

INFORME EXIGENCIAS DIOXINAS

2003

Indice

1. Conceptos Generales	1
1.1. Dioxinas	1
1.2. Origen de las Dioxinas	2
1.3. Ingreso de las Dioxinas a la Cadena Alimentaria	2
1.4. Concentración Tóxica Equivalente (TEQ)	3
1.5. Efectos de las Dioxinas	3
1.6. Métodos para su Determinación	3
2. Límites	4
2.1. Ingesta Admisible	4
2.2. Límite Máximo Permitido en Carnes	5
3. Emisiones de Dioxinas	6
3.1. Situación General	6
3.2. Emisión de Dioxinas en EEUU y su Control	7
3.3. Emisión de Dioxinas en Japón y su Control	8
3.4. Emisión de Dioxinas en Chile y Su Control	8
Conclusiones Generales	9

1. Conceptos Generales

1.1. Dioxinas

Las dioxinas son compuestos orgánicos clorados incoloros e inodoros, extremadamente estables en la naturaleza, particularmente los que incluyen cuatro o más átomos de cloro. Estas se refieren a un grupo de compuestos que tienen ciertas características químicas, estructurales y biológicas en común. Existen cientos de estos compuestos y pertenecen a tres familias estrechamente relacionadas: Los dibenzo-p-dioxina clorados (CDDs), los dibenzo furano clorados (CDFs) y ciertos bifenilos policlorados (PCBs). La molécula más estudiada y tóxica es la 2,3,7,8 – tetraclorodibenzeno-p-dioxina (2,3,7,8 –TCDD).

Sus concentraciones se miden en picogramos (pg, 10^{-12} g) o partes por trillón (ppt, pg/g), mientras que sus toxicidades - que varía con cada compuesto - se miden en equivalentes tóxicos respecto de la molécula de 2,3,7,8 -TCDD, o TEQ.

Dado que las muestras ambientales y biológicas (incluidas las muestras de productos alimenticios) contienen, por lo general, mezclas complejas de diferentes tipos de dioxinas, se ha desarrollado el concepto de factores de equivalencia tóxica (FET) a fin de facilitar la evaluación de los riesgos. Estos FET permiten expresar concentraciones de mezclas de CDDs y CDFs sustituidos en posiciones 2,3,7,8 y más recientemente, de algunas formas de PCB con cloros sustituidos en posiciones no-orto y mono-orto que presentan una actividad similar a las dioxinas en equivalentes tóxicos (TEQ) de 2,3,7,8-TCDD.

Las concentraciones de cada sustancia en una muestra dada se multiplican por sus respectivos FET y se suman a continuación para obtener la concentración total de compuestos similares a dioxinas expresados en TEQ.

Tipo	Valor FET	Tipo	Valor FET
Dibenzo-p-dioxinas ("CDD ")		PCB no-orto	
2,3,7,8-TCDD	1	PCB 77	0,0001
1,2,3,7,8-PeCDD	1	PCB 81	0,0001
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,1	PCB 126	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,1	PCB 169	0,01
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,1		
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,01		
OCDD	0,0001		

Tabla 1. Cuadro FET fijado por la OMS a fines de la evaluación del riesgo para la salud humana, basado en las conclusiones de la reunión de la OMS celebrada en Estocolmo del 15 al 18 de junio de 1997 [Van den Berg y otros, 1998]. Factores de equivalencia tóxica (FET) para los PCB, CDD y CDF en seres humanos y animales.

Tipo	Valor FET	Tipo	Valor FET
Dibenzofuranos ("CDF")		PCB mono-orto	
2,3,7,8-TCDF	0,1	PCB 105	0,0001
1,2,3,7,8-PeCDF	0,05	PCB 114	0,0005
2,3,4,7,8-PeCDF	0,5	PCB 118	0,0001
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,1	PCB 123	0,0001
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,1	PCB 156	0,0005
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,1	PCB 157	0,0005
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,1	PCB 167	0,00001
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,01	PCB 189	0,0001
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,01		
OCDF	0,0001		

Tabla 2. Cuadro FET fijado por la OMS a fines de la evaluación del riesgo para la salud humana, basado en las conclusiones de la reunión de la OMS celebrada en Estocolmo del 15 al 18 de junio de 1997 [Van den Berg y otros, 1998]. Factores de equivalencia tóxica (FET) para los PCB, CDD y CDF en seres humanos y animales. *Abreviaturas utilizadas:* T=tetra; Pe=penta; Hx=hexa; Hp=hepta; O=octo; CDD=clorodibenzodioxina; CDF =clorodibenzofurano; CB =clorobifenilo.

1.2. Origen de las Dioxinas

Se originan en procesos de combustión naturales tales como erupciones volcánicas, incendios forestales y en procesos industriales tales como la incineración, combustión de motores, blanqueado de papel en base a cloro y emisiones industriales. Las dioxinas se las encuentra en el agua, suelos y alimentos.

1.3. Ingreso de las Dioxinas a la Cadena Alimentaria

Debido a la omnipresencia de los CDDs, su estabilidad y a sus características de bioacumulación, la vía de exposición primaria a las mismas es en un 90% atribuible a la dieta.

Las dioxinas son insolubles en agua y son altamente solubles en grasa. Por lo cual estas se adhieren a los sedimentos y a la materia orgánica del medio ambiente, las que son adsorbidas luego por los tejidos grasos animales y humanos. En síntesis, no son biodegradables, bioacumulándose en la cadena alimenticia.

Las dioxinas pueden ingresar a la cadena alimenticia a través de una serie de rutas. La contaminación del medio ambiente por dioxinas es inicialmente provocado por el transporte aéreo y deposición de las emisiones de varias fuentes (incineración de residuos, producción de químicos, etc.). El uso y disposición de los químicos pueden contribuir severamente a la contaminación localizada.

Debido a que el suelo es un depósito natural de dioxinas, éstas pueden ser adsorbidas de forma directa o indirecta a través de los vegetales ingeridos por animales.

Dado que las dioxinas son insolubles en agua, estas son adsorbidas por las partículas orgánicas y minerales en suspensión en el agua. Cuando son transportadas por el aire, permanecen en la superficie de los océanos y mares, para finalmente concentrarse en la cadena alimenticia acuática.

1.4. Concentración Tóxica Equivalente (TEQ)

Cada tipo de dioxina presenta diferentes niveles de toxicidad. Para resumir la toxicidad de estos diferentes tipos, se utilizan los Factores de Toxicidad Equivalentes (TEF) para facilitar el cálculo de los riesgos y las regulaciones de control. De esta manera los resultados analíticos de todos estos tipos de compuestos toxicológicamente relevantes (17 dioxinas y 12 PCB) son convertidos en un solo resultado que se expresa como TCDD concentración tóxica equivalente o "TEQ".

1.5. Efectos de las Dioxinas

La dioxina es considerada como un agente cancerígeno de clase N°1 (máximo de la escala) por el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer de la Organización Mundial de la Salud (OMS), quien considera que los niveles de ingesta diaria tolerable se sitúan en el orden de los 1 a 4 pg TEQ/kg. de peso corporal (50 - 200 pg TEQ/persona/día); sin embargo, un documento de discusión sobre dioxinas preparado por Holanda para la 31° sesión (1999) indica que el Comité respectivo del Codex Alimentarius acordó que se debe evaluar los distintos grupos de contaminantes antes de fijar los niveles máximos aceptables de dioxina. Otros efectos que frecuentemente se mencionan incluyen desórdenes del comportamiento y el aprendizaje, respuesta inmune deprimida, bajo nivel de testosterona y espermatozoides, diabetes, cloracné (enfermedad severa a la piel), aumento de vello corporal, posibles daños al hígado y endometriosis. No obstante, la mayoría de las investigaciones en humanos involucra poblaciones expuestas a varios miles de veces superiores a las habituales. Los residentes de Seveso, Italia, fueron expuestos a un accidente industrial en 1976, durante el cual se liberaron a la atmósfera cerca de 300 gramos de dioxina, desarrollando cloracné, una anomalía dérmica semejante a la acné juvenil.

1.6. Métodos para su Determinación

A través de los métodos de screening o de confirmación, los cuales pueden incluir bioensayos y métodos de cromatografía de gases de alta resolución y espectrometría de masas de alta resolución.

2. Limites

2.1. Ingesta Admisible

Legislación/Directriz	Organismo	pg (TEQ)/kg
Ingesta Diaria Admisible	OMS	4
	JEFCA (Codex)	2,3
	Unión Europea	2
	Países Bajos	1
	Japón	4
	EEUU	1
Ingesta Semanal Admisible	JEFCA (Codex)	16,3
	Unión Europea	14
Ingesta Mensual Admisible Propuesta	Australia	70
Ingesta Mensual Admisible Provisional	JEFCA	70

Tabla3. Ingesta admisible de dioxinas

Unión Europea

El Comité Científico Alimentario de la UE, de siglas en inglés SCF, ha calculado los riesgos para la salud humana que implican la presencia de dioxinas en alimentos. Dada la naturaleza de estos compuestos, la SCF ha establecido un nivel de tolerancia de ingesta semanal (TWI) de 14 pg TEQ/Kg. para las dioxinas. Este TWI esta en concordancia con la ingesta mensual tolerable provisional (PTMI) de 70 pg TEQ/Kg., establecido por el Comité Conjunto FAO/OMS de Expertos Sobre Aditivos Alimentarios (JECFA) y se ajusta con el rango máximo tolerable de ingesta diaria (TDI) de 1 a 4 picogramos OMS-TEQ/Kg/día establecido por la Organización Mundial de Salud (OMS) en consulta del año 1998.

Estados Unidos

En Estados Unidos la Agencia para sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades, de siglas en inglés ATSDR, ha establecido un limite máximo para la ingesta diaria de dioxinas de 1 pg TEQ/ kg peso.

Japón

En Japón, el Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Salud, Trabajo y Bienestar han establecido un índice TDI (Ingesta Diaria Tolerable) de 4 pg TEQ/Kg/día.

2.2. Límites Máximos Permitidos

País/Región	Producto	pg (TEQ) / g de grasa o producto
Unión Europea (Directiva)	Carne de Aves	2
	Carne de Cerdos	1
	Hígado y Derivados	6
	Grasa de Aves	2
	Grasa de Cerdos	1
CCFAC (Codex)		Se encuentra considerando límites para dioxinas en alimentos de consumo humano y animal.
EEUU		Carece de límites para dioxinas en alimentos o alimentos balanceados para animales ¹ .
Corea del Sur	Límite para aves, cerdos, vacunos y huevos	5

Tabla 4. Cuadro resumen límites presencia de dioxinas en carnes de aves y cerdos

Unión Europea

La Unión Europea ha establecido en su Consejo de Regulación (CE) N° 2375/2001, del 29 de Noviembre de 2001 límites para la presencia en carnes rojas, blancas y derivados (ver tabla 4). Los límites de dioxinas serán revisados en diciembre de 2004.

Estados Unidos

Estados Unidos, a diferencia de la Unión Europea, carece de límites para dioxinas en alimentos de consumo humano y alimentos balanceados para animales.

Actualmente el Servicio de Inspección y Seguridad de los Alimentos, de siglas FSIS en inglés, se encuentra ejecutando un estudio en carnes rojas y de aves para determinar el nivel presente de dioxinas. Información que será empleada para evaluar si estos se han mantenido bajos conforme los estudios previos y que medidas se pueden tomar para reducirlos aun más.

Las tolerancias para residuos de bifenilos policlorados PCBs, de acuerdo a las disposiciones 21 CFR 109.30 y 509.30, de la Administración de Drogas y Alimentos (FDA) son las siguientes:

- ❖ 3 ppm en aves (base grasa).
- ❖ 0,3 ppm en huevos.
- ❖ 0,2 ppm en alimentos para animales reproductores.

¹ Los límites para PCBs en alimentos se encuentran en el Código Federal de Regulación 21 CFR 109.30 y el 509.30.

3. Emisiones de Dioxinas

3.1. Situación General

País	Emisión Dioxinas g TEQ/año
Japón	3981
EEUU	2744
Francia	873
Bélgica	661
Reino Unido	569
Países Bajos	486
Alemania	334
Canadá	290
Suiza	181
Australia	150
Hungría	112
Eslovaquia	42
Dinamarca	39
Austria	29

Tabla 5. Emisión de dioxinas por país en 1995, según estudio de la UNEP

Una estadística del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, de siglas en inglés UNEP, señala que Japón y Estados Unidos son los principales emisores a nivel mundial de dioxinas (*ver tabla 5*). Este mismo organismo señala además, que el 69% de las emisiones globales se debe a la incineración de residuos.

La preocupación mundial en torno a los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs), dentro de los que se encuentran las dioxinas, impulsó al UNEP a auspiciar la firma de un convenio entre los países miembros denominado como el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes. El objeto de este convenio, firmado en mayo de 2001, es la protección de la salud humana y del medio ambiente frente a los COPs de acuerdo con el principio de precaución consagrado en la Declaración de Río.

Es un instrumento legal que una vez ratificado por 50 países al menos, resultará de obligado cumplimiento para las partes y en su articulado se recogen los criterios, instrumentos, actuaciones y obligaciones de las partes firmantes para la consecución de su objetivo.

Con ello se pretende la "sustitución, restricción de uso y eliminación" de aquellos contaminantes orgánicos conocidos como llamada docena sucia: aldrín, bifenilos policlorados [PCB], clordano, DDT, dieldrinas, endrinas, furanos, dioxinas, heptacloro, hexaclorobenceno, mirex y toxafeno.

3.2. Emisión de Dioxinas en EEUU y su Control

Fuentes	Emisiones 1987 g TEQ / año	Emisiones 1995 g TEQ /año
Incineración de desechos municipales.	7915	1100
Incineración de desechos tóxicos.	5.0	5.7
Hornos Industriales.	0.77	0.38
Incineración de desechos médicos.	2470	477
Crematorios.	0.16	0.24
Incineración de Lodos Recuperados de RILES	6.0	6.0
Vehículos que emplean bencinas con plomo.	32.4	0.0
Vehículos que emplean bencinas sin plomo.	3.8	6.3
Vehículos que emplean diesel.	26.3	33.5
Combustión residencial de maderas.	89.6	62.8
Combustión industrial de Maderas.	27.5	29.1
Combustión del carbón.	62.6	72.8
Combustión de aceites.	15.5	9.3
Hornos de cemento (destinados a la quema de desechos peligrosos).	117	153
Hornos de cemento (destinados a la quema de desechos no peligrosos).	13.7	17.8
Combustión de cigarrillos.	1.0	0.81
Cocedores para la recuperación de papel kraft.	2.0	2.3
Incendios de bosques, matorrales y paja.	170	208
Fundición secundaria del aluminio.	9.5	17
Fundición secundaria del cobre.	304	541
Hornos para la fundición secundaria del plomo.	1.22	1.63
Total	11274	2745

Tabla 6. Inventario de las fuentes de dioxinas (PCDDs/PCDFS) en los Estados Unidos (aire).

La Agencia de Protección Medio Ambiental de los Estados Unidos, de siglas EPA en inglés, ha buscado y ejecutado acciones concretas para la reducción de emisiones. Las que se han traducido en estrictos estándares y controles para las principales fuentes de emisión de dioxinas. De esta manera fuentes de emisión tales como las asociadas a la quema de desechos médicos, las que se encontraban cercanas a los 2470 g en 1987, hoy se encuentran limitadas a no más de 14 g (regulación).

Actualmente se observa un alto grado de cooperación entre los diferentes organismos gubernamentales relacionados con el ámbito de las dioxinas. De esta manera actividades de monitoreo e investigación conjunta se encuentran ejecutando el FDA, FSIS, el Centro para el Control y Prevención de las Enfermedades (CDC) y el EPA.

3.3. Emisión de Dioxinas en Japón y su Control

Fuentes	Emisiones 1997 g TEQ / año	Emisiones 1998 g TEQ /año
Incineración de desechos no industriales.	4320 (agua 0.016)	1340 (agua 0.016)
Incineración de desechos industriales.	1300 (agua 0.065)	960 (agua 0.065)
Incineración no regulada en plantas industriales.	325 - 345	325 - 345
Crematorios.	1.8 - 3.8	1.8 - 3.8
Hornos de arco voltaico.	187	114.7
Fundiciones de acero.	118.8	100.2
Minería del zinc.	34	16.4
Fundición secundaria del aluminio.	15.7	14.3
Otras industrias.	26	26
Combustión de cigarrillos.	0.075 - 13.2	0.079 - 13.9
Vehículos que emplean diesel.	2.14	2.14
Vertederos.	0.078 (agua)	0.078 (agua)
Total	6330 - 6370 (agua 1.2)	2900 - 2490 (agua 0.56)

Tabla 7. Inventario de las fuentes de dioxinas (PCDDs/PCDFS) en Japón (aire).

El gobierno japonés, conciente de los altos índices de dioxinas observados ha dispuesto una serie de medidas para reducir sus emisiones en un 90%. Si bien es cierto se ha evidenciado una reducción importante a partir de 1997, fecha en que se dispuso tal medida, los niveles se encuentran lejanos de la meta señalada.

3.4. Emisión de Dioxinas en Chile y su Control

En el marco de la Agenda Química, Chile ha firmado varios acuerdos internacionales, tales como el Convenio de Rotterdam (11/09/1998), Basilea (22/03/1989) y Estocolmo (23/05/2001), orientados a mejorar la gestión y el manejo de las sustancias químicas peligrosas. Sin embargo, de estos tres convenios Internacionales a los cuales el país ha adherido, sólo el Convenio de Basilea ha sido ratificado por el Parlamento, convirtiéndose en Ley de la República (D.S. N°685 de 1992).

La Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) de Chile coordina un grupo de trabajo multisectorial para impulsar la ratificación del convenio de Estocolmo. Lo anterior posibilitará la implementación de planes de manejo para un grupo importante de COPs altamente tóxicos y permitirá desarrollar inventarios de emisiones de dioxinas y furanos y, a partir de ello, establecer mecanismos para la prohibición, eliminación y/o disminución de las liberaciones de estos contaminantes.

Conclusiones Generales

- Las dioxinas son compuestos altamente tóxicos y estables en el medio ambiente.
- La principal fuente de exposición para los seres humanos son los alimentos que consume (sobre un 90%).
- Los países desarrollados son los principales emisores de dioxinas al medio ambiente y consecuentemente a la cadena alimentaria.
- Estos países han incorporado medidas drásticas, durante la última década, para el control de sus emisiones.
- Chile tiene un inventario de emisiones.
- El límite máximo establecido por la OMS para la ingesta diaria de dioxinas es de 4 pg (TEQ)/kg de peso corporal.
- El límite máximo permitido por Korea en carnes de aves, cerdos, vacunos y huevos es de 5pg OMS-PCDD (TEQ) / g de grasa o producto.
- El principal referente en términos de límites de presencia de dioxinas en carnes lo constituye el Consejo de Regulación (CE) N° 2375/2001 de la unión europea.
- A nivel internacional y en particular en los países desarrollados se observa un compromiso país para el control de las emisiones y su exposición a los seres humanos. Lo que se evidencia en estudios y trabajo inter ministeriales y de agencias gubernamentales.