et al. (1993)	1991	Madrid	Madres de una área urbana de Madrid	Leche materna
Gómez-Catalán et al. (1995)	1991	Navarra	Pacientes intervenidos quirúrgicamente	Tejido adiposo abdominal
Martínez et al. (1993)	1992	Huelva	Madres y sus hijos recién nacidos	Sangre materna y de cordón umbilical y leche materna
Porta et al. (1999, 2000)	1992-95	Barcelona, Mallorca y Elche	Pacientes con cáncer de páncreas exocrino	Suero
Ídem.	1995	Barcelona	Controles hospitalarios del estudio anterior	Suero
Sala et al. (1999)	1994	Flix (Taragona)	Muestra aleatoria de la población general	Suero
Van't Veer et al. (1997)	1996	Málaga	Mujeres posmenopáusicas con cáncer de mama	Grasa subcutánea
Ídem.	1996	Málaga	Controles del estudio anterior	Grasa subcutánea
Sala et al. (2001)	1997-99	Flix y cercanías	Madres y sus hijos recién nacidos	Sangre materna y de cordón umbilical

\*Pueden hallarse las citas bibliográficas completas en *Gaceta Sanitaria* 2002; 16 (3): 257-266.

<sup>a</sup>Estimación del año de recogida de las muestras.

[ continúa ]

**Tabla 14, continuación**

<b>Autor (año publicación)*</b>	<b>Método analítico</b>	<b>Número Hombres</b>	<b>Número Mujeres</b>	<b>Edad</b> Media (DT)	<b>Concentración DDT</b> Media (DT)	<b>Unidades</b>	<b>Concentración DDE</b> Media (DT)
Perez de Ciriza et al. (1988)	CG-DCE	147	0	49,6 (10,9)	5,46 (2,50)	ng/mL	15,17 (12,20)
Perez de Ciriza et al. (1988)	CG-EM	NA	45	26,7 (5,5)	0,28 (0,36)	µg/g	1,47 (0,96)
Camps et al. (1989)	CG-DCE	71	16	ND ND	1,50 (0,89)	µg/g	6,27 (5,67)
Martí Lloret et al. (1988)	CG	5	8	45 ND	6,20 (9,18)	µg/g	ND ND
Gómez-Catalán et al. (1993)	CG-DCE	41	12	51 (22)	1,40 (0,85)	µg/g	6,84 (6,13)
Ídem.	CG-DCE	23	27	54 (22)	0,69 (0,35)	µg/g	3,73 (2,37)
Ídem.	CG-DCE	41	27	57 (22)	1,35 (0,80)	µg/g	6,98 (6,85)
Ídem.	CG-DCE	35	50	55 (18)	1,20 (0,84)	µg/g	6,03 (5,32)
Barrotx (1995)	CG-DCE	51	26	ND ND	0,56 (0,56)	µg/g	5,11 (4,44)
Hernández et al. (1993)	CG-DCE	0	51	29 ND	0,01 ND	µg/g	0,60 ND
Gómez-Catalán et al. (1995)	CG-DCE	ND	ND	ND ND	0,40 (0,43)	µg/g	3,93 (4)
Martínez et al. (1993)	CG-EM	NA	50	ND ND	1,62 <sup>b</sup> ND	µg/g	ND ND
Porta et al. (2001)	CG-DCE	28	23	66 (12)	0,21 (0,25)	µg/g	2,73 (2,79)
Ídem.	CG-DCE	12	14	73 (10)	0,08 (0,11)	µg/g	1,40 (1,06)
Sala et al. (1999)	CG-DCE	249	359	50,2 47,9	0,94 ND	ng/mL	9,61 ND
Van't Veer et al. (1997)	CG-DCE	NA	56	62 ND	ND ND	µg/g	2,56 ND
Ídem.	CG-DCE	NA	64	62 ND	ND ND	µg/g	3,13 ND
Sala et al. (2001)	CG-DCE	NA	72	30,5 4,7	0,27 (0,52)	ng/mL	3,20 (3,46)

<sup>b</sup>Suma de análogos del DDT. DT: Desviación típica. CG: Cromatografía de gases. CG-DCE: Cromatografía de gases con detección por captura de electrones. CG-EM: Cromatografía de gases con espectrometría de masas. ND: no disponible. NA: no aplicable. ng/mL equivale a partes por billón (ppb) (billón: en la acepción anglosajona, es decir, mil millones). µg/g equivale a partes por millón (ppm) – ver apartado 7 al final del documento.

\*Pueden hallarse las citas bibliográficas completas en *Gaceta Sanitaria* 2002; 16 (3): 257-266.

## 4. ESTUDIOS AD HOC EN POBLACIONES NO GENERALES

### 4.1. INTRODUCCIÓN

A continuación se hace referencia a varios artículos que miden distintas cantidades de compuestos tóxicos persistentes (CTPs), aunque no sobre muestras de la población general, sino de subpoblaciones o de pacientes afectados por alguna enfermedad. Algunos de estos estudios incluso se han realizado en tejidos humanos poco habituales. Se ha incluido este apartado para disponer de una idea más detallada acerca de qué productos tóxicos están siendo analizados por la comunidad científica internacional.

### 4.2. GRUPOS DE INVESTIGACIÓN NACIONALES

Recordemos que la relación de trabajos no pretende ser exhaustiva si no sólo ilustrativa.

#### **Estudio sobre concentraciones de plaguicidas organoclorados en mujeres del sureste español sometidas a cirugía.**

**Botella B, et al. Environmental Research (2004).**

Efectuado en sangre y tejido adiposo de 200 mujeres posmenopáusicas que habían sido intervenidas quirúrgicamente en las provincias de Granada y Almería; éstos y otros datos se muestran en la tabla 16. Se recogieron durante la intervención 200 mg de grasa y 10 ml de sangre de cada persona. Los compuestos analizados fueron los siguientes: aldrina, endrina, dieldrina, endosulfan-éter, endosulfan-lactone, endosulfan-diol, endosulfan-sulfato, endosulfan I, endosulfan II, lindano, o,p'-difenil-tricloroetano (DDT), p,p'-DDT, p,p'-DDD, p,p'-DDE y metoxicloro. Los resultados reflejaron la existencia de DDT tanto en suero (76,5%) como en tejido adiposo (39%); los demás compuestos aparecían en menor porcentaje.

#### **Influencia de hábitos alimentarios sobre las concentraciones de plaguicidas organoclorados en tejido adiposo en los años 1996-1997.**

**Costabeber I, et al. Ciência e Tecnologia de Alimentos (2002).**

Investigación llevada a cabo en la ciudad española de Córdoba. Fueron evaluados los niveles de DDE, hexaclorobenceno(HCB);  $\gamma$ -HCH (lindano) y aldrina, en 123 muestras de tejido adiposo de glándulas mamarias femeninas provenientes de mujeres intervenidas quirúrgicamente (tabla 15). Se observó una correlación significativa entre la dieta y los niveles de residuos organoclorados en el tejido mamario, a excepción del lindano.

**Tabla 15. Frecuencia de determinación, desviación típica, niveles de plaguicidas organoclorados detectado en las muestras**

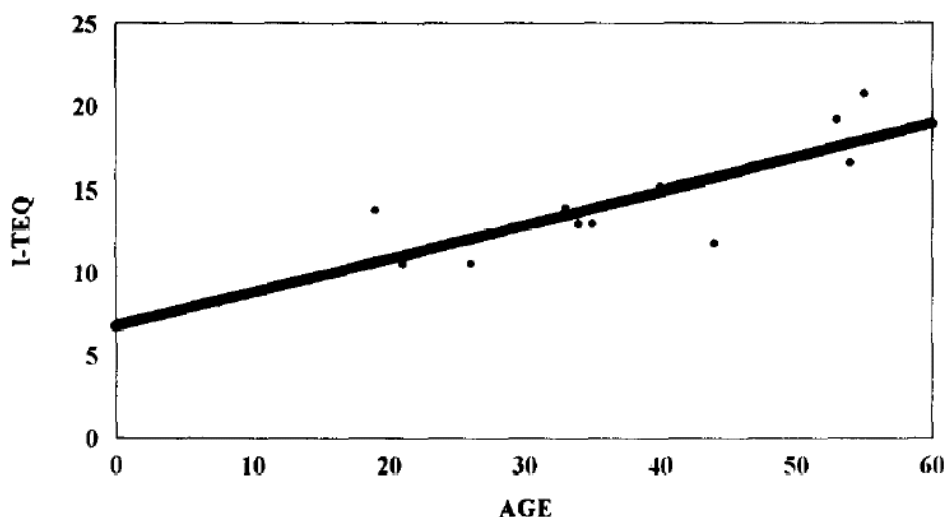
Compuestos	Frecuencia de Determinación (%)	Valor Medio ( $\mu\text{g/g}$ )	Desviación Típica	Límite de Detección ( $\mu\text{g/mL}$ )	Valor Mínimo ( $\mu\text{g/g}$ )	Valor Máximo ( $\mu\text{g/g}$ )
HCB	99	0,235	0,224	0,0002	ND	1,294
$\gamma$ -HCH	15	0,003	0,012	0,0006	ND	0,110
Aldrin	64	0,005	0,009	0,0004	ND	0,029
p,p'-DDE	100	1,848	2,192	0,0003	0,019	17,992

Los valores medios de DDT encontrados en las muestras y reflejados en la tabla anterior fueron elevados. Además, hay que destacar la frecuencia de determinación del DDT junto con la del HCB: 100% y 99%, respectivamente.

**Estudio realizado en Madrid sobre las concentraciones de dioxinas, furanos y bifenilos policlorados (PCBs) no coplanares en una población no expuesta a ellos en el año 1993. Jiménez B, et al. Chemosphere (1996).**

Llevado a cabo en 11 donantes de sangre de la ciudad de Madrid, en 1993, no expuestos laboralmente a dioxinas u otros compuestos relacionados. El rango de edad de los donantes era de entre 19 y 55 años. Aproximadamente a cada individuo se le extrajeron 200 g de suero. Los compuestos analizados fueron los siguientes: dioxinas, furanos y PCBs no coplanares (77, 126 y 169). También se observaron las concentraciones de acuerdo a la edad de los donantes. Las analíticas determinaron que las concentraciones de dioxinas y furanos son directamente proporcionales a la edad, como se aprecia en la siguiente recta de regresión.

**Figura 8. La concentración total de dioxinas y furanos de cada individuo en relación con la edad**



**Estudio sobre residuos de HCH y DDT en grasa humana de la población de Murcia. Molina C, et al. Annals of Agricultural and Environmental Medicine (2005).**

Se recogieron 231 muestras de tejido adiposo de personas a las que se practicaba cirugía abdominal en cuatro zonas (Murcia, Cartagena, Lorca y Yecla). A los participantes se les cuestionó acerca de su edad, sexo, residencia previa, trabajo, razón de la intervención quirúrgica, enfermedades metabólicas y estado nutricional. Los individuos con exposición laboral o accidental a los plaguicidas fueron excluidos. Los resultados indicaron que un 63,2% de las muestras contenían compuestos organoclorados.

**Estudio realizado mediante las autopsias de 15 sujetos en tejido adiposo para valorar las concentraciones de dioxinas y furanos en la ciudad de Tarragona. Schuhmacher M, et al. Chemosphere (1999).**

Basado en muestras de tejido adiposo de 15 individuos muertos sometidos a autopsia para determinar las concentraciones de dioxinas y furanos. La edad de las personas era de entre 30 y 83 años. Cinco de los individuos eran mujeres y diez, hombres. Para que fueran incluidos en el estudio debían haber vivido en la ciudad al menos 10 años antes de su muerte. Para saber la exposición a dioxinas y furanos y el tiempo de residencia en la ciudad se contactó con los familiares. Se apreció que los habitantes de zonas más industrializadas tenían niveles más



elevados que los residentes en el centro de la ciudad, aunque la diferencia no fue significativa, como es de esperar, dada la exigua potencia estadística del estudio.

**Estudio sobre las concentraciones de dioxinas y furanos en la población de Tarragona. Schuhmacher M, et al. Chemosphere (1999).**

Efectuado en 20 individuos (7 mujeres y 13 hombres) que vivieron en los últimos 10 años en la ciudad de Tarragona, se les determinaron las concentraciones de dioxinas y furanos. El rango de edad de los participantes en el estudio fue de 28 a 62 años. A cada persona se le extrajo 250 ml de sangre venosa. Además, se consideraron las siguientes variables antropogénicas: edad, sexo y lugar de residencia. Se apreció una relación directamente proporcional entre la edad del individuo y la correspondiente concentración de dioxinas y furanos en suero.

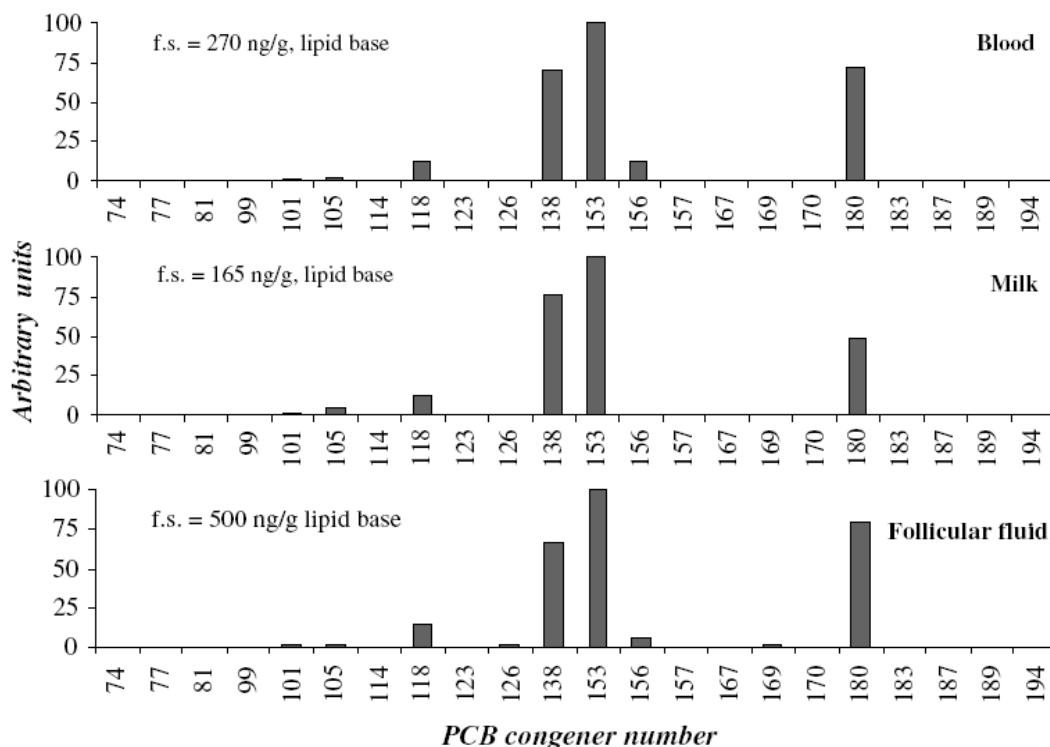
**4.3. GRUPOS DE INVESTIGACIÓN INTERNACIONALES**

**Estudio realizado en fluido folicular sobre la concentración de compuestos orgánicos persistentes en el 2000.**

**DeFelip E, et al. Environmental Contamination and Toxicology (2004).**

Determina las concentraciones en líquido folicular humano de los siguientes compuestos: PCBs (74, 77, 81, 99, 101, 105, 114, 118, 123, 126, 138, 153, 156, 157, 167, 169, 170, 180, 183, 187, 189 y 194) algunos de los cuales aparecen en las siguientes figuras, p,p'-DDE, p,p'-DDD, p,p'-DDT, HCB, dioxinas y furanos. Los compuestos anteriores se analizaron en sólo 12 mujeres. Las autoras sugieren que las concentraciones de CTPs encontradas en el líquido folicular podrían ser causa de efectos negativos en la competencia biológica de los oocitos y afectar negativamente la salud reproductiva de las mujeres estudiadas.

**Figura 9. Concentración de PCBs en sangre<sup>a</sup>, leche materna<sup>a</sup> y líquido folicular**



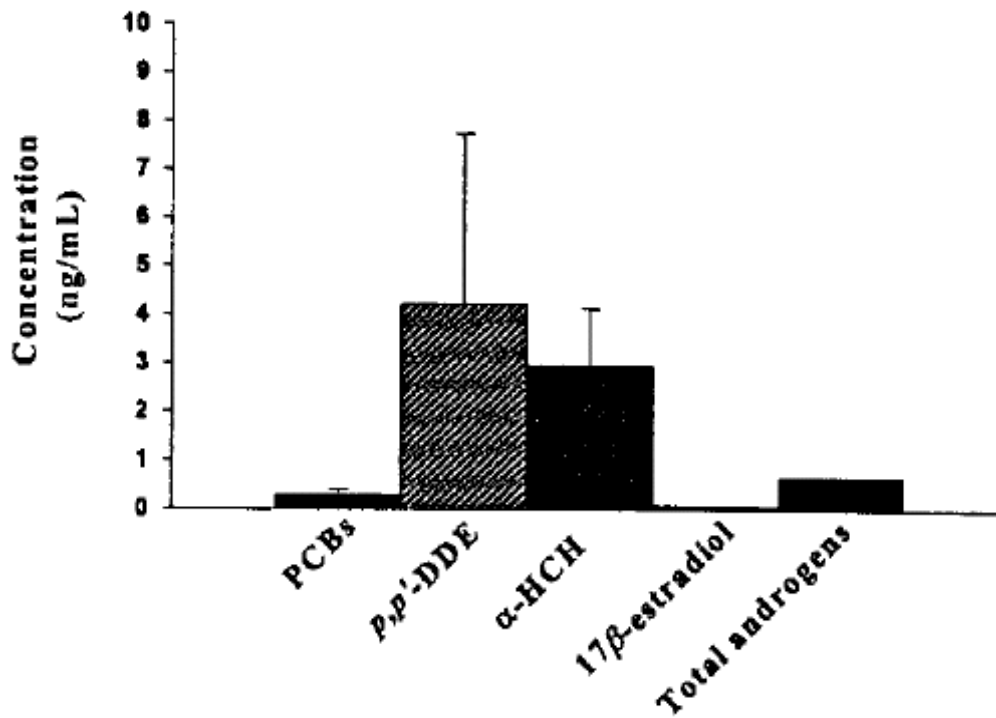
<sup>a</sup>Las analíticas en sangre (Wuthe et al. 1996) y leche materna (WHO 1996) pertenecen a otros estudios.

Las figuras anteriores muestran la gran similitud existente en el patrón de concentraciones de PCBs en diferentes tejidos.

**Detección de productos químicos capaces de producir disrupción endocrina en muestras de líquido amniótico humano en el segundo trimestre de gestación. Foster W, et al. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism (2000).**

Estudio efectuado a 51 mujeres embarazadas, de entre 28 y 42 años, no fumadoras. La amniocentesis se realizó entre las semanas 15 y 23 de gestación. Las pacientes mostraban un nivel de  $\alpha$ -fetoproteína elevado. También se investigó su historial familiar de anomalías cromosómicas y sus niveles de ansiedad. Los compuestos analizados fueron: congéneres comunes de PCBs, DDE, HCB, HCH (figura 10). Se observaron concentraciones de p,p'-DDE y de  $\alpha$ -HCH similares o superiores a las de las hormonas naturales. Por supuesto, la potencia hormonal de éstas es muy superior, afortunadamente, que la de los CTPs.

Figura 10. Comparación de las concentraciones en líquido amniótico de hormonas naturales y de PCBs, p,p'-DDE y  $\alpha$ -HCH PCBs (Los Ángeles, EEUU)



**Estudio realizado en niñas Mohawk sobre CTPs y la edad de la menarquia.  
Denham M, et al. Pediatrics (2005).**

En él se ha observado la edad de la menarquia en relación a seis compuestos tóxicos ambientales a los que los niños están frecuentemente sometidos a dosis bajas: p,p'-DDE, HCB, plomo, mercurio y PCBs (congéneres 52, 70, 74, 84, 87, 95, 99, 101, 105, 110, 118, 138, 149, 153, 180, 187). Se preguntó a los padres acerca de la situación familiar, educación, estado civil, tamaño y condiciones de la casa, número de vehículos de motor y antigüedad del vehículo más reciente.

**Estudios en Corea sobre concentraciones de dioxinas, furanos, PCB y éteres difenilos polibrominados (PBDEs) en muestras de sangre humana en el año 2001.  
Kim BH, et al. Science of the Total Environment (2005).**

Realizado en 22 individuos de población general sana y en 13 trabajadores de una incineradora de Corea. Se midieron las concentraciones de los siguientes compuestos: dioxinas, furanos, PBDEs y PCBs. Se determinó la edad, el peso y el Índice de Masa Corporal (IMC) de cada persona. Las concentraciones de PBDEs encontradas en los trabajadores de la incineradora eran más elevadas que las de la "población normal". Los autores proponen que el BDE 47 puede ser un indicador de las concentraciones de PBDE, de forma similar a como el PCB 153 es un posible indicador de las concentraciones de PCBs.

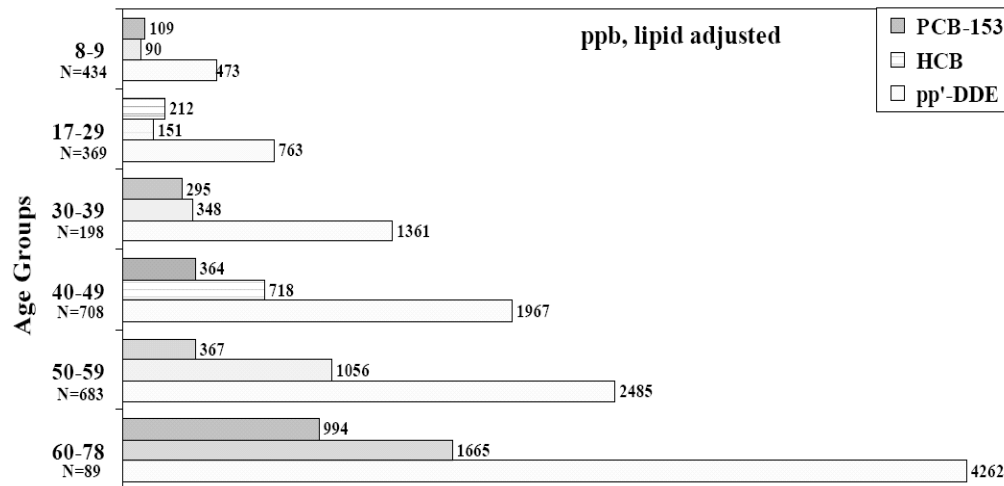
**Estudio realizado en 420 individuos fineses sobre las concentraciones de dioxinas, furanos y PCB en los años 1997-1999.  
Kiviranta H, et al. Chemosphere (2005).**

Llevado a cabo en tejido adiposo obtenido en operaciones de apendectomía. El total de sujetos analizados fueron 420. Se midieron las concentraciones de 17 dioxinas y furanos y de 36 PCBs (77, 126, 169, 18, 28/31, 33, 47, 49, 51,52, 60, 66, 74, 99, 101, 105, 110, 114, 118, 122, 123, 128, 138, 141, 153, 156, 157, 167, 170, 180, 183, 187, 189, 194, 206, 209). Los sujetos del estudio fueron clasificados de acuerdo a la edad ( ≤46 años y >46 años) y al lugar de residencia (costa, capital o interior), y valorados según el tipo de lactancia y el consumo de pescado. El soporte financiero fue de la *European Comisión* y de la *Suomen Akatemia* (Academia de Finlandia). Los resultados obtenidos mostraban unas concentraciones mayores de dioxinas, furanos y PCBs en la población costera que en la interior, quizá debido al mayor consumo de pescado procedente del Báltico en la población costera.

**Estudio realizado en Eslovaquia en individuos potencialmente expuestos a compuestos organoclorados en 2001-2002.**  
**Kocan A, et al. Organohalogen Compounds (2004).**

Formando parte del proyecto PCB RISK ([www.pcbrisk.sk](http://www.pcbrisk.sk)), su objetivo fue evaluar los PCBs y algunos plaguicidas organoclorados en 2049 adultos y 460 niños de distritos donde se suponía una elevada concentración de PCBs debido a la industria existente. También se evaluó la exposición de los individuos a dioxinas y furanos. La figura 11 confirma que, debido a la exposición reiterada a los PCBs, estos se bioacumulan en el organismo: a mayor edad se hallaron concentraciones mayores

**Figura 11. Concentraciones de PCB-153, HCB y DDE en sangre clasificadas según la edad**



**Biomonitorización de metales carcinogénicos y daños en el ADN, estudio transversal de los años 1993-1994.**  
**Merzenich H, et al. Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention (2001).**

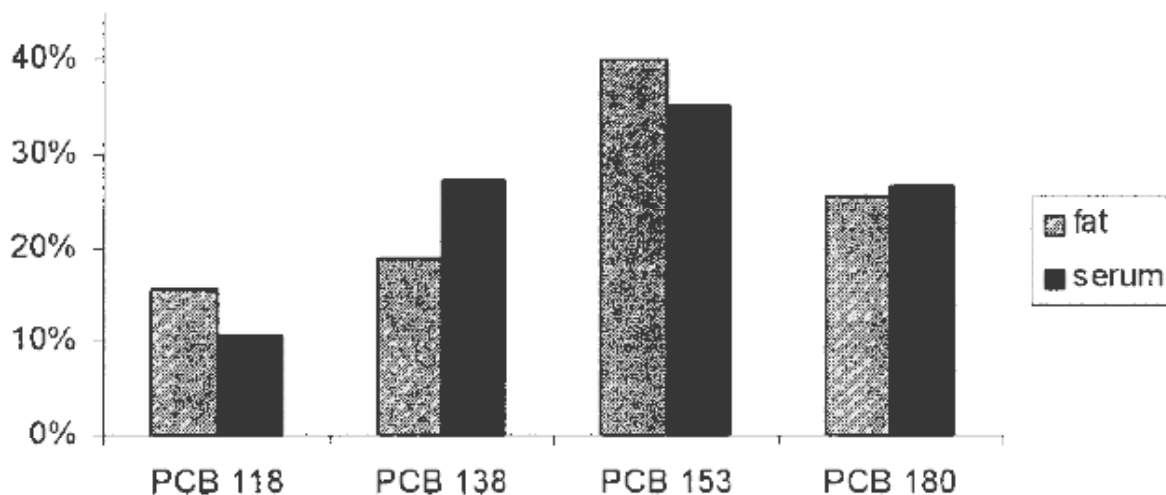
Realizado en la ciudad de Bremen (Alemania) a 824 individuos escogidos al azar. Dos tercios de los participantes eran hombres (N=592) y el otro tercio mujeres (N=232) con una media de edad de 61,1 años. Se utilizó un cuestionario para conocer su historial laboral y tabáquico. El 62% de individuos se sometió a un examen médico (para obtener el IMC y otros datos). Se detectó plomo en 227 muestras de sangre; y cromo, cadmio y níquel en 593 muestras de orina. Los resultados mostraron una relación positiva entre la concentración de níquel y la tasa de lesiones en el ADN.

**Concentraciones de COPs en mujeres belgas estériles en 1996-1998.**  
**Pauwels A, et al. Archives of Environmental Contamination and Toxicology (2000).**

Estudio efectuado a mujeres estériles de Bélgica tanto en sangre (N=96) como en tejido adiposo (N=46). Los compuestos analizados fueron: HCH, DDT, heptacloro, dieldrina y PCBs (28, 52, 101, 118, 138, 153 y 180). La cantidad de tejido adiposo extraído fue de 1 g y la cantidad de sangre, de 25 ml, como se puede comprobar en la tabla 17.

La figura 12 señala que las concentraciones de PCBs en suero y en tejido adiposo guardan una cierta similitud.

**Figura 12. Concentraciones de PCBs en muestras de tejido adiposo y suero**



**Estudio realizado en mujeres fértiles sometidas a laparoscopia en el que se determinaron las concentraciones de algunos compuestos organoclorados.**  
**Whitcomb B, et al. Environmental Toxicology and Pharmacology (2005).**

Llevado a cabo en mujeres en edad fértil (18-40 años) a las que se les iba a practicar una laparoscopia. El total de mujeres analizadas fue sólo de 84 (entrevista y muestra de sangre); en 15 de ellas se realizó también extracción de tejido adiposo. Se midieron las concentraciones de los siguientes compuestos: PCBs (congéneres 18, 19, 22, 28, 31, 33, 40, 42, 44, 45, 48, 52, 55, 59, 60, 64, 70, 74, 82, 97, 99, 101, 105, 118, 126, 128, 132, 134, 135, 136, 141, 147, 151, 174, 176, 177, 179, 183, 185, 187, 190), aldrina,  $\beta$ -HCH, oxiclordano, DDE, HCB, mirex y transnonacloro. Estudio parcialmente financiado por el National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS) de los EEUU.

**Tabla 16. Características principales de estudios nacionales *ad hoc* sobre CTPs en poblaciones no generales**

Autor (año publicación)	Año <sup>a</sup>	Lugar	Población	Muestra (cantidad)	Método analítico	N mujeres	N hombres	Porcentaje por millón habitantes (%)	Edad	Información del sujeto
Botella et al. (2004)		Sureste español	Mujeres posmenopáusicas sometidas a intervención quirúrgica	Sangre (10 ml) Grasa	CG-EM CG-DCE	200	-	0,02	53 <sup>b</sup>	VA
Costabeber et al. (2002)	1996-1997	Córdoba	Mujeres con tumores mamarios	Grasa (1 g)	CG-DCE	123	-	0,01	51 <sup>b</sup> (15-87) <sup>c</sup>	EP
Jiménez et al. (1996)	1993	Madrid	Donantes de sangre de Madrid	Sangre <sup>d</sup> (200 g)	CG	11 individuos		0,001	(19-55) <sup>c</sup>	VA
Molina et al. (2005)		Murcia	Pacientes sometidos a cirugía abdominal	Grasa (1-2 g)	CGAR	119	112	0,02	49,6 <sup>b</sup>	EP
Schuhmacher et al. (1999)		Tarragona	Población general de Tarragona cercana a incineradora	Sangre (250 ml)	CG-DCE	7	13	0,002	(28-62) <sup>c</sup>	VA
Schuhmacher et al. (1999)		Tarragona	Autopsias	Grasa (2-3 g)	CGAR-EMAR	5	10	0,001	(30-83) <sup>c</sup>	RD

<sup>a</sup> Año recogida de las muestras.

<sup>b</sup> Media de edad.

<sup>c</sup> Rango de edad.

<sup>d</sup> Los análisis se realizaron en suero sanguíneo.

<sup>e</sup> Media de edad de los niños

VA = variable antropométrica.

EP = entrevista personal.

RD = registro de datos.

CGAR-EMAR = cromatografía de gases de alta resolución y espectrometría de masas de alta resolución.

CG-DCE = cromatografía de gases con detección por captura de electrones.

CG-EM = cromatografía de gases con espectrometría de masas.

Las tablas 17 y 18 resumen las características principales de los estudios *ad hoc* internacionales y nacionales realizados en poblaciones no generales.

**Tabla 17. Características principales de estudios internacionales *ad hoc* sobre CTPs en poblaciones no generales**

Autor (año publicación)	Año <sup>a</sup>	Lugar	Población	Muestra (cantidad)	Método analítico	N mujeres	N hombres	Porcentaje por millón habitantes (%)	Edad	Información del sujeto
De Felip et al. (2004)	2000	Roma	Mujeres estériles	Líquido folicular (30 ml)	CG-EM	12	-	0,001	(28-32) <sup>c</sup>	EP
Denham et al. (2005)		Reserva Akwesasne (California)	Niñas Mohawk en su primera menstruación	Sangre	CG-DCE	138	-	0,01	(10-16) <sup>c</sup>	EP
Foster et al. (2000)		EEUU	Mujeres entre 15 y 23 semanas de gestación	Líquido amniótico	CG-EM	53	-	0,005	36,5 <sup>b</sup> (28-42) <sup>c</sup>	RD EP
Kiviranta et al. (2005)	1997-1999	Finlandia	Individuos afectados de apendicitis utilizados como controles en un estudio caso-control	Grasa	CG-EM	214	206	0'04	(16-80) <sup>c</sup>	VA EP
Kim et al. (2005)	2001	Corea	Población general cerca de Seúl	Sangre (50 ml)	CG-EM	12	10	0'002	(21-63) <sup>c</sup>	VA EP
Kocan et al. (2004)	2001-2002	Eslovaquia	Población cercana a una planta química	Sangre <sup>d</sup>	CG-DCE	2049 adultos 460 niño/as		0,25	8,5 <sup>e</sup>	EP
Merzenich et al. (2001)	1993-1994	Alemania	Población general de Bremen	Sangre Orina	Fluorescencia	232	592	0,08	61,1 <sup>b</sup>	VA EP
Pauwels et al. (2000)	1996-1998	Bélgica	Mujeres infértiles flamencas sometidas a cirugía	Sangre <sup>d</sup> (25 ml) Grasa (1 g)	CG-DCE	101	-	0'01	31,9 <sup>b</sup> (24-42) <sup>c</sup>	
Voorspoels et al. (2002)	2001	Bélgica	Personas afectadas por un accidente ferroviario	Sangre <sup>d</sup>	CG-DCE	19	113	0,02	(20-53) <sup>c</sup>	
Whitcomb et al. (2005)		EEUU	Mujeres sometidas a cirugía (endometriosis)	Sangre (20 cc)	CG-DCE HPLC	84	-	0,0085	(18-40) <sup>c</sup>	EP

<sup>a</sup> Año recogida de las muestras.

<sup>b</sup> Media de edad.

<sup>c</sup> Rango de edad.

<sup>d</sup> Los análisis se realizaron en suero sanguíneo.

<sup>e</sup> Media de edad de los niños

VA = variable antropométrica.

EP = entrevista personal.

RD = registro de datos.

CG-DCE = cromatografía de gases con detección por captura de electrones.

CG-EM = cromatografía de gases con espectrometría de masas.

HPLC = cromatografía líquida de alta resolución

### 5.1. INTRODUCCIÓN

Como es sabido, la leche materna es un producto con un elevado contenido en grasa. Los CTPs, al ser lipofílicos, permanecen retenidos en ella y son transferidos al niño por esta vía (también vía placenta). La lactancia, que tiene enormes ventajas, presenta también una cierta preocupación por el hecho de que niños sometidos a lactancia en países donde aún se utiliza el DDT, por ejemplo, pueden estar tomando concentraciones de compuestos organoclorados superiores al límite establecido por la Organización Mundial de la Salud en 1984 ( $20\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{día}$ ). La leche humana es un buen medio para biomonitorizar los niveles de los compuestos organoclorados ya que permite conocer la exposición sufrida por la madre en el pasado, así como la exposición de los lactantes; y es una muestra relativamente fácil de obtener. Aunque los estudios realizados en leche materna son muy interesantes, sólo determinan las concentraciones de COPs en niños lactantes. Algunos de ellos observan además las concentraciones de COPs en la sangre (u otros tejidos) de la madre, pero, a pesar de la información que nos facilitan, ésta no es representativa de la población general, al tratarse sólo de mujeres fértiles. A pesar de que los estudios en leche humana no son representativos del total de la población, es importante recalcar que se han publicado muchos de esta índole. Procedemos a citar alguno de los estudios e informes realizados, siempre dejando claro que no es una recopilación de carácter exhaustivo.

### 5.2. INFORMES Y ESTUDIOS EN LECHE MATERNA

**Informe realizado en Francia acerca de las concentraciones de dioxinas y furanos en leche materna.  
Institut de Veille Sanitaire (2000).**

Llevado a cabo entre 1998 y 1999 en 244 muestras de leche materna procedentes de madres primíparas con buen estado de salud y menores de 35 años, supuestamente representativas de todo el territorio francés. Mediante un cuestionario se obtuvo información acerca de la exposición laboral a dioxinas y furanos, lugar de residencia, tipo de alimentación y otras características personales.

Se determinaron 17 dioxinas y furanos mediante cromatografía de gases y espectrometría de masas de alta resolución. Se analizó la influencia de características como la dieta o el lugar de residencia en las concentraciones de CTPs. A modo de ejemplo, en la figura 13 se puede ver la distribución de las dioxinas y los furanos en la leche materna, y en la figura 14 las medias de 2,3,7,8-TCDF según la densidad de industrias de la zona.



Figura 13. Distribución de dioxinas y furanos en la leche materna

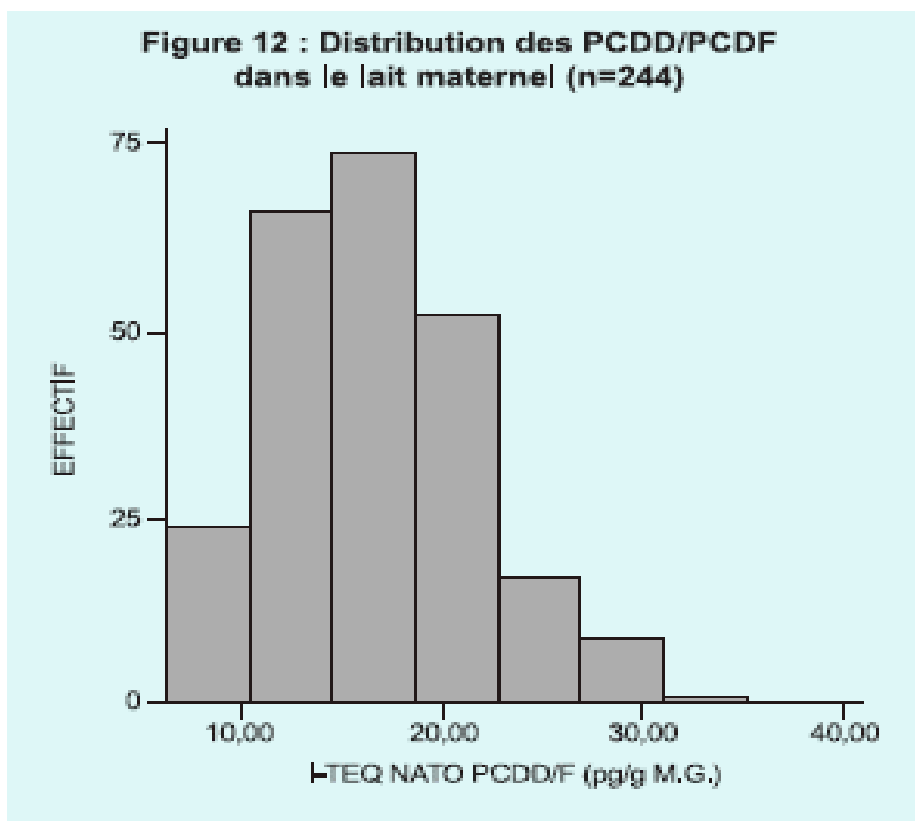
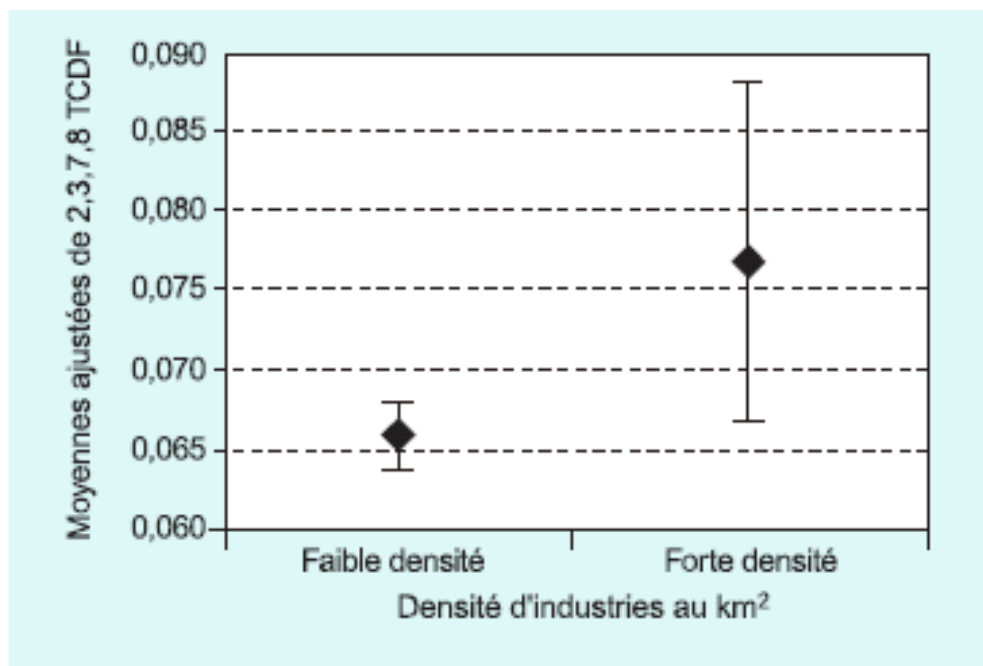


Figura 14. Medias de 2,3,7,8 TCDF según la densidad de industrias de la zona



<http://www.invs.sante.fr/publications/default.htm>

**Tendencias globales sobre los niveles de DDT en leche materna.**  
**Smith D. International Journal of Epidemiology (1999).**

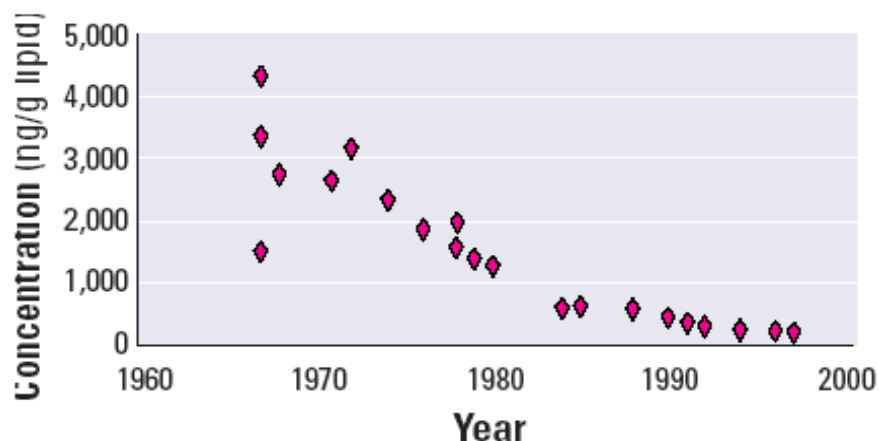
Excelente artículo de revisión sobre las concentraciones de DDT en leche humana de todo el mundo, no incluyendo las referencias a áreas especialmente contaminadas. El estudio clasifica los resultados de acuerdo a la localización y al año de medición de las concentraciones. Se observa que hay una tendencia a la baja de las concentraciones de DDT a lo largo del tiempo en la mayoría de países.

**Contaminantes químicos en leche materna: tendencias temporales y variabilidad regional.**

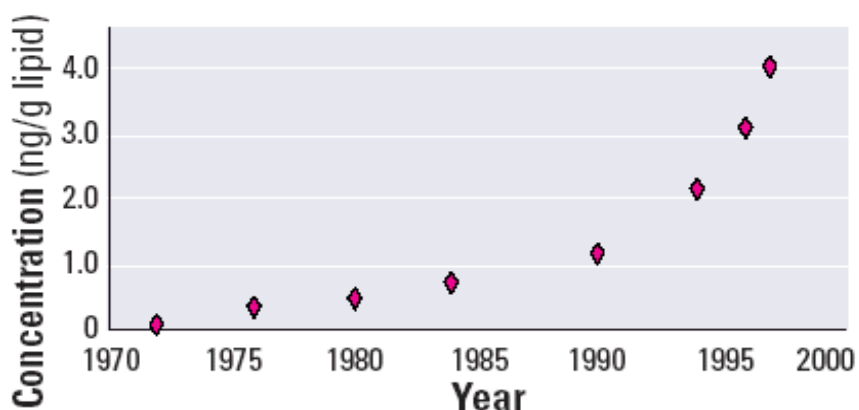
**Solomon G, Weiss P. Environmental Health Perspectives (2002).**

Artículo de revisión sobre las concentraciones de compuestos organoclorados en leche materna de varios países. Revisa los datos existentes acerca de los siguientes compuestos: dieldrina, aldrina, DDT, DDE, heptacloro, HCB, HCHs, dioxinas, furanos, PCBs, PBDEs y algunos metales tóxicos. Se observa que los niveles de contaminantes disminuyen en los países donde se han adoptado controles. No obstante, algunos compuestos como los PBDEs aumentan año tras año, como nos indican las dos figuras siguientes:

**Figura 15. Evolución de las concentraciones de DDT en leche materna en Suecia**



**Figura 16. Evolución de las concentraciones de PBDEs en leche materna en Suecia**

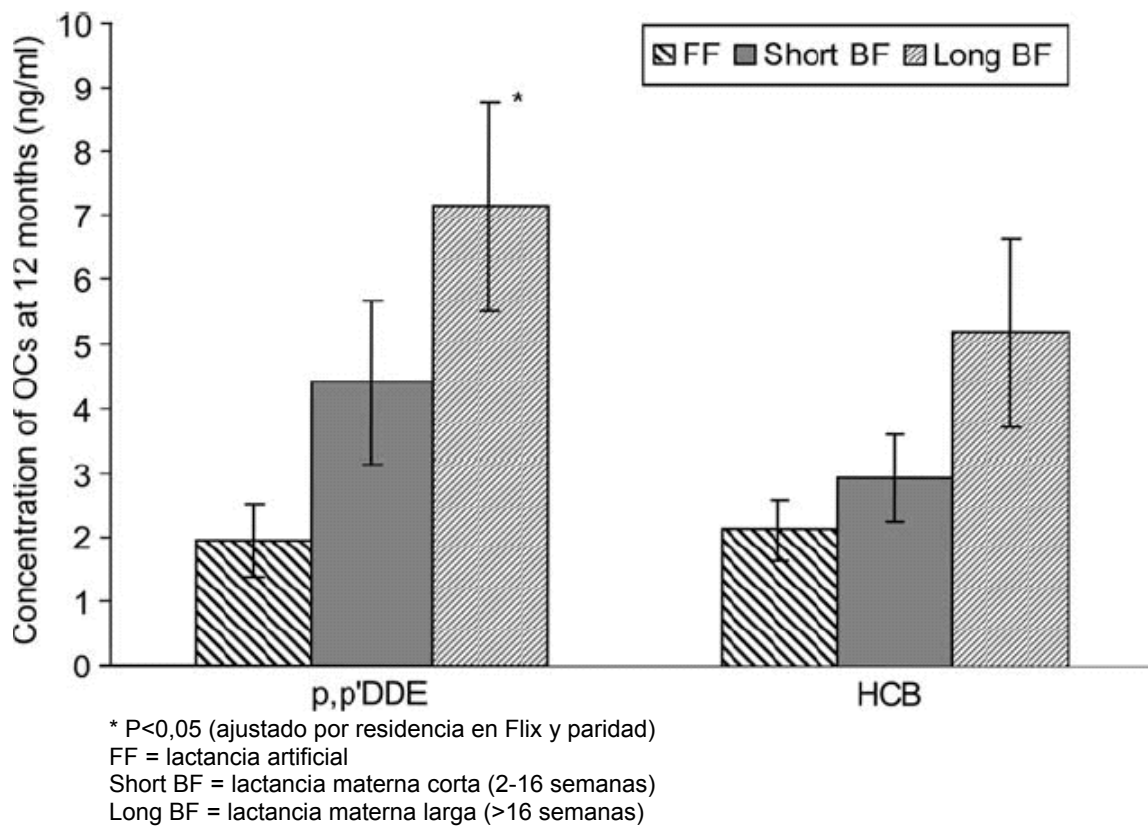


**Estudio sobre lactancia y concentraciones de HCB y p,p'-DDE a la edad de 1 año entre 1997-1999.**

**Ribas-Fitó N, et al. Environmental Research (2005).**

Elaborado con la finalidad de observar la exposición a los organoclorados tanto en el útero como en la lactancia. Se investigaron las concentraciones de HCB y DDT en suero del cordón umbilical, calostro, leche materna y suero a los 13 meses de edad. Las dosis internas encontradas en calostro eran menores que las encontradas en leche materna. Los individuos de lactancia materna presentaban unas concentraciones de organoclorados mayores que los de lactancia artificial. Los niveles de DDE y HCB en suero de los amamantados durante un período largo, más de 16 semanas, resultaban superiores a los niveles de quienes lo habían sido durante uno corto, y mucho más elevados que los alimentados mediante lactancia artificial. Todo ello es apreciable en la siguiente figura.

**Figura 17. Concentraciones de DDE y HCB en suero de niños/as de 13 meses de edad**



## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Apostoli P, Magoni M, Bergonzi R, Carasi S, Indelicato A, Scarcella C, et al. Assessment of reference values for polychlorinated biphenyl concentration in human blood. *Chemosphere*. 2005 (en prensa).
2. Ataniyazova OA, Baumann RA, Liem AK, Mukhopadhyay UA, Vogelaar EF, Boersma ER. Levels of certain metals, organochlorine pesticides and dioxins in cord blood, maternal blood, human milk and some commonly used nutrients in the surroundings of the Aral Sea (Karakalpakstan, Republic of Uzbekistan). *Acta Paediatrica*. 2001; 90: 801-808.
3. Ballester F, Sala M, Sunyer J, Grimalt J. Serum concentrations of hexachlorobenzene in family members of workers in an electrochemical factory. *Scandinavian Journal of Work Environment & Health*. 2000; 26: 67-70.
4. Ballester F. Vigilancia de los riesgos ambientales en salud pública. El caso de la contaminación atmosférica. *Gaceta Sanitaria*. 2005; 19: 253-257.
5. Battelle, USEPA 2000. Great Lakes Binational Toxics Strategy Report for PCCD (Dioxins) and PCDF (furans): Reduction Options. Contract 68-W-99-003.
6. Bates M, Buckland S, Garrett N, Ellis H, Needham L, Russell D. Persistent organochlorines in the serum of the non-occupationally exposed New Zealand population. *Chemosphere*. 2004; 54: 1431-1443.
7. Batista J, Schuhmacher M, Domingo JL, Corbella J. Mercury in hair for a child population from Tarragona Province, Spain. *The Science of the Total Environment*. 1996; 193: 143-148.
8. Becker K, Kaus S, Krause C, Lepom P, Schulz C, Seiwert M, Seifert B. German Environmental Survey 1998 (GerES III): Environmental pollutants in blood of the German population. Berlin: Federal Environmental Agency, 2002.
9. Botella B, Crespo J, Rivas A, Cerrillo I, Olea-Serrano F, Olea N. Exposure of women to organochlorine pesticides in Southern Spain. *Environmental Research*. 2004; 46: 34-40.
10. Buckland SJ, Bates MN, Garrett N. Concentrations of selected organochlorines in serum of the non-occupationally exposed New Zealand population. *Organochlorines Programme*. Wellington: New Zealand Ministry for the Environment, 2001.
11. Centers for Disease Control and Prevention. National Center for Environmental Health First National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals. 2001. NCEH Pub. No, 01-0379. Disponible en: <http://www.cdc.gov/nceh/dls/report>.
12. Centers for Disease Control and Prevention. National Center for Environmental Health Second National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals. 2003. NCEH Pub. No, 02-0716.
13. Centers for Disease Control and Prevention. National Center for Environmental Health Third National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals. 2005. NCEH Pub. No, 05-0570
14. Costabeber I, Emanuelli T. Influencia de hábitos alimentarios sobre las concentraciones de pesticidas organoclorados en tejido adiposo. *Ciencia e Tecnología de Alimentos*. 2002; 22(1) (enero-abril): 54-59.
15. DeFelip E, Di Domenico A, Miniero R, Silvestroni L. Polychlorobiphenyls and other organochlorine compounds in human follicular fluid. *Chemosphere*. 2004; 54: 1445-1449.
16. Denham M, Schell LM, Deane G, Gallo MV, Ravenscroft J, DeCaprio AP, and the Akwesasne Task Force on the Environment. Relationship of lead, mercury, mirex, dichlorodiphenyl-dichloroethylene, hexachlorobenzene, and polychlorinated biphenyls to timing of menarche among Akwesasne Mohawk girls. *Pediatrics*. 2005; 115: 127-134.

17. Frery N, Deloraine A, Zeghnoun A, Rouvière F, Cordier S, Bard D, Schnepf M, Fraisse M. Etude sur les dioxines et les furanes dans le lait maternel en France. Publications Institut de Veille Sanitaire, 2000.
18. García AM, Sabater MC, Mendoza MT, Ballester F, Carrasco JM. Exposure to organophosphate pesticides in a general population living in a rice growing area: an exploratory study. *Bull Environ Contam Toxicol.* 2000; 65: 764-771.
19. García E. Medio ambiente y sociedad. La civilización industrial y los límites del planeta. Madrid: Alianza, 2004.
20. Glynn AW, Wolk A, Aune M, Atuma S, Zettermark S, Maehle-Schmid M, Darnerud PO, Becker W, Vessby B, Adami HO. Serum concentrations of organochlorines in men: a search for markers of exposure. *Science of the Total Environment.* 2000; 263: 197-208.
21. González CA, Kogevinas M, Huici A, Gadea E, Ladona M, Bleda MJ. Blood levels of polychlorinated dibenzodioxins, polychlorinated dibenzofurans and polychlorinated biphenyls in the general population of a Spanish Mediterranean city. *Chemosphere.* 1998; 36: 419-426. [Errata en: *Chemosphere.* 1998; 36: 3223.]
22. González CA, Kogevinas M, Gadea E et al. Biomonitoring study of people living near or working at a municipal solid-waste incinerator before and after two years of operation. *Arch Environ Health.* 2000; 55: 259-267.
23. González CA, Kogevinas M, Gadea E, Pöpke O, Bosch A, Quílez A, et al. Monitorització biològica dels residents de Mataró que viuen prop de la incineradora de residus sòlids urbans del Maresme. Resultats de la tercera fase de l'estudi. Mataró: Institut de Recerca Epidemiològica i Clínica, 2000.
24. González CA, Kogevinas M, Gadea E, Pera G, Papke O. Increase of dioxin blood levels over the last 4 years in the general population in Spain. *Epidemiology.* 2001; 12: 365.
25. Hansen LG. Stepping backward to improve assessment of PCB congener toxicities. *Environmental Health Perspectives.* 1998; 106 (Supl 1): 171-189.
26. Jiménez B, Hernandez LM, Eljarrat E, Rivera J, González MJ. Levels of PCDDs, PCDFs and non-ortho PCBs in serum samples of non-exposed individuals living in Madrid (Spain). *Chemosphere.* 1996; 33: 2403-2410.
27. Johnston LD. Chapter 5: General population surveys of drug abuse. En: *Guide to drug abuse epidemiology. A WHO meeting on the Research and reporting project on the epidemiology of drug abuse.* WHO/MSD/MSB/00.3. Ginebra: WHO, 2000: 126-203. Disponible en: [http://www.who.int/substance\\_abuse/publications/epidemiology/en/](http://www.who.int/substance_abuse/publications/epidemiology/en/)
28. Kim BH, Ikononou MG, Lee SJ, Kim HS, Chang YS. Concentrations of polybrominated diphenyl ethers, polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans, and polychlorinated biphenyls in human blood samples from Korea. *Science of the Total Environment.* 2005; 336: 45-56.
29. Kiviranta H, Tuomisto JT, Tuomisto J, Tukiainen E, Vartiainen T. Polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofuran, and biphenyls in the general population in Finland. *Chemosphere.* 2005; 60: 854-869.
30. Kotsas H, Rosenberg C, Tornaeus J, Mutanen P, Jappinen P. Exposure of workers to 2,3,7,8-substituted polychlorinated dibenzo-p-dioxin (PCDD) and dibenzofuran (PCDF) compounds in sawmills previously using chlorophenol-containing antistain agents. *Archives of Environmental Health.* 1998; 53: 99-108.
31. Koppen G, Covaci A, Van Cleuvenbergen R, Schepens P, Winneke G, Schoeters G, et al. Persistent organochlorine pollutants in human serum of 50–65 years old women in the Flanders Environmental and Health Study (FLEHS). Part 1: concentrations and regional differences. *Chemosphere.* 2002; 48: 811-825.
32. Last JM, ed. *A dictionary of epidemiology.* 4ª edición. Nueva York: Oxford University Press, 2001: 136.

33. Lázaro E, Rueda F, Subirana L. Compostos toxics persistents Perspectiva de la situació. Medicina Preventiva i Salut Pública. Barcelona: UAB - UDIMAS, 2005 .
34. Link B, Gabrio T, Zoellner I, Piechotowski I, Paepke O, Herrmann T. et al. Biomonitoring of persistent organochlorine pesticides, PCDD/PCDFs and dioxin-like PCBs in blood of children from South West Germany (Baden-Wuerttemberg) from 1993 to 2003. Chemosphere. 2005; 58: 1185-1201.
35. Masuda Y, Haraguchi K, Kono S, Tsuji H, Papke O. Concentrations of dioxins and related compounds in the blood of Fukuoka residents. Chemosphere. 2005; 58: 329-344.
36. Merzenich H, Hartwig A, Ahrens W, Beyersmann D, Schlepegrell R, Scholze M, Timm J, Jöckel KH. Biomonitoring on carcinogenic metals and oxidative DNA damage in a cross-sectional study. Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention. 2001; 10: 515-522.
37. Molina C, Falcón M, Barba A, Cámara MA, Luna A, et al. HCH and DDT residues in human fat in the population of Murcia (Spain). Annals of Agricultural and Environmental Medicine. 2005; 12: 133-136.
38. Needham LL, Barr DB, Calafat AM. Characterizing children's exposures: beyond NHANES. Neurotoxicology. 2005; 26: 547-553.
39. Pauwels A, Covaci A, Weyler J, Delbeke L, Dhont M, De Sutter P, D'Hooghe T, Schepens PJ. Comparison of persistent organic pollutant residues in serum and adipose tissue in a female population in Belgium, 1996-1998. Archives of Environmental Contamination and Toxicology. 2000; 39: 265-270.
40. Päpke O. PCDD/PCDF: human background data for Germany, a 10-year experience. Environmental Health Perspectives. 1998; 106 (Suppl 2): 723-731.
41. Pichini S, Pacifici R, Puig C, García-Algar Ó, Vall O, Sunyer J. Fetal exposure to tobacco smoke is common. Journal of Epidemiology and Community Health. 2001; 55: 936.
42. Pichini S, García-Algar O, Muñoz L, Vall O, Pacifici R, Figueroa C, Pascual JA, Díaz D, Sunyer J. Assessment of chronic exposure to cigarette smoke and its change during pregnancy by segmental analysis of maternal hair nicotine. J Expo Anal Environ Epidemiol. 2003; 13: 144-1451.
43. Porta M, Kogevinas M, Zumeta E, Sunyer J, Ribas-Fitó N. Concentraciones de compuestos tóxicos persistentes en la población española: el rompecabezas sin piezas y la protección de la salud pública. Gaceta Sanitaria. 2002; 16: 257-266.
44. Porta M, Zumeta E. Implementing the Stockholm treaty on POPs [editorial]. Occupational and Environmental Medicine. 2002; 59: 651-652.
45. Porta M. Bovine spongiform encephalopathy, persistent organic pollutants and the achievable utopias. Journal of Epidemiology and Community Health. 2002; 56: 806-807.
46. Porta M, Castaño Vinyals G. El 'Prestige' y las personas. El impacto del vertido sobre la salud de las poblaciones humanas, la salud pública. Un informe para Greenpeace España. Madrid: Greenpeace España, 2003.
47. Porta M, Zumeta E, Ruiz L, Sunyer J, Kogevinas M, Ribas-Fitó N, Jarrod M. Persistent toxic substances and public health in Spain. International Journal of Occupational and Environmental Health. 2003; 9: 112-117.
48. Porta M, Casal Lareo A, Castaño-Vinyals G. El impacto sobre la salud humana de la catástrofe del 'Prestige'. Informe SESPAS 2004. Gaceta Sanitaria. 2004; 18 (Supl 1): 245-249.
49. Porta M. Persistent toxic substances: exposed individuals and exposed populations. Journal of Epidemiology and Community Health 2004; 58: 534-535.
50. Porta M, Crous M. La acumulación de alteraciones genéticas y epigenéticas: un proceso causal clave entre el medio ambiente y las enfermedades de etiología compleja [Editorial]. Gaceta Sanitaria. 2005; 19: 273-276.

51. Porta M. Role of organochlorine compounds in the etiology of pancreatic cancer: a proposal to develop methodological standards. *Epidemiology*. 2001; 12: 272-276.
52. Porta M. Abre los ojos, sin miedo. Por una pedagogía científica culturalmente sostenible. *WorldWatch*. 2004; 22: 12-3.
53. Porta M. Contaminantes para nuestros nietos. Utopías asequibles, más allá de Estocolmo. *Diario El País*, 15 enero 2002: 26-27.
54. Porta M. Conocer la contaminación por compuestos tóxicos persistentes y prevenir sus efectos: ¿utopías asequibles?. *Quadern CAPS*. 2004; 32: 76-84.
55. Porta M. Nuestros compuestos tóxicos de cada día. *Diari de Menorca* 2005 [septiembre] (en prensa).
56. Ramón R, Ballester F, Rebagliato M, Ribas-Fitó N, Torrent M, Fernández M, et al. La red de investigación 'Infancia y Medio Ambiente' (Red INMA): protocolo de estudio. *Revista Española de Salud Pública*. 2005; 79: 203-220.
57. Ribas-Fitó N, Sunyer J, Sala M, Grimalt J. Cambios en las concentraciones de compuestos organoclorados en las mujeres de Flix, Tarragona. *Gaceta Sanitaria*. 2003; 17: 309-311.
58. Ribas-Fitó N, Sala M, Cardo E, Mazon C, De Muga ME, Verdu A, Marco E, Grimalt JO, Sunyer J. Organochlorine compounds and concentrations of thyroid stimulating hormone in newborns. *Occup Environ Med*. 2003; 60: 301-303.
59. Ribas-Fitó N, Sala M, Cardo E, Mazón C, de Muga ME, Verdú A, Marco E, Grimalt J, Sunyer J. Association of Hexachlorbenze and other organochlorine compounds with anthropometric measures at birth. *Pediatric Research*. 2002; 52: 163-167.
60. Ribas-Fitó N, Grimalt JO, Marco E, Sala M, Mazón C, Sunyer J. Breastfeeding and concentrations of HCB and p,p'DDE at the age of 1 year. *Environmental Research*. 2005; 98: 8-13.
61. Rogan WJ, Chen A. Health risks and benefits of bis(4-chlorophenyl)-1,1,1-trichloroethane (DDT). *Lancet*. 2005; 366: 763-773.
62. Sala M, Sunyer J, Otero R, Santiago-Silva M, Camps C, Grimalt J. Organochlorine in the serum of inhabitants living near an electrochemical factory. *Occupational and Environmental Medicine*. 1999; 56: 152-158.
63. Sala M, Ribas-Fitó N, Cardo E, de Muga ME, Marco E, Mazon C, Verdu A, Grimalt JO, Sunyer J. Levels of hexachlorobenzene and other organochlorine compounds in cord blood: exposure across placenta. *Chemosphere*. 2001; 43: 895-901.
64. Schuhmacher M, Domingo JL, Llobet JM, Lindström G, Wingfors H. Dioxin and dibenzofurans in blood of a general population from Tarragona, Spain. *Chemosphere*. 1999; 38: 1123-1133.
65. Schuhmacher M, Domingo JL, Llobet JM, Lindström G, Wingfors H. Dioxin and dibenzofurans in blood of a general population from Tarragona, Spain. *Chemosphere*. 1999; 38: 2475-2487.
66. Smith D. Worldwide trends in DDT levels in human breast milk. *International Journal of Epidemiology* 1999; 28: 179-188.
67. Solomon G, Weiss P. Chemical contaminants in breast milk: time trends and regional variability. *Environmental Health Perspectives*. 2002; 110: 339-347.
68. Staessen JA, Nawrot T, Hond ED, Thijs L, Fagard R, Hoppenbrouwers K, Koppen G, Nelen V, Schoeters G, Vanderschueren D, Van Hecke E, Verschaeve L, Vlietinck R, Roels HA. Renal function, cytogenetic measurements, and sexual development in adolescents in relation to environmental pollutants: a feasibility study of biomarkers. *Lancet*. 2001; 357: 1660-1669.

69. Sunyer J, Torrent M, Muñoz-Ortiz L, Ribas-Fitó N, Carrizo D, Grimalt J, Antó JM, Cullinan P. Pre-natal dichlorodiphenyldichloroethylene (DDE) and asthma in children. *Environmental Health Perspectives*. 2005 (en prensa).
70. Turusov V, Rakitsky V, Tomatis L. Dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT): ubiquity, persistence, and risks. *Environ Health Perspect*. 2002; 110: 125-128.
71. UNEP - United Nations Environment Programme and The Global Environment Facility. Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances UNEP-GEF Program. The collection, assembly and evaluation of data on sources, environmental levels and impacts of persistent toxic substances across the globe. Mediterranean regional report. Châtelaine, Suiza: UNEP, 2002. Disponible en: <http://www.chem.unep.ch/pts>.
72. Van Oostdam JC, Dewailly E, Gilman A, Hansen JC, Odland, Chahchin V, Berner J, Butler-Walker J, Lagerkvist BJ, Olafsdottir K, Soininen L, Bjerregard P, Klopov V, Weber JP. Circumpolar maternal blood contaminant survey, 1994-1997 organochlorine compounds. *Science of the Total Environment*. 2004; 330: 55-70.
73. Waliszewski SM, Aguirre AA, Infanzon RM, Lopez-Carrillo L, Torres-Sanchez L. Comparison of organochlorine pesticide levels in adipose tissue and blood serum from mothers living in Veracruz, Mexico. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2000; 64: 8-15.
74. Whitcomb BW, Enrique F, Schisterman EF, Germaine G, Weiner J, Greizerstein H, Kostyniak P. Relative concentrations of organochlorines in adipose tissue and serum among reproductive age women. *Environmental Toxicology and Pharmacology*. 2005; 19: 203-213.
75. WHO. Levels of PCBs, PCDDs and PCDFs in human milk-second round of WHO-co-ordinated exposure study. *Environmental Health in Europe* No. 3. Bilthoven: European Centre for Environment and Health, World Health Organization, 1996.
76. WHO. Health risks of Persistent Organic Pollutants from long-rang transboundary air pollution. Copenhagen: World Health Organization, Regional Office for Europe, 2003.
77. Wuthe J, Piechotowski I, Pöpke O, Zier B, Gabrio T, Krämer D, Kouros B, Schwenk M, Pfaff G. First data on background levels of non-ortho and mono-ortho PCBs in blood of residents from southern Germany. *Chemosphere*. 1996; 32: 567-574.
78. Zumbado M, Goethals M, Alvarez-Leon EE, Luzardo OP, Cabrera F, Serra-Majem L, Dominguez-Boada L. Inadvertent exposure to organochlorine pesticides DDT and derivatives in people from the Canary Islands (Spain). *Science of the Total Environment*. 2005; 339: 49-62.



## 7. Unidades de medida y conversiones

### 7.1. Unidades de medida y conversiones

Unidad	Abreviatura	Valor
litro	l	
decilitro	dl	10 <sup>-1</sup> litros
mililitro	ml	10 <sup>-3</sup> litros
milígramo	mg	10 <sup>-3</sup> gramos
microgramo	µg	10 <sup>-6</sup> gramos
nanogramo	ng	10 <sup>-9</sup> gramos
picogramo	pg	10 <sup>-12</sup> gramos
femtogramo	fg	10 <sup>-15</sup> gramos
partes por millón	ppm	1 µg/g o 1 µg/ml o 1 mg/l
<b>partes por billón*</b>	<b>ppb</b>	<b>1 ng/g o 1 ng/ml o 1 µg/l</b>
partes por trillón	ppt	1 pg/g o 1 pg/ml o 1 ng/l
partes por cuadrillón	ppc	1 fg/g o 1 fg/ml o 1 pg/l

\* billón: en la acepción anglosajona, es decir, mil millones.

### 7.2. Units of measurement and conversions

Unit	Abbreviation	Value
liter	L	
deciliter	dL	10 <sup>-1</sup> liters
milliliter	mL	10 <sup>-3</sup> liters
milligram	mg	10 <sup>-3</sup> grams
microgram	µg	10 <sup>-6</sup> grams
nanogram	ng	10 <sup>-9</sup> grams
picogram	pg	10 <sup>-12</sup> grams
femtogram	fg	10 <sup>-15</sup> grams
parts-per-million	ppm	1 µg/g or 1 µg/mL or 1 mg/L
<b>parts-per-billion</b>	<b>ppb</b>	<b>1 ng/g or 1 ng/mL or 1 µg/L</b>
parts-per-trillion	ppt	1 pg/g or 1 pg/mL or 1 ng/L
parts-per-quadrillion	ppq	1 fg/g or 1 fg/mL or 1 pg/L

## Encuentro de trabajo

### Concentraciones de compuestos tóxicos persistentes (CTPs) en la población general española: información disponible y posibles estudios para un diagnóstico de la situación

#### XVI ESCUELA DE VERANO DE SALUD PÚBLICA

Llatzeret de Maó (Menorca), martes 20 y miércoles 21 de septiembre de 2005

[www.cime.es/evsp](http://www.cime.es/evsp)

## ORGANISMOS E INSTITUCIONES COLABORADORAS

- Direcció General de Salut Pública & Agència Catalana de Seguretat Alimentària, Departament de Salut, Generalitat de Catalunya
- Dirección General de Salud Pública, Departamento de Salud y Consumo, Gobierno de Aragón
- Dirección de Salud Pública, Departamento de Sanidad, Gobierno Vasco
- Dirección General de Salud Pública y Planificación, Consejería de Salud y Servicios Sanitarios, Gobierno del Principado de Asturias
- Direcció General de Salut Pública, Conselleria de Salut i Consum, Govern de les Illes Balears
- Dirección General de Salud Pública, Consejería de Sanidad, Región de Murcia
- Dirección General de Salud Pública y Alimentación & Instituto de Salud Pública, Consejería de Sanidad y Consumo, Comunidad de Madrid
- Ministerio de Sanidad y Consumo
  
- Sociedad Española de Epidemiología (SEE)
- Sociedad Española de Salud Pública y Administración Sanitaria (SESPAS)
- Sociedad Española de Sanidad Ambiental (SESA)
- Asociación Española de Toxicología (AETOX)
- Sociedad Española de Seguridad Alimentaria (SESAL)
  
- Red de investigación Infancia y medio ambiente (INMA)
- Red temática de investigación cooperativa de centros en Epidemiología y salud pública (RCESP)
  
- Instituto Sindical sobre Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS)
- Científicos por el Medio Ambiente (CiMA)
  
- Área de Medicina Preventiva y Salud Pública, Universidad Autónoma de Barcelona
- Departamento de Salud Pública, Universidad Miguel Hernández
- Departamento de Ciencias Experimentales y de la Salud, Universidad Pompeu Fabra
- Laboratorio de Investigaciones Médicas, Hospital Clínico, Universidad de Granada

---

Las opiniones contenidas en este trabajo son de la exclusiva responsabilidad de sus autores y no representan las de las instituciones para las que trabajan ni las de las Instituciones Colaboradoras.





IMAS

Institut Municipal  
d'Investigació Mèdica. IMIM

**UAB**

Universitat Autònoma de Barcelona  
Àrea de Medicina Preventiva & Salut Pública

Escola Valenciana d'Estudis en Salut



Conselleria de Sanitat. Generalitat Valenciana

Con el patrocinio de



[ww.cime.es/evsp](http://ww.cime.es/evsp)