



Objetivo: nivel cero de dioxinas (segunda parte y última)

Greenpeace Internacional (*)

OBJECTIVE: DIOXINES LEVEL ZERO (PART II). GREENPEACE

Keywords: Environmental medicine, Dioxines, Toxicity

English Abstract: Dioxines are not produced on purpose, but as by-products in many industrial processes which use, produce or eliminate chlorine or chlorinated compounds. The main sources of dioxines are combustion processes, specially solid wastes incinerators, paper pulp factories and organic or inorganic chlorinated compounds production. According to the U.S. EPA the environmental pollution with PCDD dioxines has reached a critical level. The human population is exposed to injuries for accumulation of these substances; fetus and newborns are the most sensitive population. In the present, the quantity and persistence of corporal dioxines levels, means that all of pollution sources must be eliminated; that requires the progressive elimination of all uses of chlorine.

Esta es la continuación del artículo sobre las dioxinas elaborado por Greenpeace, cuya primera parte publicamos en el número anterior. Por necesidades de espacio hemos tenido que reducir el tamaño de la letra.

GREENPEACE

5. FORMACION Y FUENTES DE LAS DIOXINAS: LAS DIOXINAS Y LA INDUSTRIA DEL CLORO

Las dioxinas no se fabrican intencionadamente, sino que se crean como subproductos en muchos procesos industriales que producen, emplean y eliminan cloro o compuestos químicos clorados. Las fuentes principales de dioxinas son los procesos de combustión, especialmente las incineradoras de residuos sólidos urbanos (RSU), las fábricas de pasta y papel, y la fabricación de compuestos clorados orgánicos e inorgánicos. En la Tabla 3 se señalan las fuentes posibles de dioxinas, que han sido identificadas por agencias de control gubernamentales y documentadas científicamente.

5.1 FUENTES DE COMBUSTIÓN Incineradoras

Todas las incineradoras emiten dioxinas. Diversas investigaciones realizadas en Europa, EE UU, Canadá y Asia han demostrado que las cenizas volantes y los gases de las incineradoras de RSU contienen dioxinas y furanos (Rappe & Buser 1989). Las partículas de carbón pueden reaccionar con el oxígeno y los compuestos inorgánicos clorados con el cobre (II) como catalizador de la reacción, y formar compuestos organoclorados, como dioxinas y furanos (Vogg & Stieglitz 1986). Estos autores concluyen que esta síntesis *de novo* es la fuente principal de dioxinas y furanos en la incineración de los RSU. Las cenizas volantes de las incineradoras de basuras y elementos como cloro, cinc, potasio, cobre y sodio pueden actuar como agentes catalizadores y aumentar la formación de dioxinas (Hinton & Lane 1991, revisado por Fielder et al. 1990). La entrada de estos elementos en la carga de alimentación de las incineradoras puede contribuir a la formación de niveles imprevisibles de dioxinas.

En 1987 se incineraron, sólo en EE UU, 2,5 millones de toneladas de residuos tóxicos y peligrosos (Dempsey & Oppelt 1993). Las pruebas de combustión realizadas en 1993 en la incineradora de residuos tóxicos y peligrosos de Ohio (de Waste Technologies Industries), revelaron una emisión media de 1,2 grTEQ/año 13,6 ug/tonelada de residuos quemados (ENSR 1993). Si todos los residuos se quemasen eficientemente, las emisiones atmosféricas de dioxinas, sólo en EE UU, serían de 34 g/año. Sin embargo, las condiciones reales están lejos de conseguir esta eficiencia por lo que las emisiones de dioxinas serían muy superiores al considerar también las de los residuos líquidos y sólidos. Según la Agencia de Medio Ambiente de Alemania (UBA 1990), las incineradoras de RSU de hace 10 años emitían de 20 ngTEQ/Nm³ a 50 ngTEQ/Nm³; las actuales emiten aproximadamente 8 ngTEQ/Nm³ y las de última tecnología alrededor de 1

ng TEQ/Nm³. Las incineradoras de residuos hospitalarios emiten en Alemania de 15 ngTEQ/Nm³ a 18 ngTEQ/Nm³ (revisado por Fielder 1990). En EE UU se han detectado niveles de 50 ngTEQ/Nm³ en los gases emitidos por incineradoras de residuos hospitalarios (Hauchmann et al. 1989).

La incineración de lodos de depuradoras de aguas residuales emite dioxinas al estar contaminados con compuestos organohalogenados procedentes de diferentes fuentes. La conexión de las industrias a la red de saneamiento puede introducir diversos contaminantes en el sistema de alcantarillado (Johnston et al 1993). Los compuestos organoclorados como los bencenos clorados pueden proceder de fuentes industriales y urbanas (Wang & Jones 1991). En EE UU, la práctica de clorar las aguas residuales puede agravar este problema.

Las cementeras se han utilizado para incinerar residuos tóxicos pero esta tecnología ocasiona muchos problemas, principalmente por la falta de control de emisiones. Pocas cementeras poseen los mecanismos de descontaminación requeridos por las incineradoras de residuos tóxicos. El manejo de residuos tóxicos por trabajadores inexpertos puede también ocasionar un riesgo para el medio ambiente y la salud pública. Niveles elevados de cloro en los residuos pueden originar la formación de anillos halógenos alcalinos que producen obstrucción y mal funcionamiento de los controles de emisión, e incluso bajo condiciones ideales, se detectaron emisiones de organoclorados (Lauber 1982). La razón principal para utilizar las cementeras como incineradoras es económica, y la exigencia de los controles de emisiones podría probablemente impedir su utilización para estos fines.

La OMS ha recomendado un límite de 0,1 ng TEQ/Nm³ para todas las incineradoras, especialmente para evitar la contaminación ambiental por cenizas volantes (OMS 1990). El borrador de la propuesta de directiva de la Unión Europea sobre incineración de residuos tóxicos (CEC 1993) propone un valor guía de 0,1 ng/Nm³ hasta el 1 de enero de 1997, fecha a partir de la cual se convertirá en valor límite. Aunque algunos autores mantienen que es posible reducir las emisiones por debajo de 0,1 ng/m³ (Rappe 1993), el borrador de la directiva comunitaria propone un valor guía hasta 1997 porque los métodos estandarizados de medición no están actualmente disponibles. El borrador de la directiva también omite el control de las emisiones a través de los residuos sólidos o líquidos generados por las incineradoras.

En resumen, está claro que las medidas técnicas y legislativas para prevenir la contaminación ambiental por dioxinas procedentes de las incineradoras son inadecuadas. Finalmente, deberían desarrollarse técnicas de destrucción alternativas a la incineración, eliminando así esta fuente de generación de dioxinas, y de minimización de los residuos.

Combustibles de automóviles

Los coches son una fuente importante de dioxinas en el ambiente urbano y cerca de las carreteras principales (Ballschmiter et al 1986, Bingham et al 1989). Se ha estimado que en 1988 las emisiones de dioxinas y furanos de los automóviles en Reino Unido podrían haber sido de alrededor de 700 g/año. Sin embargo, desde la caída del uso de la gasolina con plomo, las

Tabla 3. PROCESOS CONOCIDOS O SOSPECHOSOS DE GENERAR DIOXINAS Y COMPUESTOS QUÍMICOS SIMILARES

PRODUCCIÓN DE CLORO GAS

- Electrólisis de cloro con electrodos de grafito o de titanio.

**INDUSTRIA QUIMICA/
USO DE CLORO GAS**

- Fabricación de compuestos aromáticos clorados (clorobenzenos, clorofenoles, PCBs, otros).
- Fabricación de disolventes clorados (tricloroetileno, tetracloroetileno, tetracloruro de carbono).
- Fabricación de materias primas de PVC (dicloroetileno, cloruro de vinilo).
- residuos -efluentes
- productos de plástico PVC
- emisiones atmosféricas
- fangos del tratamiento de efluentes
- Fabricación de otros compuestos alifáticos (epiclorhidrina, hexaclorobutadieno).
- Fabricación de algunos compuestos inorgánicos clorados (cloruros de hierro y cobre, hipoclorito sódico)

**USO DE CLORO GAS/
OTRAS INDUSTRIAS**

- Blanqueo con cloro en la industria de pasta y papel ⁽¹⁾:
- efluente -fangos
- productos de pasta y papel
- emisiones de las incineradoras de fangos
- Desinfección del agua potable y de las aguas residuales.
- Fabricación de metales refinados con cloro (Ni, Mg).

EMPLEO DE ORGANOCORADOS

- Fabricación de compuestos libres de cloro con productos intermedios clorados (nitrofenoles, paratión, otros)
- Extracción y desengrasado con disolventes organoclorados en medios o reactivos alcalinos
- Refinado del petróleo con catalizadores organoclorados

- Uso de pesticidas con calor (tratamiento de la madera, etc.).
- Sinterización de hierro y acero con aceites lubricantes organoclorados, disolventes o plásticos
- Combustión de gasolina o diesel con aditivos organoclorados
- Uso de blanqueantes clorados y detergentes en lavadoras y lavavajillas

INCINERACIÓN, RECICLAJE E INCENDIOS

- Los precursores primarios de dioxinas, entre paréntesis.
- Incineradoras de residuos hospitalarios ⁽¹⁾
 - emisiones atmosféricas
 - Incineradoras de residuos sólidos urbanos (PVC)
 - emisiones atmosféricas y residuos de cenizas.
 - Incineradoras de residuos tóxicos (disolventes, residuos químicos)
 - emisiones atmosféricas y residuos de cenizas.
 - Incineración de residuos tóxicos en cementeras (disolventes, residuos de la industria química)
 - emisiones atmosféricas -partículas
 - Incendios en oficinas y domicilios particulares (PVC)
 - Incendios en industrias (PVC, PCBs, otros compuestos clorados)
 - Reciclaje y fundición del aluminio (PVC)
 - Reciclaje y fundición de acero y automóviles (PVC)
 - reciclaje y fundición de cables de cobre ⁽¹⁾ (PVC)
 - quema de madera ⁽¹⁾ (PVC)
 - conservantes de la madera (pentaclorofenol)

TRANSFORMACION AMBIENTAL

Transformación ambiental de clorofenoles en dioxinas

⁽¹⁾ Consideradas por la EPA de EE UU en sus documentos sobre la revisión de dioxinas (Cleverly 1993, Schaum et al. 1993). La lista incluye los sectores en los que se ha confirmado analíticamente la formación de dioxinas o compuestos relacionados (PCBs, dibenzofuranos clorados, y/o hexaclorobenceno) y sectores en los que la formación de dioxinas es "conocida o sospechosa" según la EPA (EPA 1985, PCTN 1985) o NATO (Hutzinger & Fiedler 1988).

emisiones de dioxinas podrían haberse reducido a la mitad. Las dioxinas producidas por la combustión de gasolina con plomo se debe a la adición del dicloroetano (Marklund et al 1987). Según análisis de emisiones de dioxinas realizados en diferentes tipos de vehículos la gasolina con plomo origina los niveles más elevados, seguida de la gasolina sin plomo. No se encontraron niveles de dioxinas en la combustión de diesel (Marklund et al. 1990), debido al menor contenido en cloro (0,61 ppm) comparado con la gasolina sin plomo (14 ppm) y con plomo (63 ppm). Sin embargo, otro factor que contribuye a la generación de dioxinas es la presencia de sustancias cloradas en los aceites lubricantes de motor que contienen niveles elevados de cloro (290-310 ppm), y en los que se han detectado dioxinas y furanos (Marklund et al. 1990, Ballschmiter et al. 1986). Rotard et al. (1987) también han hallado niveles de ppb de dioxinas y furanos en aceites que se reciclan y reutilizan a menor precio. Esto demuestra el peligro del reciclaje de los residuos tóxicos.

Fuentes de combustión «naturales»

Bumb et al (1980) fueron los primeros autores que publicaron que la combustión era una fuente de generación de dioxinas y furanos. De hecho, la combustión es, seguramente, la fuente de producción de dioxinas de la era preindustrial, que ha sido más extensamente documentada (Ligon et al. 1989, Hashimoto et al. 1990, Czuczwa & Hites 1984 y 1985). En consecuencia, se ha afirmado que la combustión del carbón doméstico e indus-

trial contribuye en gran medida a las emisiones totales de dioxinas (Harrad & Jones 1992). Sin embargo, análisis de emisiones atmosféricas en plantas térmicas no detectaron dioxinas y furanos (US EPA 1987, Fiedler et al. 1990). Análisis de muestras de sedimentos de los Grandes Lagos indican que el aumento de las concentraciones de dioxinas en el medio ambiente no está en relación con el consumo de carbón sino con la producción de compuestos aromáticos clorados (Czuczwa y Hites 1985). Este hecho descartaría la hipótesis de que la combustión del carbón es una fuente significativa de generación de dioxinas.

Del mismo modo, las dioxinas emitidas en los incendios se deben probablemente a la contaminación de la madera con herbicidas derivados del ácido fenoxiacético (Fielder et al. 1990) o de partículas aéreas en suspensión (Schaum 1993). Según un estudio de la EPA de Alemania las cenizas de la combustión de productos libres de cloro como madera, papel y plásticos no clorados contenían concentraciones muy bajas o no detectables de dioxinas, pero después de la combustión de plásticos, disolventes y pesticidas clorados se originaron concentraciones elevadas de dioxinas, como se muestra en la Tabla 4 (Pohle 1991). También, hay estudios daneses que indican que las emisiones elevadas de dioxinas procedentes de la combustión de estufas de leña se debían a la impregnación de la madera con el conservante pentaclorofenol (Vikelsøe 1993).

**5.2 FUENTES INDUSTRIALES
Fábricas de pasta y papel**

La industria de pasta y papel utiliza grandes cantidades de cloro o compuestos clorados para el blanqueo de la pasta. Fielder et al (1990) han revisado el proceso de pasta y papel y las fases en las que se liberan las dioxinas. Las dioxinas se encuentran en el efluente, lodos y en la pasta en sí misma, siendo las emisiones atmosféricas de menor importancia. El uso del dióxido de cloro en lugar de cloro gas disminuye las emisiones de dioxinas pero no las elimina. La OMS (1990) ha recomendado que se hagan disponibles y empleen otros métodos de blanqueo que no utilicen cloro. En la actualidad existen alternativas al uso del cloro gas de gran aceptación (Harriman & Capps 1989) y hay tecnologías disponibles totalmente libres de cloro (TCF, del inglés «Total chlorine free») (ver Henricson 1993, Kamyr 1993) que pueden evitar la formación de dioxinas. Los defensores de la tecnología TCF señalan que ésta no sólo eliminaría efectivamente las emisiones de compuestos organohalogenados sino que permitiría cerrar el ciclo de agua en las plantas de blanqueo con lo que se reducirían las emisiones de todas las clases de estas sustancias al medio acuático (Kukkonen 1993).

Industria química

Los procesos industriales que generan dioxinas y furanos bromados y clorados son, según el grado de importancia (Heindl & Hutzinger 1986, Hutzinger & Fiedler 1988):

1. Procesos de fabricación de clorofenoles y sus derivados.
2. Fabricación de clorobenzenos y sus derivados.
3. Síntesis de compuestos clorados alifáticos.
4. Métodos que incluyen compuestos intermedios clorados.
5. Procesos inorgánicos cloroquímicos.
6. Procesos que emplean catalizadores y disolventes clorados.
7. Procesos que fabrican pirorretardantes bromados (bifenilos, difeniléteres, etc..).

Compuestos químicos aromáticos clorados

Para la fabricación de pesticidas, nailon, goma sintética, tintes, productos farmacéuticos y especialidades químicas para la elaboración de plásticos se emplean compuestos aromáticos clorados. Los procesos de cloración aromática y de cadena lateral están asociados con la producción de dioxinas, por ejemplo clorofenoles, cloronitrobenzenos y ácido 2,3,6-triclorofenoxiacético (Hutzinger & Fiedler 1988). Las instalaciones de fabricación de clorofenol y los vertederos de estos residuos se han relacionado con niveles elevados de dioxinas en distintas partes del mundo, incluyendo el Reino Unido (Berryman et al. 1991), Checoslovaquia (antigua) (Zemek & Kocan 1991) y EE UU (Cummings et al. 1987).

Síntesis de compuestos alifáticos: PVC

- Producción de PVC

Varios estudios europeos han establecido claramente que durante la producción del monómero de cloruro de vinilo -producto base para la fabricación de PVC- se generan grandes cantidades de dioxinas. Se han detectado niveles elevados de dioxinas asociadas con la producción de PVC (Evers & Ollie 1989 y 1993). El traqueo térmico del dicloroetano puede

originar un crecimiento sustancial de residuos de cobre, que es catalizador en la producción de dioxinas (Norsk Hydro 1992).

En mayo de 1994 la Agencia de Medio Ambiente de Suecia publicó que el PVC contiene cantidades medibles de dioxinas y furanos (US EPA 1994). Los análisis de suspensiones puras de PVC de dos productores suecos dieron como resultado la presencia de cogéneros de dioxinas, furanos y PCBs, en concentraciones de 0,86 ppt a 8,69 ppt.

Recientes investigaciones encargadas por Greenpeace sobre vertidos de una planta de PVC y sobre los residuos de su fabricación, han confirmado que este sector industrial puede contribuir de forma importante a la generación de dioxinas. En el primer caso la Universidad de Amsterdam analizó el efluente de una planta de SOLVAY. En el segundo caso, se tomaron muestras de suelo en las proximidades del reactor de oxiclación de Norsk-Hydro, Suecia, que fueron analizadas por los laboratorios SAL en Reino Unido.

En ambos casos, los cogéneros diana fueron los 17 dibenzofuranos y dibenzo-p-dioxinas con sustitución de cloro en las posiciones 2,3,7,8. En el caso de los residuos, los isómeros no diana contenían 5,02 ng/g PCDD y 165,8 ng/g PCDF. En ambos casos las muestras revelan un predominio poco frecuente de OCDF. El informe analítico sobre las muestras de residuos también observó la existencia de otros PCDDs y PCDFs, además de los cogéneros diana.

Norsk-Hydro ha afirmado, a través de un comunicado de prensa, que el vertedero de lodos en Rafnes contiene en total 18 gramos de dioxinas, con una carga media anual, según estimaciones, de 0,095 gramos de dioxinas/Kg y 0,42 gr de dioxinas. Teniendo en cuenta que los valores se expresan en EC/NATO/I-TEQ y que, por conveniencia, se incluye el 100% de OCDF, se obtienen 18 Kg de dioxinas a una concentración de 95 gr/Kg de lodos y un vertido anual de 429 gramos. Estas cantidades son significativas para compuestos organoclorados persistentes. Por lo tanto, es necesario una caracterización completa y documentada del contenido de estos fangos. Es preciso realizar un estudio completo del comportamiento de los diversos cogéneros en los sistemas acuáticos que justifiquen el uso de los sistemas TEQ, basados en estudios de toxicidad en animales mamíferos de experimentación. Además, las dioxinas sirven como indicador de la presencia de otros compuestos clorados persistentes en los residuos.

• Incineración de PVC

La incineración del PVC es una fuente de generación de dioxinas y se ha señalado como la fuente principal de cloro en las incineradoras de residuos hospitalarios (Marrack 1988). Diversas investigaciones han demostrado una relación directa entre la cantidad de PVC en los residuos que se incineran y la cantidad de dioxinas emitidas (Ozvacic et al. 1990, Agencia de Medio Ambiente de Dinamarca 1993). En Holanda, la separación de los residuos elimina eficazmente la mayoría de los compuestos clorados, como los alimentos y restos de madera, siendo el PVC la única fuente de cloro. La reducción del PVC en las incineradoras ha disminuido significativamente las emisiones de dioxinas (Boerekamps-Kanter y Louw 1993). Por todo ello, el Ministerio de Medio Ambiente de Alemania afirma:

«Estos nuevos experimentos realizados por la Universidad de Leiden demuestran claramente que existe una relación entre el contenido de PVC en los residuos domésticos y la formación de dioxinas en las incineradoras de residuos. En base a estos experimentos no hay razón para reconsiderar las medidas legales actuales en relación a las aplicaciones de PVC: el factor principal de estas medidas es que para las aplicaciones de PVC para las que no existe un sistema adecuado de reciclaje o reutilización, es aconsejable el empleo de alternativas más ecológicas.»

• Reciclaje de productos de PVC

El PVC es la causa de la emisión de dioxinas durante el reciclaje del cobre de los cables (Christmann 1989), del acero (Tysklynd et al. 1989, Aittola et al. 1993) y del aluminio, plomo y cinc (Aittola et al. 1993).

• PVC e incendios

Los incendios en domicilios particulares, oficinas y plantas de PVC generan emisiones elevadas de dioxinas (Ministerio de Medio Ambiente de Quebec 1993, UBA 1992). En Alemania, como consecuencia de incendios accidentales, se han detectado concentraciones de dioxinas de hasta 10.000 ng/m² en grandes superficies con muchos materiales de PVC, y hasta 200 ng/m² en viviendas y oficinas (Fielder et al. 1993). Como consecuencia de la emisión de dioxinas en incendios accidentales, la Agencia de Medio Ambiente (UBA) y el Ministerio de Salud (BGA) de Alemania han propuesto lo siguiente:

«El empleo de plásticos que contienen cloro y bromo deberían excluirse completamente, tanto como sea posible. La UBA y el BGA proponen una prohibición del uso de los plásticos que contengan cloro y bromo en los aparatos inflamables, en la fabricación de los aglomerados y en el etiquetaje de los plásticos que contienen cloro y, si es necesario, prohibir el uso de PVC en el embalaje.» (UBA, 1992).

Síntesis de compuestos alifáticos: disolventes clorados

Los disolventes suponen aproximadamente el 10% de la producción total de cloro y, por tanto, son una fuente importante de dioxinas, durante la fabricación, empleo y eliminación de los disolventes clorados. En la fabricación del tricloroetileno, tetracloroetileno y 1,2-dicloroetano se han identificado hasta 50 ppt de PCDD/Fs. En la fabricación del tetracloruro de carbono, tricloroetileno y tetracloroetano se produce hexaclorobenceno (Rossberg et al. 1986). Heindl & Hutzinger (1987) han documentado resultados que indican que la síntesis de los hidrocarburos clorados de cadena corta puede generar PCDD/Fs. Los usos de disolventes clorados en el proceso de síntesis, extracción y acabado del metal y en la limpieza en seco en las tintorerías produce dioxinas (Drechler 1992). Se han detectado 140 ppt de dioxinas en la destilación de los residuos de percloroetileno que se emplea en la limpieza en seco (Lexen et al. 1992).

Industria química inorgánica del cloro

Durante la producción de cloro gas por la industria cloroalcalina se forman dioxinas. Las industrias cloroalcalinas más antiguas, que utilizan electrodos de grafito, producen grandes cantidades de dioxinas. Se han detectado concentraciones de 40 ppb a 210 ppb de dioxinas en cloro gas (Hutzinger & Fiedler 1988). Del mismo modo, se han encontrado niveles elevados de dioxinas de hasta 650 ppb (PCDD/Fs) en los fangos de los electrodos de grafito utilizados en este proceso (Rappe et al. 1991). Se pensó que la sustitución de los electrodos de grafito por titanio evitaría la formación de dioxinas durante el proceso cloroalcalino, pero datos recientes de Suecia indican que en las plantas modernas, todavía se producen dioxinas debido a la reacción del cloro con cantidades raras de materiales orgánicos presentes principalmente en tuberías y válvulas (Andersson et al. 1993).

Estudios realizados por Rappe et al (1989) han identificado PCDFs pero no PCDDs en el agua de grifo clorada. Además, la regeneración de los filtros de carbón que se emplean para eliminar contaminantes del agua de grifo produce dioxinas ya que los filtros acumulan contaminantes orgánicos (Hutzinger & Fiedler 1988).

Procesos que incluyen compuestos intermedios clorados: pesticidas

El 96% de todos los pesticidas orgánicos químicos contienen cloro o se han fabricado utilizando compuestos intermedios clorados (CRA 1993). En consecuencia, se esperaría que las dioxinas se formasen como subproductos del proceso de fabricación de prácticamente todos los pesticidas sintéticos, incluyendo clorofenoles, ácido clorofenoxiacético, dicloropropano, lindano, atracina y simacina. En EE UU, se han detectado dioxinas y furanos en el herbicida de amplio uso 2,4-D (diclorofenoxiacético) en concentraciones de 160 ppt (TEQ) (Schechter et al. 1993). En la producción de lindano a partir de hexaclorociclohexano (HCH) se ha encontrado PCDD en el rango de ppm y hasta 32 mg/Kg de Cl8DD (revisado por Fiedler et al. 1990). Del mismo modo se han encontrado concentraciones elevadas de PCDD/Fs en el p-cloranil (tetracloro-1,4-benzoquinona) que se emplea como fungicida y desinfectante de semillas (Christman et al. 1989).

Procesos metalúrgicos

El cloro gas que se emplea para la producción de ciertos metales, se combina con cualquier compuesto orgánico presente para formar subproductos organoclorados, incluyendo las dioxinas. Se han detectado concentraciones elevadas de dioxinas y compuestos relacionados en las emisiones de varios tipos de plantas de procesamiento de metales.

Las dioxinas pueden formarse cuando el cloro se emplea en el refinado de níquel y magnesio. Se han estimado las emisiones anuales de una planta de magnesio en Noruega en varios cientos de TEQ de dioxinas en agua y 6 gr. a la atmósfera. Del mismo modo, las emisiones estimadas de una planta de níquel fueron de 1 g(TEQ)/año. Además, se han encontrado concentraciones elevadas de PCDFs en tejidos de peces en las proximidades de industrias de níquel (Oehme et al. 1989).

Recientemente, se ha descubierto que las acerías y plantas siderúrgicas son una fuente importante de dioxinas. Estudios alemanes señalan que estas industrias pueden emitir a la atmósfera dioxinas de 3 a 10 ng/m³ (TEQ)

Tabla 4: DIOXINAS EN CENIZAS PROCEDENTES DE LA INCINERACIÓN DE COMPUESTOS ORGANOCORADOS Y MATERIALES QUE CONTIENEN CLORO

MATERIAL	PCDD/F totales (ppt)	2,3,7,8-PCDD/F (ppt)	PCDD/totales (TEQ-ppt)
Papel de escritura	ND	ND	ND
Madera, algodón, lana	ND	ND	ND
Polietileno	2'9	ND	< 0'01
Alternativa libre de cloro al polidioropreno (a)	2	ND	< 0'10
Leña	21'4	1'51	0'66
Filtros de café (2)	6'3 - 7'7	0'61 - 0'76	0'15 - 0'23
PVC (10)	244-2.067	7'5 - 122'1	3'2 - 42'2
PVDC	3.304	20'5	14'1
Plástico cloropolietileno	840	27'6	10
Cloroparafina	1.049	14	5'3
Plástico policloropreno	323 - 1.096	2'2 - 14'0	0'7 - 4'7
Muestras de producción de suelos de PVC	352 - 1.847	25'7 - 38'4	8'2 - 14'5
Mtras. producc. marcos de ventanas de PVC	7'5 - 9'69	22'3 - 52'1	8'8 - 18'1
Cables de PVC (con cobre)	669-2.970	26'2 - 129'4	11'4 - 52'6
Cables de PVC (sin cobre)	416 - 843	20'7 - 46'6	7'4 - 16'6
Otros productos (b)	158 - 954	7'2 - 492	2'5 - 16'5
Diclorometano	26.302	975	478
1,1,1-tricloroetano	21.746	831	340
Tetracloroetileno	9'72	37'9	132
Tricloroetileno	120.915	18'5	149'5
Percloroetileno	212	1	0'4
Clorobenceno	16.135	0'7	0'5
p-cloronitro-benceno	190.096	29'7	21'5
o-cloronitro-benceno	32.293	1.331'9	216
p-clorotolueno	1.033	ND	ND
Epiclorhidrina	1.532	117	36
2,4-D	178.016	168	361
Linuron (pesticida)	3.110	253	32

(a) Goma de acrilonitrilobutadieno

Fuente: Pohl, 1991

(b) Guantes de PVC, mangueras de riego, cinta adhesiva, etc.

(Lahl 1993). Las dioxinas se producen en este proceso porque se emplean compuestos clorados como aceites lubricantes y disolventes. Las emisiones de dioxinas de estas plantas suponen sólo en Alemania de 300 a 1.000 g TEQ/año (Lahl 1993). En EE UU, la producción de acero es aproximadamente el doble que en Alemania por lo que las emisiones de dioxinas pueden ser de 600 a 2.000 g TEQ/año; por ello estas industrias son una de las fuentes principales de dioxinas (US DOC 1993). La OMS (1990) recomienda que se minimicen las emisiones de la industria metalúrgica mediante técnicas de optimización de los procesos y equipo.

6. ELIMINACION PROGRESIVA DE LAS DIOXINAS

Según recientes investigaciones epidemiológicas y experimentales, la mayoría llevadas a cabo por la US EPA, en su revisión de la evaluación de riesgo de las dioxinas, la contaminación ambiental con PCDD/Fs ha alcanzado un nivel crítico. Está quedando de manifiesto que la población humana y particularmente aquellas personas expuestas a un nivel de dioxinas superior a la media, por ejemplo por la dieta, tienen el riesgo de sufrir efectos adversos por la acumulación de dioxinas a lo largo de la vida. Los fetos y recién nacidos son el sector de población más sensible. La cantidad y persistencia de los niveles corporales actuales de dioxinas significa que todas las fuentes de contaminación de dioxinas deben ser finalmente eliminadas si se pretende reducir significativamente los niveles de exposición a estas sustancias. Esto requiere la eliminación progresiva de todos los usos del cloro.

El principio de precaución es la estrategia que se está llevando a cabo cada vez más a nivel nacional e internacional respecto a los contaminantes ambientales persistentes y tóxicos (Stairs & Johnston 1991). Este principio no se basa en que el vertido de un compuesto debería permitirse mientras

no se prueba su daño ambiental sino, al contrario, que los productos no se viertan hasta que se compruebe su inocuidad. También evita los inconvenientes creados por las limitaciones del conocimiento en toxicología al eliminar la hipótesis de que puede estimarse un nivel de seguridad para un compuesto o grupo de compuestos. Por ello, la industria no debe sólo restringir las emisiones de las sustancias tóxicas ambientales sino reducirlas a nivel cero.

La eliminación progresiva de contaminantes ambientales tóxicos, persistentes y bioacumulativos se ha tratado en varias convenciones internacionales: En la 3ª Conferencia Internacional sobre la protección del Mar del Norte (1990) se acordó: «reducir todos los vertidos de las sustancias que ocasionan un mayor riesgo al ambiente marino, y al menos dioxinas, mercurio, cadmio y plomo, en un 70% o más entre 1985 y 1995, teniendo en cuenta que el uso de la mejor tecnología disponible o medidas tecnológicas que generan menos residuos permiten estas reducciones.»

El Convenio de París acordó en septiembre de 1992 el siguiente compromiso (artículo 3 del Anexo I del protocolo sobre prevención y eliminación de la contaminación por vertidos desde tierra): «Debería ser responsabilidad del Convenio (de París) redactar: (a) planes para reducir y eliminar progresivamente las sustancias que son tóxicas, persistentes y con tendencia a bioacumularse y que proceden de vertidos desde tierra;»

De la misma forma, las partes contratantes del Convenio de Barcelona acordaron en 1993 eliminar progresivamente los vertidos desde tierra al Mediterráneo de las sustancias que se conocen o sospechan como tóxicas. Se aprobaron las siguientes recomendaciones (UNEP 1993): «...las partes contratantes deberán reducir y eliminar progresivamente para el año 2.005 los vertidos al medio ambiente de sustancias tóxicas, persistentes y bioacumulativas indicadas en el protocolo LBS, particularmente de los compuestos que tienen estas características...» y: «...promover medidas para reducir los vertidos al mar y facilitar la eliminación progresiva para el año 2.005 de sustancias cancerígenas, teratogénicas y/o mutagénicas.»

Del mismo modo, la Asociación de Salud Pública de EE UU (APHA) ha recomendado específicamente la eliminación progresiva del cloro y compuestos relacionados. En 1993, la APHA afirmó que: «la única forma prudente y eficiente de eliminar el vertido y las emisiones de los compuestos químicos organoclorados y las consecuencias de la exposición a los mismos es evitar el uso del cloro y sus derivados en el proceso de fabricación.»

Esta Asociación decidió que el cloro y los compuestos organoclorados deberían tratarse como clase para su eliminación con excepciones sólo para aquellos usos en los que se demuestre que no ocasionan un peligro significativo o para los que no existen alternativas disponibles (APHA 1994).

La Comisión Mixta Internacional de los Grandes Lagos (IJC) ha reconocido que las dioxinas se forman en todos los procesos de la química del cloro, y que la mezcla de los subproductos formados en el ciclo de vida del cloro y de los compuestos organoclorados no puede evitarse ni controlarse. Por ello, la IJC ha pedido a los gobiernos de EE UU y Canadá que comiencen un programa de eliminación progresiva del cloro y de todas las materias primas organocloradas (IJC 1992, IJC 1994).

En EE UU, la Casa Blanca ha iniciado pasos hacia una legislación adecuada de la química del cloro. El presidente Clinton ha propuesto en el Acta de Agua Limpia, el desarrollo «de una estrategia para reducir, sustituir o prohibir el uso del cloro y de los compuestos clorados». En concreto, esta recomendación consiste en un periodo de 18 meses y 12 meses de formulación y revisión, respectivamente, con énfasis en los usos principales del cloro, incluyendo blanqueo de papel, PVC y disolventes.

6.1 PRIORIDADES INMEDIATAS: FUENTES PRINCIPALES DE DIOXINAS

Todos los usos del cloro y de los compuestos organoclorados pueden generar dioxinas en una fase o más de su ciclo de vida. La eliminación progresiva de las dioxinas necesita, por lo tanto, la eliminación progresiva de toda la industria química del cloro.

En los sectores principales de producción de dioxinas para los que existen alternativas disponibles y eficaces, se deben tomar medidas inmediatas para llevarlas a cabo. Para los sectores que necesitan más tiempo se deben fijar plazos de eliminación de dioxinas. Las fuentes principales de dioxinas que necesitan urgentemente considerarse son:

A) Incineración y otras fuentes de combustión

En primer lugar, no deberían concederse permisos para la construcción de nuevas incineradoras de residuos sólidos urbanos, hospitalarios o industriales. En segundo lugar, los permisos actuales deberían incluir plazos para eliminar todas las fuentes de generación de dioxinas. Finalmen-

te, la adición de sustancias cloradas a los combustibles, incluyendo la gasolina y los aceites de motor debería eliminarse inmediatamente.

B) Pasta y papel

En la actualidad, existen tecnologías alternativas al blanqueo de la pasta y papel (Harriman & Capps 1989), como métodos basados en oxígeno y otros compuestos no clorados cuyo uso está aumentando (ver Henricson 1993, Kukkonen 1993). El uso del cloro en este sector puede evitarse y debería eliminarse progresivamente.

C) PVC

Se debería desarrollar un programa de eliminación progresiva de la fabricación y uso del PVC hasta conseguir el nivel cero. La prohibición de los productos de PVC de corta duración como juguetes, embalajes y equipo médico no esencial debería hacerse efectiva inmediatamente. Todos los usos del PVC en áreas sensibles al fuego y los productos que vayan a ser incinerados tendrían que ser prioritarios en un programa de plazos para eliminar progresivamente el PVC.

D) Compuestos clorados aromáticos

Es preciso elaborar un programa de eliminación progresiva de estos compuestos, especialmente los empleados al aire libre, por ejemplo los pesticidas y sustancias como 1,4-diclorobenceno que tienen un amplio uso doméstico. En este sentido, los productos que se asocian con la generación de residuos altamente contaminados con dioxinas, como los clorofenoles, deberían ser prioritarios.

6.2 ACCIONES SECUNDARIAS

La eliminación progresiva de todos los usos de cloro y compuestos químicos organoclorados implica cambios tecnológicos y económicos importantes que requieren un desarrollo a plazos. Mientras se lleva a cabo una acción inmediata para los sectores anteriormente señalados, es preciso fijar plazos de actuación basados en la intensidad de las emisiones para la eliminación progresiva en los sectores indicados que se mencionan a continuación. Aquellos para los que haya alternativas disponibles tendrían que eliminarse progresivamente e investigar otras aplicaciones.

A) Disolventes clorados

Hay que establecer un calendario de actuación para eliminar progresivamente la producción y empleo de todos los disolventes clorados. Es preciso desarrollar alternativas a los compuestos químicos clorados como productos intermedios, catalizadores y compuestos químicos especiales. Por ejemplo, ya se han desarrollado alternativas libres de cloro a los

productos intermedios clorohidrina y fosgeno (Robert 1994).

B) Pesticidas clorados

Se debería iniciar un programa con plazos para su eliminación. La Academia Nacional de Ciencias de EE UU ha publicado un informe donde se afirma que en agricultura pueden adoptarse métodos orgánicos, reducir o eliminar el uso de los pesticidas químicos y aumentar sus beneficios y producciones agrarias (NAS 1989).

C) Metalurgia

Es preciso eliminar progresivamente el uso del cloro en procesos metalúrgicos de alta temperatura.

D) Cloración del agua

Las alternativas a la cloración del agua potable y de las aguas residuales incluyen la luz ultravioleta, ozono, peróxido de hidrógeno, filtración lenta con arena y filtración de membrana. Se debe poner en marcha un calendario para desarrollar las alternativas libres de cloro que aseguren una adecuada desinfección del agua.

D) Recuperación de suelos contaminados

Existe una cantidad importante de dioxinas y materiales contaminados con PCB en los vertederos, sedimentos y residuos industriales. En muchos casos, hay métodos muy desarrollados de ciclo cerrado para la degradación de estos materiales (ver Jain 1993, revisado por Picardi et al 1991) y que podrían ser desarrollados extensamente.

6.3 IMPLICACIONES ECONÓMICAS

La eliminación progresiva de las fuentes de generación de dioxinas requiere una transformación económica y tecnológica, al tiempo que numerosos productos y procesos se eliminan de la producción o se convierten en alternativas libres de cloro. Aunque esta transformación necesita una inversión elevada, en algunos sectores la mayoría de los productos y procesos alternativos ofrecen beneficios económicos, como aumento del empleo, mejora de la eficiencia, disminución de los gastos para la gestión de la conversión química, eliminación de los residuos, responsabilidad civil y recuperación de suelos contaminados, y la eliminación de los costes sociales asociados con el daño al medio ambiente y la salud pública. La transformación tecnológica y económica puede ser difícil de desarrollar y es esencial que los trabajadores y las comunidades no sufran las consecuencias económicas de estos cambios. La eliminación progresiva de las dioxinas debería estar dirigida por un programa de transición democrática para proteger, compensar y proveer oportunidades futuras a los trabajadores y las comunidades afectadas por la conversión. ○

BIBLIOGRAFÍA

- Ahlborg U.G. (1992). Risk assessment of PCDDs and PCDFs in the Nordic Countries. *Toxic Substances Journal*, 12 nos 2-4, 191-196, April-December 1992, (Special issue: Tolerable Daily Intake of PCDDs and PCDFs).
- Aitola, J. Paasivirta, J. and Vattulainen (1993). Measurements of Organochloro Compounds at a Metal Reclamation Plant. *Chemosphere*, 27:65-72.
- Andersson P. et al. (1993). Analys av Polyklorerade Dibenzo-furaner och Polyklorerade Dibenzodioxiner i Processer från Hydro Plast AB. University of Umeå, Sweden. Sept. 1993.
- APHA (American Public Health Association) (1994). Resolution 9304: Recognising and Addressing the Environmental and Occupational Health Problems Posed by Chlorinated Organic Chemicals. *American Journal of Public Health* 84 (3):514-515.
- Aracharya, P., DeCicco, S.G., and Novak, R.G., (1991). Factors that can influence and control the emissions of dioxins and furans from hazardous waste incinerators. *J. Air Waste Manage. Assoc.*, Vol. 41, No. 12, December 1991.
- Ballschmiter, K., Buchert, H., Niemczyk, R., Munder, A. & Swerev, M. (1986). Automobile exhausts municipal waste incineration as sources of the polychlorinated dibenzodioxins (PCDD) and furans (PCDF) found in the environment. *Chemosphere* 15(7): 901-915.
- Barret, J.C. (1992). Multistage carcinogenesis. In: Mechanisms of carcinogenesis in risk identification (Vainio E.H., Magee, P.N., McGregor, D.B., McMichael, A.J., eds.), IARC Scientific Publications No. 116. Lyon: International Agency for Research on Cancer, (1992): 115-134.
- Berryman R.J., Bennett, S.L., Ambridge, P.F., Lee D.S. & McCroie S.K.C. (1991). Investigations into the emissions of dioxins and furans from the smokeless fuel plant and chemical wastes incinerator at the Coalite works, nr. Bolsover, Derbyshire. Report no: DoE/HMIP/RR/91/066.55pp. Department of the Environment.
- Bra Pressestien (1992) Erste Ergebnisse der zweiten Anhörung zu Dioxin und Furane. 17th November 1992.
- Bingham, A.G., Edmunds, C.J., Graham, B.W.L. & Jones, M.T. (1989). Determination of PCDDs and PCDFs in carexhaust. *Chemosphere* 19(1-6):669-673.
- Birminghamb, B., Gilman, A., Grant D. et al. (1989a). PCDD/PCDF multimedia analysis for the Canadian population: detailed exposure estimation. *Chemosphere* 19: 637-642.
- Birminghamb, B., Gilman, A., Grant, D. et al. (1989b). Dietary intake of PCDD and PCDF from food in Ontario, Canada. *Chemosphere* 19: 507-512.
- Birnbaum, L. (1993) The mechanisms of dioxin toxicity: relationship to risk assessment. *Environmental Health Perspectives*, in press.
- Birnbaum, L. et al. (1993). The US EPA's scientific reassessment of the risks of exposure to dioxin. *Organohalogenes*, 14: 1-4.
- Birrell, J., Frost, G.J., Parkin, J.M. (1983). The development of children with congenital hypothyroidism. *Dev. Med. Child Neurol* 25: 512-519.
- Boddington, M.J., Gilman, A.P., Newhook, B.M., Braine, B.M., Hay, D.J. Santora, V. (1990). Priority substances List Report No. 1: Polychlorinated Dibenzodioxins and Polychlorinated Dibenzofurans. Canadian Environmental Protection Act. Minister of Supply and Services Canada.
- J. Boerlemp-Kanters and R. Louw (1993). Final report of the RUL-VROM project: GFT, PVC, Afvalverbranding en 'Dioxine' (Green Waste Fraction, PVC Waste Incineration and 'Dioxins'), Centre for Chemistry and the Environment. Department of Chemistry of the University of Leiden, the Netherlands, report number CCE/SRS 93-49.
- Burnh R.R., Cunniff, W.B., Cutie, S.S., Giedhill, J.R., Hummel, R.H., Kegel, R.O., Lamparski, L.L., Luoma, E.V., Miller, D.L., Nestruck, T.J., Shadoff, L.A., Stehl, R.H. & Woods, J.S. (1980). Trace chemistries of fire: a source of chlorinated dioxins. *Science* 210: 385-39.
- Campbell, J.S., Wong, J., Tryphonias, L., Arnold, D., Nera, E., Cross, B. LaBossierie (1985). Is similar endometriosis an effect of immunotoxicity? Presented at the Ontario Association of Pathologists 48th Annual Meeting, London, Ontario. Cited in Rier et al. 1993.
- Cantor, D.S., Holder, G., Cantor, W., Kahn, P.C., et al. (1993). In utero and postnatal exposure to 2,3,7,8-TCDD in Times Beach, Missouri: 2. Impact on Neurophysiological Functioning. In: *Dioxin '93*, 13th International Symposium on Chlorinated Dioxins and Related Compounds, Vienna, September 1993. *Organohalogen Compounds* 13:341-344.
- Chang, K.J. et al. (1981). *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 61: 58-63.
- Chang, K.J. et al. (1982a). *Environ. Res.* 28: 329-334.
- Chang, K.J. et al. (1982b). *J. Toxicol. Environ. Health*, 9: 217-223.
- Charles River Associates (1993). Assessment of the Economic Benefits of Chlor-alkali chemicals to the United States and Canadian Economies. Prepared under contract to the Chlorine Institute, Washington D.C., April 1993.
- Christmann, W. (1989). Combustion of Polyvinylchloride: An Important Source for the Formation of PCDD/PCDF. *Chemosphere* 19: 387-392.
- Christmann, W., Kloppel, K.B., Parscht, H. and Rotard, W. (1989). *Chemosphere* 18: 789.
- CEC (1993) Amended proposal for a Council Directive on incineration of hazardous waste. *Public Commission of the European Communities* COM(93)296 final - SYN 406, Brussels 22 June 1993.
- Clevedly, D. (1993). USEPA Exposure Assessment Group, Office of Health and Environmental Assessment, Office of Research and Development, "Dioxin Research Update: for presentation at the EPA Regional Waste Combustion Permit Writers Workgroup Meeting, December 15, 1993.
- Cook, P.M. & Kuehl, D.W. (1991). Bioaccumulation and toxicity of TCDD and related compounds in aquatic ecosystems. *Banbury report* 35: biological basis for risk assessment of dioxins and related compounds 1991. Cold Spring Harbor Press 0 87969-235-9/91.
- Cresser, C.S., Fernandez, A.R., Al-Haddad, A.S., Harad, S.J., Homer, R.B., Skett, P.W. and Cox, E.A. (1989). Survey of background levels of PCDDs and PCDFs in UK soils. *Chemosphere* 18: 767-776.
- Cresser, C.S., Fernandez, A.R., Harad, S.J. and Cox, E.A. (1990). Levels and sources of PCDDs and PCDFs in urban British soils. *Chemosphere* 21:931-938.
- Cummings, J.B., Korb, B.R., Evans, T. & Kravitz, R.A. (1987). Assessment of 2,3,7,8-TCDD contamination at 2,4,5-trichlorophenol production and manufacturing use facilities and associated waste disposal sites. *Chemosphere* 16(8/9): 2175-2182.
- Czuczwa, J.M. & Hites, R.A. (1984) Environmental fate of combustion generated polychlorinated dioxins and furans. *Environ. Sci. Technol.* 18(6): 444-450.
- Czuczwa, J.M. & Hites, R.A. (1985) Historical record of polychlorinated dioxins and furans in Lake Huron sediments in: Chlorinated dioxins and dibenzofurans in the total environment II, Keith, Rappe & Choudry, Eds., Publ: Butterworth.
- Danish EPA (1993) Miljøministeriet Miljøstyrelsen (Danish EPA). «PVC and Alternative Materials» (English translation) Copenhagen, 1993.
- Dempsy, C.R. & O'Pelt, E.T. (1993) Incineration of hazardous waste: A critical review. *Air & Waste* 43: 25-55.
- Dewally, E., Bruneau, S., Ayyotte, P. et al. (1993a). Health status at birth of fruit new-born prenatally exposed to organochlorines. *Chemosphere*, 27, no. 1-3: 359-366.
- Dewally, E., Bruneau, S., Lalberte, C. et al. (1993b). Breast milk contamination by PCB and PCDD/Fs in Arctic Quebec: Preliminary report on the immune status of Inuit infants. *Dioxin '93*, 13th International Symposium on Chlorinated Dioxins and Related Compounds, Vienna, Sept. 1993, Vol. 13: 403-406.
- Drechsler, W. (1992). Formation of PCDDs and PCDFs from industrial use of chlorinated compounds. 12th International Symposium on Dioxins and Related Compounds. *Organohalogenes*, 8: 231.
- Egeand, G.M., Sweeney, M.H., Fingerhut, M.A., Willie, K.K., Schnorr, T.M., Halperin, W.E. (1994). Total serum testosterone and gonadotropins in workers exposed to dioxin. *Amer. J. Epidemiol.* 139:272-281.
- ENSR (1993). ENSR Consulting and Engineering. Trial Burn Results, Waste Technologies Industries, East Liverpool, Ohio, May 1993.
- Evers, E., Klamer, H., Laage, R., and Govers, H. (1993). Polychlorinated dibenzo-p-dioxin and dibenzofuran residues in estuarine and coastal North Sea sediments: Sources and distribution. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 12: 1583-1598.
- Evers, E. and Olie, K. (1989). De Vorming van PCDFs, PCDDs en gerelateerde Verbindingen bij de Oxychloring van Etheen. University of Amsterdam, MTC publication nr. MTC89EE, 1989.
- Evers, E.H.G., Ree, K.C.M. & Olie, K. (1988). Spatial variations and correlations in the distribution of PCDDs, PCDFs and related compounds in sediments from the river Rhine Western Europe. *Chemosphere* 17(12):2271-2288.
- Faeden, K. (1991). Dioxineri naeringsmidler: opsummering avdioksin-analyser i 1989 og 1990 Oslo: Staters naeringsmiddelstyrelsen; SNT-rapport 4.
- Federal Register 56, no.196, Oct. 9th 1991.
- Feeley, M.M. and Grant, D.L. (1993) Approche torisk assessment of PCDDs and PCDFs in Canada. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 18: 428-37, Dec. 1993.
- Fiedler, H., Hutzinger, O. and Hoesenpouir, J. (1993). Analysis and remedial actions following an accidental fire in a kindergarten. *Organohalogenes* 14: 19-23.
- Fiedler, H., Hutzinger, O., & Timms, C.W. (1990). Dioxins: sources of environmental load and human exposure. *Toxicol. & Environ. Chem.* 29:157-234.
- Fingerhut, M.A., Halperin, W.E., Marlow, D.A. et al. (1991a). Cancer mortality in workers exposed to 2,3,7,8-TCDD. *New Engl. J. Med.* 324 no.4:212-218.
- Fingerhut, M.A., Halperin, W.E., Marlow, D.A. et al. (1991b). Mortality among workers exposed to the production of chemicals contaminated with 2,3,7,8-TCDD. Final Report. National Technical Information Service Doc. no. PB 91-125971.
- Fox, G.A. and Weseloh, D.V. (1987) In: The value of birds. (Diamond, A.W. and Fillion, F., eds.) ICBP Tech. Pub., No. 6.
- Friesen, K.J., Segstro, M.D., Banie Webster GR. (1990) Environmental Fate of 1,2,3,4,7-Pentachlorodibenzo-p-dioxin in a Canadian Prairie Soil. *Intern. J. Environ. Anal. Chem.* 39:187-195.
- Furst, P., Furst, C. and Groebel, W. (1990) Levels of PCDDs & PCDFs in food stuffs from the Federal Republic of Germany. *Chemosphere* 20: 787-792.
- Furst, P., Furst, C. and Wilmers, K. (1992). PCDDs and PCDFs in human milk-statistical evaluation of a 6 year survey. *Chemosphere*, 25, nos 7-10: 1029-1038.
- Furst, P., Kuger, C., Meenen, H.A., Groebel, W. (1989). *Chemosphere*, 18: 4839.
- German Environment Ministers (1992). Impacts on the Environment From the Manufacture,

- Use and Disposal of PVC. German Joint Federal-State Committee on Environmental Chemicals for the German Environmental Ministers, September 1992.
- German EPA (1991). Theisen, J. et al., Investigation in possible risk to the environment from burning plastics, commissioned by the German EPA, no. UBA-FB 104/09 222.
- Gilbertson, M. (1989). Effects on fish and wildlife populations. In: Halogenated biphenyls, terphenyls, naphthalenes, dibenzodioxins and related products (Kimbrough, R.D. and Jensen, A.A., ed.), p. 103. Elsevier, Amsterdam, New York, Oxford.
- Glman, A.R., Newhook, R., Birmingham, B. (1991). An updated assessment of the exposure of Canadians to dioxins and furans. *Chemosphere* 23:1661-1667.
- Gough, M. (1991). Human exposure from dioxin in soil a meeting report. *J. Toxicol. Environ. Health* 32: 205-245.
- Greenlee, W.F., Anderson, M.E., Lucier, G.W. (1991). A perspective on biologically-based approaches to dioxin risk assessment. *Risk Assess.* 1(4): 565-567.
- Hansen, D.J. (1991). Dioxin toxicity: new studies prompt debate, regulatory action. *Chem. Ind. News* August 12: 7-14.
- Hartell, L. & Sandstrom, A. (1979). Care-control study: soft tissue sarcoma and exposure to phenylacetic acids or chlorophenols. *Br. J. Cancer* 39:711-717.
- Harrad, S. & Jones, K.C. (1991). Dioxins at large. *Chemistry in Britain*, Dec. 1991: 1110-1112.
- Harrad, S., Seaton, A., & Jones, K. (1992). PCDD/Fs in the British environment: sinks and temporal trends. 12th International Symposium on Dioxins and Related Compounds. *Organohalogenes* 9: 89-92.
- Harrad, S.J. & Jones, K.C. (1992). A source inventory and budget for chlorinated dioxins and furans in the United Kingdom environment. *Sci. Tot. Environ.* 126: 89-107.
- Hartman, S. & Capps, C. (1989). Bleaching of wood pulp in the 1990's in Western Europe. *Publ. Harman Chemsult Ltd.*
- Hashimoto, S., Wakimoto, T. & Tsubakawa, R. (1990). PCDDs in the sediments accumulated about 8120 years ago from Japanese coastal waters. *Chemosphere* 21(7): 825-836.
- Hauchmann, F.S., Morrison, R.M. and Aul, E. (1989). Emissions of dioxins and furans from hospital waste combustion, Paper COM 1, presented at the 9th International Symposium on Chlorinated Dioxins and Related compounds, Dioxin-89, Toronto, 17-22 September 1989.
- Heindl, A. & Hutzinger, O. (1987). Search for industrial sources of PCDD/PCDF. Short-chain chlorinated hydrocarbons. *Chemosphere*, 16:1949-1957.
- Henricson, K. (1993). Ahlstrom's alternatives. *Paper Appl* 993: 16.
- Henry, E.C. & Gasiewicz, T.A. (1987). Changes in thyroid hormones and thyroxine glucuronidation in hamsters compared with rat following treatment with TCDD. *Toxicol. Appl. Pharm.* 89: 165-174.
- Hinton, W.S. & Lane, A.M. (1991). Characteristics of municipal solid waste incinerators fly ash promoting the formation of polychlorinated dioxins. *Chemosphere* 22(5-6): 473-384.
- Hsu, S.T., Ma, C.I., Hsu, S.K.H., Wu, S.S., Hsu, N.H.M., Yeh, C.C., & Wu, S.B. (1985). Discovery and epidemiology of PCB poisoning in Taiwan: a four-year follow-up. *Environ. Health Perspect.* 59, 5. (Cited in Peterson 1993).
- Huff, J., Lucier, G., Titscher, A. (1994). Carcinogenicity of TCDD: Experimental, Mechanistic and Epidemiologic Evidence. *Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol.* 34:343-372.
- Hutzinger, O., and Fiedler, H. (1988). Formation of dioxins and related compounds in industrial process. Pilot Study on International Information Exchange on Dioxins and Related Compounds #173. North Atlantic Treaty Organization Committee on the Challenges of Modern Society, August 1988.
- Hutzinger, Frei, Merian & Pocchiarra, Eds. (1982). Chlorinated dioxins and related compounds impact on the environment. Pergamon Series on Environmental Sci., Vol. 5, Pergamon Press: 658.
- IC (1992). International Joint Commission on the Great Lakes. Sixth Biennial Report. Windsor: International Joint Commission.
- IC (1994). International Joint Commission on the Great Lakes. Seventh Biennial Report. Windsor: International Joint Commission.
- Jain, V.K. (1993). Superficial fluids tackle hazardous wastes. *Environ. Sci. Technol.* 27(5): 806-808.
- Johnston, P.A., MacGavin, Stringer, R.L., Troendle, S. & Swindale-Hunt, R.J. (1993). Sewage: Towards realistic environmental protection. *Wat. Sci. Technol.* 27(5-6):811-819.
- Johnston, P., Troendle, S., Clayton, R., Stringer, R., and Stairs, K. (1994). PVC: The Need for an industrial sector approach to environmental regulations. Submission to the 5th Meeting of the Working Group on Industrial Sectors. Amsterdam: Greenpeace International, January 1994.
- Kamyr (1993). Medium consistency from Kamyr. *Paper Appl* 993: 20
- Kimbrough, R., Falk, H., Stehr, P. and Pries, G. (1984). Health implications of 2,3,7,8-TCDD contamination in residential soil. *J. Toxicol. Environ. Health* (84), 1447-93.
- Kjeller, L.-O., Jones, K.C., Johnston, A.E. & Rappe, C. (1991). Increases in the polychlorinated dibenzo-p-dioxin and -furan content of soils and vegetation since the 1840s. *Environ. Sci. Technol.* 25: 1619-1627.
- Kociba, R.J., Keyes, D.G., Beyer, J.E., Carreon, R.M., Wade, C.E., Dittener, D.A., Kalnis, R.P., Frauson, L.E., Park, C.N., Barnard, S.D., Hummel, R.A., and Humiston, C.G. (1978). Results of a two-year chronic toxicity and oncogenicity study of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin in rats. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 46:279.
- Kulkonen, K. (1993). TCF bleaching at Metsä-Botnia. *Paper Appl* 993: 24.
- Kuratsune, M. (1989). Yusho, with reference to Yu-Cheng, in Halogenated Biphenyls, Terphenyls, Naphthalenes, Dibenzodioxins and related products, 2nd ed., Kimbrough, R.D. and Jensen, A.A., Eds., Elsevier, Amsterdam, 1989:381.
- Kutz, F.W., Bottimore, D.P., Brettaver, E.W. and McNeil, D.N. (1988). *Chemosphere*, 17, No.2.
- Kutz, F.W. and Young, H.S.C. (1976). *US EPA-5606-75/84*.
- Lahl, U. (1993). Sintering plants of steel industry: the most important thermal PCDD/F source in industrial regions. 13th International Symposium Chlorinated Dioxins and Related Compounds. *Organohalogenes*, 11: 311-314.
- Lexen, K., deWitt, C. et al. (1992). Polychlorinated dibenzo-p-dioxin and dibenzofuran levels in samples from different Swedish industries analysed within the Swedish dioxin survey. 12th International Symposium on Chlorinated Dioxins and Related Compounds. *Organohalogenes*, 9: 131-134.
- Liem, A.K.D., Hoogerbrugge, R., Kooststra, P., et al. (1990). Levels and patterns of dioxins in cow milk in the vicinity of municipal waste incinerators and metal reclamation plants in the Netherlands. In *Organohalogen Compounds 1* p. 567-570. Dioxin'90 Epi-seminar, Toxicology, Environment, Food, Exposure-Risk, eds. Hutzinger, O. and Fiedler, H. Bayreuth: Ecolorma Press.
- Ligon, W.V., Dom, S.B., May, R.J. & Allison, M.J. (1989). Chlorodibenzo-furan and chlorodibenzo-p-dioxin levels in Chilean mummies dated about 2800 years before the present. *Environ. Sci. Technol.* 23(10):1286-1290.
- Lucier, G.W. (1991). Humans are a sensitive species to some of the biochemical effects of structural analogs of dioxin. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 10: 727-735.
- Lucier, G.W., Porter, C.J. & Gallo, M.A. (1993). Receptor mechanisms and dose-response models for the effects of dioxins. *Environmental Health Perspectives*, 101(11): 36-44.
- Lucier, G.W., Titscher, A. M., Vanden Heuvel, J.P., Sewall, C.H., Porter, C.J. & Clark, G.C. (1992). Dioxin receptors and toxicity: In *Organohalogen Compounds Vol. 10: Toxicology, Epidemiology, Risk Assessment and Management Proceedings of the 12th International Symposium on Chlorinated Dioxins and Related Compounds*, 24-28 August 1992, Tampere, Finland. Finnish Inst. Publ. Health, pp 3-6.
- Lueber, J.D. (1982). Burning chemical wastes as fuels in cement kilns. *J. Air Poll. Control. Assoc.* 32(7):771-776.
- Mahly, T.A., Moore, R.W., Björke, D.L., and Peterson, R.E. (1991). The male reproductive system is highly sensitive to in utero and lactational TCDD exposure. *Banbury Report 35: Biological Basis for Risk Assessment of Dioxins and Related Compounds*. Copyright 1991 Cold Spring Harbor Laboratory Press 0-87969-235-9/91.
- Mahly, T.A., Björke, D.L., Moore, R.W., Gendron-Fitzpatrick, A., Peterson, R.E. (1992). In utero and lactational exposure of male rats to 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin: Effects on spermatogenesis and reproductive capability. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 114: 118-126.
- Maisel, B.E. & Hunt, G.T. (1990). Background concentrations of PCDDs/PCDFs in ambient air - a comparison of toxic equivalency factors (TEF) models. *Chemosphere* 20(7-9): 771-778.
- Manz, A., Berger, J., Dwyer, J.H. et al. (1991). Cancer mortality among workers in a chemical plant contaminated with dioxin. *The Lancet* 338, no. 8775: 959-964.
- Macklund, S., Andreasson, R., Tyshkind, M., & Rappe, C. (1999). Emissions of PCDDs and PCDFs in gasoline and diesel fuelled cars. *Chemosphere* 20(5):553-561.
- Macklund, S., Rappe, C., Tyshkind, M. & Egebock, K.-E. (1987). Identification of polychlorinated dibenzofurans and dioxins in exhausts from cars run on leaded gasoline. *Chemosphere* 16(1): 29-36.
- Marrack, D. (1988). Fort Bend Medical Clinic, Houston, Texas, Hospital Red Bag Waste: An Assessment and Management Recommendations. *JAPE, Volume 38, No. 10, October 1988*.
- Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. (1992a). Dioxins in food. Surveillance Paper no. 31, HMSO, London.
- Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. (1992b). Report on studies on dioxins in Delysherie carried out by the Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, p. 10. Food Safety Directorate.
- Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (MAFF). (1992c). Dioxins in Food. Food Surveillance Paper, Appendix 1 London HMSO. ISBN 0 11242926 2.
- Murray, F.J., Smith, F.A., Nitschke, K.D., Humiston, C.G., Kociba, R.J., and Schwetz, B.A. (1979). Three generation reproduction study of rats given 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) in the diet. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 50:241.
- Nakano, T., Tsuji, M. & Okuno, T. (1990). Distribution of PCDDs, PCDFs and PCBs in the atmosphere. *Atmos. Environ.* 24(6): 1361-1368.
- NAS (1989). Committee on the Role of Alternative Farming Methods in Modern Production Agriculture, Board on Agriculture, National Research Council, National Academy of Sciences. Alternative Agriculture. Washington D.C.: National Academy Press.
- NATOCCMS A6 (1989). Exposure Assessment Group Office of Health and Environmental Assessment, US EPA. A review update of current knowledge and methods for performing exposure assessments for 2,3,4,8-TCDD. NACTOCCMS, Working Group A. Chapter 6 (Plenum Press, New York, 1989).
- Netherlands Ministry of the Environment (1994). Letter to Austrian Ecology Institute, re: Advertising Code Commission (PVC). January 14th, 1994.
- Neubert, D. (1992). Evaluation of toxicity of TCDD in animals as a basis for human risk assessment. *Toxic Substances Journal*, 12 (2): 237-276.
- Neubert, R., Golor, G., Schümann, R., Helge, H. and Neubert, D. (1992). Polyhalogenated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans and the immune system 4. Effects of multiple dose treatment with 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) on peripheral lymphocyte subpopulations of a non-human primate (Callithrix jacchus). *Arch. Toxicol.* 66:250.
- Notik-Hydro (1992). PVC and the Environment. Oslo, Norway.
- Norstrom, R.J., Simon, M. and Muir, D.C.G. (1990). PCDD/Fs in marine mammals in the Canadian north. *Environ. Poll.* 6: 1-19.
- Oehme, M., Furst, P., Kruger, Chr., et al. (1988). Presence of polychlorinated PCDD/Fs and pesticides in Arctic seal from Spitzbergen. *Chemosphere*, 17 (7): 1291-1300.
- Oehme, M., Maro, S., and Björke, B. (1989). Formation of polychlorinated dibenzofurans and dibenzo-p-dioxins by production processes for magnesium and refined nickel. *Chemosphere*, 18: 1379-1389.
- Okey, A.B., Riddick, D.S., Harper, P.A. (1994). The Ah receptor: mediator of the toxicity of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) and related compounds (Review). *Toxicology Letters* 70(1): 122-142.
- Ono, M., Kawan, N., Wakimoto, T., Tsubakawa, R. (1989). Dibenofurans a greater global pollutant than dioxins? Evidence from an open ocean killer whale. *Mar. Poll. Bull.* 18(12): 644-643.
- Orvasc, V. et al. (1990). Biomedical Waste Incinerator Testing programme. *Chemosphere*, 20: 1801-1808.
- Paustenbach, D.J., Weining, R.J., Lau, V., et al. (1992). Recent developments on the hazards posed by 2,3,7,8-TCDD in soil: implications for setting risk-based clean up levels at residential and industrial sites. *J. Toxicol. Environ. Health* 36: 103-149.
- Peterson, R.E. (1993). Developmental and reproductive toxicity of dioxins and related compounds: cross species comparisons [review]. *Critical Reviews in Toxicology* 23 (3): 283-335.
- Peterson, R.E., Theobald, H.M., Kimmel, G.L. (1993). Developmental and reproductive toxicity of dioxins and related compounds: cross-species comparisons. *Crit. Rev. Toxicol.* 23:283-335.
- Picard, A., Johnston, P.A., & Stringer, R.L. (1991). Alternative technologies for the detoxification of chemical weapons. An information document. Greenpeace USA, 300pp.
- Plum, H.J., Vrijlder, J.J., Olie, K. et al. (1993). Effects of pre and postnatal exposure to chlorinated dioxins and furans on human neonatal thyroid hormone concentrations. *Environmental Health Perspectives* (1993), 101, no. 6: 504-508.
- Pohl, H. (1991). Investigation of Possible Environmental Dangers Caused by Burning Plastics. Society for Workplace and Environmental Analysis, Ltd. for German EPA (184-87/222), July, 1991.
- Porter, C., et al. (1993). Ligand receptor binding for TCDD: implications for risk assessment. *Fundamental and Applied Toxicology*, 20: 48-56.
- Porting, S.M.C. (1989). Consumption of fish by sporting fishermen. (in Dutch), HIL/WVC, Rijswijk, The Netherlands.
- PTCN (1985). Pesticides possibly contaminated with dioxin list compiled in OPP. Pesticide and Toxic Chemical News 13(15):34-38, February 20, 1985.
- Quebec Environment Ministry (1993). Résultats d'analyse des solvants/minéraux fusine Plastipec Lite. June 29, 1993. See also, Francoeur, L. Le Devoir, Contamination la dioxine à Saint-Therèse. Le Devoir, July 2, 1993. See also, Picard, A. Quebec fire site seriously contaminated. Toronto Globe and Mail, July 3, 1993: A4.
- Rappe, C. & Kjeller, L. (1987). PCDDs and PCDFs in environmental samples, air particulates, sediments and soil. *Chemosphere*, 16: 1775.
- Rappe, C. & Buser, H.R. (1989). In: Halogenated Biphenyls, Terphenyls, Naphthalenes, Dibenzodioxins and related products, ed. Kimbrough, R.D. and Jensen, A.A. (1989), pp 71-89, Elsevier, Amsterdam, New York, Rappe, C., Swanson, S.E. and Glas, B. (1989). Formation of PCDDs and PCDFs by the chlorination of water. *Chemosphere*, 19: 1875-1880.
- Rappe, C. (1990). Dioxins. *Organohalogen Compounds*, 4: Dioxin '90 EPRI-SEMINAR, eds. O. Hutzinger and H. Fiedler, Press, FRG, p. 33-36.
- Rappe, C., et al. (1991). Levels, profile and pattern of PCDDs and PCDFs in samples related to the production and use of chlorine. *Chemosphere* 23:1629-1636.
- Rappe, C. (1993). Sources of exposure, environmental concentrations and exposure assessment of PCDDs and PCDFs. *Chemosphere*, 27 (1-3):211-222. Rappe, C., Kjeller, L.-O., Kulp, S.-E., de Wit, C., Hasselet, & Palm, O. (1991). Levels, profile and pattern of PCDDs and PCDFs in samples related to the production and use of chlorine. *Chemosphere*, 23: 1629-1636.
- Rier, S.E., Martin, D.C., Bowman, R.E., Dmowski, W.P., & Becker, J.L. (1993). Endometriosis in Rhesus monkeys (Macaca mulatta) following chronic exposure to 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-dioxin. *Fundamental and applied toxicology* 21: 433-441.
- Robert, G. (1994). Chlorine companies adopt defiant stand. *European Chemical News*, 14 Feb. 1994:32-34.
- Rotard, W., Christmann, W., Latmer, A., Mann, W., Reichert, A., Reiss, S. & Schinz, V. (1987). Occurrence of PCDD and PCDF in motor oils, refined oils and contaminated oils. *Chemosphere* 16(8-9): 1847-1849.
- Rogan, W.J. (1989). Yu-Cheng, in Halogenated Biphenyls, Terphenyls, Naphthalenes, Dibenzodioxins and related products, 2nd ed., Kimbrough, R.D. and Jensen, A.A., Eds., Elsevier, Amsterdam, (1989): 401.
- Rosberg, M., et al. (1986). Chlorinated hydrocarbons. *Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, 5th Edition, ed. W. Gatzhart. New York: VCH Publishers: 233-398.
- Schaum, J., Cleverly, D., Lorber, M., Phillips, L., & Schwartz, G. (1993). Sources of Chlorinated Compounds and Background exposure levels. 13th International Symposium on Chlorinated Dioxins and Related Compounds. *Organohalogenes* 14: 319-326.
- Schechter, A.J., Malkin, R., Pakke, O. (1991). Dioxin levels in blood of municipal incinerator workers. *Med. Sci. Res.* 19: 331-332.
- Schechter, A.J. and Ryan, J.J. (1988). Polychlorinated dibenzo-p-dioxin and dibenzofuran in human adipose tissues from workers 32 years after occupational exposure to 2,3,7,8-TCDD. *Chemosphere* 17: 915.
- Schechter, A. (1991). Dioxins and related chemicals in humans and in the environment. *Banbury Report 35: Biological Basis for risk assessment of dioxins and related compounds*, Cold Spring Harbor Laboratory Press, 0:87969-235-9/91.
- Schechter, A.J., Furst, P., Furst, C. et al. (1991). Dioxins, dibenzofurans and selected chlorinated organo-chlorine compounds in human milk and blood from Cambodia, Germany, Thailand, the USA, the USSR and Vietnam. *Chemosphere* (1991b), 23, no. 11-12: 1903-1912.
- Schechter, A., Pakke, O., Liu, A. and Bull, M. (1993). Chlorinated dioxin and dibenzofuran content in 2,4-D amine salt from Ufa, Russia. 13th International Symposium on Chlorinated Dioxins and Related Compounds. *Organohalogenes*, 11: 325-328.
- Schreiber, R. (1993). 2,3,7,8-TCDD equivalent emissions from long wet or long dry cement kilns burning hazardous waste in the U.S. during trial burns. 13th International Symposium on Chlorinated Dioxins and Related Compounds. *Organohalogenes*, 11: 229-232.
- Sharpe, R.M. and Skakkebaek, N.E. (1993). Are oestrogens involved in falling sperm counts and disorders of the male reproductive tract? *Lancet* 341: 1392-1395.
- Shu, H.P., Paustenbach, D.J., Murray, F.J.A. (1987). A critical evaluation of the use of mutagenesis, carcinogenesis and tumor promotion data in a cancer risk assessment of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 7: 57-58. (Cited in Lucier et al. 1993).
- Skene, S.A., Dewhurst, I.C. & Gaensberg, M. (1989). Polychlorinated dibenzo-p-dioxins and polychlorinated dibenzofurans: the risks to human health. A review. *Hum. Toxicol.* 8: 173-203.
- Smoger, G.H., Kaln, P.C., Rodgers, G.C., Suffra, S., and McConnachie, P. (1993). In utero and postnatal exposure to 2,3,7,8-TCDD in Times Beach, Missouri: I. Immunological Effects. *Lymphocyte Phenotype Frequencies*. In: *Dioxin '93, 13th International Symposium on Chlorinated Dioxins and Related Compounds*, Vienna. *Organohalogen Compounds* 13:345-348.
- Stairs, K.C. & Johnston, P.A. (1991). The precautionary action approach to environmental protection. *Environ. Poll.* 1 JCEP: 473-479.
- Svensson, B., Hallberg, T., Nilsson, A. et al. (1993). Immunological competence and liver function in subjects consuming fish with organochlorine contaminants. *Dioxin '93, 13th International Symposium on Chlorinated Dioxins and Related Compounds*, Vienna, September, *Organohalogen Compounds*, Vol. 13 (Human exposure, Toxicology, Epidemiology): 175-178.
- Swanson, H.L. and Bradford, C.A. (1993). The Ah-receptor: genetics, structure and function. *Pharmacokinetics* 3(5): 213-230.
- Swedish Environmental Protection Agency (SEPA) (1994). Sample reports 06108/9 and 06108/17: PVC suspension/PVC plastic and PVC suspension used to make PVC. May 5, 1994.
- Takowski, S., and Yrjanheikki, E. (1989). WHO co-ordinated intercountry studies on levels of PCDDs and PCDFs in human milk. *Chemosphere* 19: 995.
- Theelen, R.M.C. (1991). Modelling of human exposure to TCDD and I-TEQ in the Netherlands: background and occupational. *Banbury Report 35: Biological Basis for Risk Assessment of Dioxins and Related Compounds*, Cold Spring Harbor Laboratory Press 0-87969-235-9/91.
- Theelen, R.M.C., Lien, A.K.D., Slob, W., Van Wijnen, J.H. (1993). Intake of 2,3,7,8, chlorine substituted dioxins, furans, and planar PCBs from food in the Netherlands: media and distribution. *Chemosphere*, 27, no. 9: 1625-1635.
- Theelen, R.M.C., Liem, A.K.D. (1994). Exposure to 2,3,7,8-chlorine substituted dioxins, furans and planar PCBs from food by Dutch. *Chemosphere* 28, no. 4: 675-682. *En. Armeigulica*, Esteve, M., Font, A., y Pons, O. (1994). "Incidencia y salud", presentado en el Colegio Oficial de Médicos de Baleares.
- Theisen, J. et al. (1989). Determination of PCDFs and PCDDs in Fire Accidents and Laboratory Combustion Tests Involving PVC-Containing Materials. *Chemosphere* 19: 423-428. Travis, C.C. and Hattner-Frey, H.A. (1989). A perspective on dioxin emissions from municipal solid waste incinerators. *Risk Analysis* 9, no. 1: 91-97.
- Travis, C.C. and Hattner-Frey, H.A. (1987). Human exposure to 2,3,7,8-TCDD. *Chemosphere* 16, no. 10-12: 2331-2342.
- Travis, C.C., Hattner-Frey, H.A. and Sierbergel, E. (1989). Dioxin, dioxin everywhere. *Environ. Sci. Technol.* 23: 1061-1063.
- Titscher, A., Clark, G., Sewall, C., McCoy, Z., Foley, F., Goldstein, J., Lucier, G. (1992). Tumour promotion by 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) in the rat: liver: dose-response relationships for TCDD mediated effects. In: *Dioxin '92 (1992)*, 12th International Symposium on Dioxins and Related compounds, 24-28 August 1992, Univ. of Tampere, Tampere, Finland. *Organohalogen Compounds*, Vol. 10 (Toxicology, Epidemiology, Risk Assessment and Management): 365-367.
- Tyskind, M., et al. (1989). PCDD and PCDF Emissions From Scrap Metal Melting Processes at a Steel Mill. *Chemosphere*, 19: 705-710.
- UBA. Federal Office of the Environment (1992). Environmental Damage by PVC: An Overview. Berlin: Umweltbundesamt. June 1992.
- UBA (1990). Stellenwert der Verwertung von Siedlungsabfällen in der Abfallentsorgung. Report of the Federal Environmental Agency, Berlin, April 1990.
- US Department of Commerce (1993). Statistical Abstracts of the United States. Washington: U.S. Government Printing Office.
- UNEP (1993). Recommendation. Consultation on tolerable daily intake from PCDDs and PCDFs summary report, WHO Report EUC/PC/RC/S 03/93.
- US EPA (1985). Health Assessment Document for Polychlorinated Dibenzo-p-dioxins. EPA Office of Health and Environmental Assessment. EPA/600/8-84/014f.
- US EPA (1987). National Dioxin Study Tier 4: combustion Sources: Engineering Analysis. Report Washington: U.S. EPA Office of Air Quality Planning and Standards, EPA/540-84-014h.
- US EPA (1992). Epidemiological/Human Data review draft. EPA Office of Research and Development, Washington, D.C. EPA/600/AP-92/001 g, September 1992.
- US EPA (1993). Report to Congress on Cement Kiln Dust. Washington, D.C.: EPA Office of Solid Waste, EPA-530-S-94-001, December 1993.
- US EPA (1994). Risk characterization of dioxin and related compounds draft. Washington, D.C.: Bureau of National Affairs, May 3, 1994.
- US EPA (1990). ROD Annual Report: FY 1989 EPA/540-8-90/006. Office of Emergency and Remedial Response, Washington, DC.
- US EPA (1987). Superfund record of decision: conservation chemical company MO. Issued by US EPA Region V, Chicago III.
- US EPA (1992). Epidemiology/Human Data review draft. EPA Office of Research.
- Vikeboel, J., Madsen, H. and Hansen, K. (1993). Emission of dioxins from Danish wood-stoves. 13th International Symposium on Chlorinated Dioxins and Related Compounds. *Organohalogenes*, 11: 405-408.
- Vogge, H. & Stieglich, L. (1986). Thermal behavior of PCDD/PCDF in fly ash from municipal incinerators. *Chemosphere* 15: 1373.
- Vos, J.G. and Luster, M.I. (1989). Immune alterations. In: Halogenated biphenyls, terphenyls, naphthalenes, dibenzodioxins and related products. (ed. R. Kimbrough and A. Jensen), Elsevier, Amsterdam: 295.
- Wang, M.-J. & Jones, K.C. (1991). Analysis of chloro-cyanuric acid in sewage sludge by capillary gas chromatography. *Chemosphere* 23(5): 677-691.
- Webster, T. and Compton, B. (1994). Overview: The Dioxin Debate. In: *Dioxins and Health*, (A. Schecter, Ed.) Plenum, forthcoming.
- Wild, S.R., Harrad, S.J., Jones, K.C. (1994). The influence of sewage sludge applications to agricultural land on human exposure to polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs) and furans (PCDFs). *Environmental Pollution* 83:357-369.
- World Health Organization (1987). PCDD and PCDF Emissions from incineration. *Environmental Health*, 17, WHO/EURO Copenhagen, Denmark.
- World Health Organization (1990). Consultation on tolerable daily intake Webster, T. and Compton, B. (1994). Overview: The Dioxin Debate. In: *Dioxins and Health*, (A. Schecter, Ed.), Plenum, forthcoming.
- World Health Organization/Regional Office for Europe (WHO EURO/1989). Levels of PCBs, PCDDs and PCDFs in breast milk. *Environmental Health Series*, no. 34. Copenhagen.
- World Health Organization. Regional Office for Europe (1991) Summary Report. Consultation on tolerable daily intake from food of PCDD and PCDFs. Bilthoven, Netherlands, 4-7 December 1990. *EURO/PCPS (93)/03/96*, pub. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.
- World Health Organization/Environmental Health Series (WHO), 1988. PCBs, PCDDs and PCDFs in breast milk. *Assessment of health risks*, no. 29. Regional Office of Europe, Copenhagen.
- World Health Organization (1992). Executive Summary. *Toxic Substances Journal*: no. 24, 101-132. April-December 1992. (Special issue: Tolerable Daily Intake of PCDDs and PCDFs).
- World Health Organization (1994). Ahlborg, U.G., Becking, G.C., Buijsse, L.S., Browner A., Derks, J. et al. Toxic Equivalency Factors for Dioxin-like PCBs. Report on a WHO ECEH and IPCS consultation. December 1993. *Chemosphere* 28: 1049-1067.
- Yamashita, F. & Hayashi, M. (1985). Fetal PCPS syndrome: clinical features, intrauterine growth retardation and possible alteration in calcium metabolism. *Environ. Health Perspect.*, 59, 41.
- Yang, Y.G., Lebwe, H., Burleson, G.R. (1994). Effect of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) on pulmonary influenza virus titration and natural killer (NK) activity in rats. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 23:125-131.
- Zemek, A., & Kocan, A. (1991). 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin in soil samples from a tishlova thermal producing plant. *Chemosphere* 23(11):1769-1776.
- Zober, A., Messerer, P., Huber P. (1990). Thirty-four year mortality follow up of BASF employees exposed to TCDD after the 1955 accident. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 62: 138-157.