

## Fichas informativas de los compuestos analizados:

- |                                 |                                       |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| 1- Alquifenoles y sus derivados | 4--Ésteres de ftalato                 |
| 2- Pirorretardantes bromados    | 5- Parafinas cloradas de cadena corta |
| 3- Compuestos organoestánicos   |                                       |

## 2- Pirorretardantes bromados

Los pirorretardantes bromados son un variado grupo de compuestos organobromados que se usan para prevenir la combustión o retrasar la propagación de las llamas en varios de plásticos, tejidos y otros materiales. Aunque se dice que más de 70 compuestos o grupos bromados se usan como pirorretardantes (Lassen et al. 1999), hay tres grupos químicos que dominan el uso actual: los éteres difenilos polibromados (conocidos como PBDEs), el hexa-bromociclododecano (HBCD), los bisfenoles bromados (sobre todo tetrabromobisfenol A , TBBP-A).

### USOS:

Los pirorretardantes bromados se usan en una amplia selección de productos de consumo y productos industriales incluidos en aparatos eléctricos y electrónicos, vehículos, alumbrado e instalación eléctrica, textiles (incluidas, por ejemplo, moquetas y cortinas) y materiales de embalaje o aislantes (especialmente poliestireno) (Lassen et al. 1999). PBDEs y HBCD se usan como aditivos, mientras que TBBP-A es más comúnmente usado como reactivo, está por eso más fuertemente unido a los polímeros en los que está incorporado. De todas formas, también existen algunos usos como aditivo del TBBP-A.

Quedan tres PBDEs en uso en la UE: los pentaBDE, octaBDE y decaBDE. El uso en Europa de esos aditivos en 1999 se estimó en 210, 450 y 7500 toneladas respectivamente (OSPAR 2001), siendo decaBDE (también conocido como BDE-209) el que fue, con mucho, el más usado y con usos más diversos. En ese mismo año, el uso de HBCD en la UE fue de 9200 toneladas, alrededor de un 85% se usó en paneles rígidos de poliestireno para el aislamiento de edificios (OSPAR 2001). La producción de TBBP-A está aumentando en todo el mundo; en la UE el uso estimado para 1999 ascendió a 13800 toneladas (BSEF 2000). Otro grupo, los bifenilos polibromados (PBBs) ya no se producen en Europa, aunque sin duda quedan cantidades considerables en productos importados o ya existentes y en residuos.

### DISTRIBUCIÓN MEDIOAMBIENTAL:

La mayoría de los pirorretardantes bromados son sustancias químicas persistentes en el medio ambiente. Algunos, en especial los pentaBDE, son altamente bioacumulativos pero todos ellos son biodisponibles y pueden ser medi-

dos en tejidos de fauna y humanos. De hecho, su producción ha llevado a su extendida y, en algunos casos, creciente presencia en el medio ambiente.

Aunque los primeros informes sobre su presencia en la fauna se remontan a principios de los 80, la naturaleza generalizada de la contaminación de PBDEs no fue reconocida hasta principios de los 90 (Sellström et al. 1993, Jansson et al. 1993). Desde entonces, se han mencionado los PBDEs en casi todos los medios naturales, incluidos los sedimentos (Allchin et al. 1999), los peces de agua dulce y de mar (Asplund et al. 1999a, b) e incluso ballenas de los océanos profundos y el Ártico (de Boer et al. 1998, Stern y Ikononou 2000). Hay menos información sobre los otros pirorretardantes bromados en usos comunes, en parte debido a dificultades analíticas, aunque recientes estudios sugieren que la contaminación de HBCD podría ser también un fenómeno generalizado (Allchin y Morris 2002).

Se ha comunicado también que los PBDEs son contaminantes comunes en los humanos, incluyendo los informes de Suecia, España, Finlandia y Norteamérica (Lindstrom et al. 1997, Meneses et al. 1999, Strandman et al. 1999, She et al. 2000). Las concentraciones de PBDEs en leche materna y en sangre humana demuestran la existencia de una tendencia al aumento en las dos últimas décadas (Meironyte et al. 1999, Thomsen et al 2002), y hay algunas pruebas de esta tendencia al alza también en el caso de TBBP-A. La presencia de decaBDE en suero humano, a pesar de su gran tamaño molecular, demuestra su biodisponibilidad. Aunque es probable que la principal ruta de exposición sea a través de los alimentos (sobre todo para los PBDEs, más bioacumulativos), es también probable que otras fuentes de exposición sean significativas, incluido el contacto directo con los productos que usan pirorretardantes.

PBDEs, HBCD y TBBP-A han sido detectados en ambientes interiores y/o en el polvo del lugar de trabajo (Sjödin et al. 2001, Jakobsson et al. 2002) y, hasta cierto punto, las concentraciones en sangre se relaciona con, por ejemplo, el contacto con los ordenadores en un ambiente de oficina (Hagmar 2000). En nuestros anteriores estudios de los niveles de contaminantes en el polvo de edificios parlamentarios por toda Europa, señalamos la presencia de PBDEs, HBCD y TBBP-A, con los decaBDE y HBCD normalmente presentes en más alta concentración (llegando al orden de ppm, Leonards et al. 2001).

## PELIGROS:

Como se ha señalado antes, los piroretardantes bromados son, por lo general, sustancias químicas altamente persistentes, algunas de las cuales son también altamente bioacumulativas y todas ellas biodisponibles. Aunque se están aclarando gradualmente sus mecanismos de toxicidad, su toxicidad a largo plazo, a dosis bajas, queda vagamente descrita.

Mientras que se considera que su toxicidad aguda es baja, una exposición crónica (especialmente intrauterina) ha mostrado que afecta al desarrollo cerebral y óseo de ratas (Eriksson et al. 1999), lo que a su vez puede llevar a efectos neurológicos permanentes (Eriksson et al. 2001). Se ha señalado que los metabolitos comunes de los PBDEs, como TBBP-A, obstaculizan la unión de las hormonas tiroideas (Meerts et al. 1998, 2001), aumentando los diversos efectos potenciales en el crecimiento y desarrollo. Helleday et al. (1999) informan sobre los efectos genotóxicos de los PBDEs y HBCD en cultivos de células de mamíferos.

Independientemente de la forma química de los piroretardantes bromados usados, la incineración de los residuos que contienen tales compuestos contribuye a la formación de dioxinas bromadas y furanos, que presentan toxicidades equivalentes a sus homólogos clorados (IPCS 1998).

## CONTROLES EXISTENTES:

Se tiene constancia, desde hace tiempo, de los peligros para el medio ambiente y la salud humana de los piroretardantes bromados. En 1998, la Reunión Ministerial de OSPAR marcó el objetivo de cese de los vertidos, emisiones y liberaciones de todas aquellas sustancias peligrosas para el medio ambiente marino para el año 2020 (el objetivo de cese en "una generación") e incluyó los piroretardantes bromados en la lista prioritaria de sustancias químicas para su eliminación a fin de

alcanzar tal objetivo (OSPAR 1998). Desde entonces, OSPAR ha evaluado oportunidades de acción para los PBDEs y HBCD, pero está esperando el resultado de las valoraciones en la UE antes de desarrollar medidas específicas (OSPAR 2001). El trabajo relacionado con TBBP-A dentro de OSPAR permanece en curso.

Bajo el Programa de Sustancias Existentes de la UE, las evaluaciones de riesgo ya están completas para dos de los tres PBDEs de uso común, penta- y octa-BDE (véase, por ejemplo, CE 2001) y se ha llegado a un acuerdo sobre las prohibiciones en toda Europa en la comercialización y el uso de ambas sustancias (UE 2003). Aunque todavía quedan algunos vacíos importantes de información para poder completar la evaluación de deca-BDE, los estados miembros de la UE han acordado que las medidas de reducción del riesgo deberían ser "consideradas sin dilación" y desarrollarse paralelamente (CE 2002a).

Incluso antes de la finalización de estas evaluaciones, la retirada progresiva de los PBDEs de equipos eléctricos y electrónicos para el año 2006 ya se han acordado bajo la Directiva residuos de aparatos eléctricos y electrónicos/ restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas (CE 2002b), que entró en vigor este año. Sin embargo, su presencia en equipos anteriores continuará siendo un problema para el control de sus residuos por cierto tiempo.

Debido a su alta persistencia y tendencia a la bioacumulación, se ha propuesto que el penta-BDE se clasifique como una "sustancia peligrosa prioritaria" bajo la Directiva marco de Agua (UE 2001), aunque está aún a debate. Al mismo tiempo, el penta-BDE se está considerando en una monografía (Peltola y Ylä-Mononen 2001) para ser añadido a la lista de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) prioritarios bajo el Convenio de Estocolmo de 2001, auspiciado por la UNEP.

A nivel nacional, Suecia ha propuesto durante varios años la retirada progresiva de los PBBs y PBDEs de todas las aplicaciones (KEMI 1999). Hace poco, el gobierno noruego adoptó un plan de acción para tratar los piroretardantes bromados que incluye, entre otras cosas, propuestas para la prohibición de penta, octa- y deca-BDE y un seguimiento exhaustivo de HBCD y TBBP-A (SFT 2003). Pero aun cuando las prohibiciones nacionales y/o regionales entren en vigor, existirá un legado importante de todos los piroretardantes bromados que permanecerán en productos aún en uso y/o en sus residuos.

# GREENPEACE

San Bernardo 107, 1º  
28015 Madrid  
Tfn.: 91 444 14 00  
Fax: 91 447 15 98

Ortigosa 5, 2º1  
08002 Barcelona  
Tfn.: 93 310 13 00

informacion@greenpeace.es  
www.greenpeace.es

Carrer dels Blanquers, 1, Planta baja  
07001 Palma de Mallorca  
Tfn.: 971 72 41 61  
Fax.: 971 72 40 31

## Referencias:

- ✓ Allchin, C. & Morris, S. (2002) The determination and occurrence of three groups of brominated flame retardants (polybrominated diphenyl ethers, tetrabromobisphenol A and hexabromocyclododecane) in samples of aquatic origin from the UK. In: Readman, J.; Worsfold, P., eds. Proceedings of ISEAC 32, International Symposium on the Environment and Analytical Chemistry, Plymouth, 17-20 June 2002: 15
- ✓ Allchin, C.R., Law, R.J. & Morris, S. (1999) Polybrominated diphenylethers in sediments and biota downstream of potential sources in the UK. *Environmental Pollution* 105: 197-207
- ✓ Asplund, L., Athanasiadou, M., Sjödin, A., Bergman, Å. & Borjeson, H. (1999b) Organohalogen substances in muscle, egg and blood from healthy Baltic salmon (*Salmo salar*) and Baltic salmon that produced offspring with the M74 syndrome. *Ambio* 28(1): 67-76
- ✓ Asplund, L., Hornung, M., Peterson, R.E, Turesson, K. & Bergman, Å. (1999a) Levels of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in fish from the Great Lakes and Baltic Sea. *Organohalogen Compounds* 40:351-354
- ✓ BSEF (2000) An introduction to brominated flame retardants, Bromine Science and Environment Forum, Brussels, July 2000: 29 pp. <http://www.ebfrp.org/download/weeeqa.pdf>
- ✓ de Boer, J., Wester P.G., Klamer H.J.C., Lewis, W.E. & Boon J.P. (1998) Do flame retardants threaten ocean life? *Nature* 394 (2 July): 28-29
- ✓ EC (2001) European Union Risk Assessment Report, diphenyl ether, pentabromo derivative ether, 1st Priority List, Volume 5, EUR 19730 EN: 293 pp.
- ✓ EC (2002a) European Union Risk Assessment Report, bis(pentabromophenyl) ether, 1st Priority List, Volume 17, EUR 20402 EN: 294 pp.
- EC (2002b) European Community Common Position (EC) No 19/2002 of 4 December 2001 adopted by the Council, acting in accordance with the procedure referred to in Article 251 of the Treaty establishing the European Community, with a view to adopting a Directive of the European Parliament and of the Council on the restrictions of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (RoHS). *Official Journal of the European Communities*, 2002 /C 90/E, Vol. 45: 12-18
- ✓ Eriksson, P., Viberg, H., Ankarberg, E., Jakobsson, E., Örn, U. & Fredriksson, A. (2001) Polybrominated diphenylethers (PBDEs): a novel class of environmental neurotoxicants in our environment. In: Asplund, L.; Bergman, Å.; de Wit, C., et al. eds. Proceedings of the Second International Workshop on Brominated Flame Retardants, BFR 2001, Stockholm, May 14-16 2001: 71-73
- ✓ Eriksson, P., Viberg, H., Jakobsson, E., Örn, U. & Fredriksson, A. (1999) PBDE, 2,2',4,4',5-pentabromodiphenyl ether, causes permanent neurotoxic effects during a defined period of neonatal brain development. *Organohalogen Compounds* 40: 333-336
- ✓ EU (2001) Decision No 2455/2001/EC of the European Parliament and of the Council of 20 November 2001 establishing the list of priority substances in the field of water policy and amending Directive 2000/60/EC, *Official Journal L* 249 , 17/09/2002: 27-30
- ✓ EU (2003) Directive 2003/11/EC of the European Parliament and of the Council of 6 February 2003 amending for the 24th time Council Directive 76/769/EEC relating to restrictions on the marketing and use of certain dangerous substances and preparations (pentabromodiphenyl ether, octabromodiphenyl ether), *Official Journal L* 42, 15.02.2003: 45-46
- ✓ Hagmar, L., Jakobsson, K., Thuresson, K., Rylander, L., Sjödin, A. & Bergman, Å. (2000) Computer technicians are occupationally exposed to polybrominated diphenyl ethers and tetrabromobisphenol A. *Organohalogen Compounds* 47: 202-205
- ✓ Helleday, T., Tuominen, K.L., Bergman, Å. & Jenssen, D. (1999) Brominated flame retardants induce transgenic recombination in mammalian cells. *Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis* 439(2): 137-147
- ✓ Ikonou, M.G., Rayne, S. & Addison, R.F. (2002) Exponential increases of the brominated flame retardants, polybrominated diphenyl ethers, in the Canadian Arctic from 1981 to 2000. *Environmental Science and Technology* 36(9): 1886-1892
- ✓ IPCS (1998) Polybrominated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans, *Environmental Health Criteria*, No. 205, International Programme on Chemical Safety, UNEP/ILO/WHO, ISBN 92 4 157205 1: 303 pp.
- ✓ Jakobsson, K., Thuresson, K., Rylander, L., Sjödin, A., Hagmar, L. & Bergman, Å. Exposure to polybrominated diphenyl ethers and tetrabromobisphenol A among computer technicians. *Chemosphere* 46(5): 709-716

- ✓ Jansson, B., Andersson, R., Asplund, L., Litzen, K., Nylund, K., Sellström, U., Uvemo, U.-B., Wahlberg, C., Wideqvist, U., Odsjo, T. & Olsson, M. (1993) Chlorinated and brominated persistent organic compounds in biological samples from the environment. *Environmental Toxicology and Chemistry* 12(7): 1163-1174.
- ✓ KEMI (1999) Phase-out of PBDEs and PBBs: Report on a Governmental Commission, The Swedish National Chemicals Inspectorate, 15th March 1999: 34 pp.
- ✓ Lassen, C., Lokke, S. & Hansen, L.I. (1999) Brominated Flame Retardants: substance flow analysis and substitution feasibility study. Danish Environmental Protection Agency Environmental Project No. 494, Copenhagen, ISBN 87-7909-415-5: 240 pp.
- ✓ Leonards, P.E.G., Santillo, D., Brigden, K., van der Ween, I., Hesselingen, J.v., de Boer, J. & Johnston, P. (2001) Brominated flame retardants in office dust samples. In: Asplund, L.; Bergman, Å.; de Wit, C., et al. eds. *Proceedings of the Second International Workshop on Brominated Flame Retardants, BFR 2001*, Stockholm, May 14-16 2001: 299-302
- ✓ Lindstrom, G., van Bavel, B., Hardell, L. & Liljegren, G. (1997) Identification of the flame retardants polybrominated diphenyl ethers in adipose tissue from patients with non-Hodgkin's lymphoma in Sweden. *Oncology Reports* 4(5): 999-1000
- ✓ Meerts, I.A.T.M., Letcher, R.J., Hoving, S., Marsh, G., Bergman, Å., Lemmen, J.G., van der Burg, B. & Brouwer, A. (2001) In vitro estrogenicity of polybrominated diphenyl ethers, hydroxylated PBDEs and polybrominated bisphenol A compounds. *Environmental Health Perspectives* 109(4): 399-407
- ✓ Meerts, I.A.T.M., Marsh, G., van Leeuwen-Bol, I., Luijckx, E.A.C., Jakobsson, E., Bergman, Å. & Brouwer, A. (1998) Interaction of polybrominated diphenyl ether metabolites (PBDE-OH) with human transthyretin in vitro. *Organohalogen Compounds* 37: 309-312
- ✓ Meironyte, D., Noren, K. & Bergman, Å. (1999) Analysis of polybrominated diphenyl ethers in Swedish human milk. A time-related trend study, 1972-1997. *Journal of Toxicology and Environmental Health - Part A* 58(6): 329-341
- ✓ Meneses, M., Wingfors, H., Schuhmacher, M., Domingo, J.L., Lindstrom, G. & von Bavel, B. (1999) Polybrominated diphenyl ethers detected in human adipose tissue from Spain. *Chemosphere* 39(13): 2271-2278
- ✓ OSPAR (1998) OSPAR Strategy with Regard to Hazardous Substances, OSPAR Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic, OSPAR 98/14/1 Annex 34
- ✓ OSPAR (2001) Certain Brominated Flame Retardants - Polybrominated Diphenylethers, Polybrominated Biphenyls, Hexabromocyclododecane, OSPAR Priority Substances Series, OSPAR Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic, OSPAR Commission, London: 25pp.
- ✓ Peltola, J. & Yla-Mononen, L. (2001) Pentabromodiphenyl ether as a global POP. *TemaNord* 2001:579, Nordic Council of Ministers, Copenhagen, ISBN 92-893-0690-4: 78 pp.
- ✓ Sellström, U., Jansson, B., Kierkegaard, A., de Wit, C., Odsjo, T. & Olsson, M. (1993) Polybrominated diphenyl ethers (PBDE) in biological samples from the Swedish environment. *Chemosphere* 26(9): 1703-1718
- ✓ SFT (2003) Norwegian Pollution Control Authority Press Release, <http://www.sft.no/english/news/dbafile8520.html>.
- ✓ She, J., Winkler, J., Visita, P., McKinney, M. & Petreas, M. (2000) Analysis of PBDEs in seal blubber and human breast adipose tissue samples. *Organohalogen Compounds* 47: 53-56
- ✓ Sjödin, A., Carlsson, H., Thuresson, K., Sjölin, S., Bergman, Å. & Ostman, C. (2001) Flame retardants in indoor air at an electronics recycling plant and at other work environments. *Environmental Science and Technology* 35(3): 448-454
- ✓ Strandman, T., Koistinen, J., Kiviranta, H., Vuorinen, P.J., Tuomisto, J. & Vartiainen, T. (1999) Levels of some polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in fish and human adipose tissue in Finland. *Organohalogen Compounds* 40:355-358
- Thomsen, C., Lundanes, E. & Becher, G. (2002) Brominated flame retardants in archived serum samples from Norway: A study on temporal trends and the role of age. *Environmental Science and Technology* 36(7): 1414-1418
- ✓ UNEP (2001) United Nations Environment Programme, Final Act of the Conference of Plenipotentiaries on the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants, UNEP/POPS/CONF/4, 5 June 2001: 44 pp.