

## Éteres de polibromodifenilos (PBDEs)

Por Suzanne Snedeker, Ph.D.

Febrero del 2007

La información en esta hoja fue traducida del Inglés por Jeannette Betancourt-Fontanet, M.P.H., M.T. y Antonio Quiñones-Rivera, Ph.D.

Las sustancias químicas que se encuentran en el ambiente pueden jugar un papel importante en el riesgo de cáncer del seno. Las Notas Breves de BCERF son reseñas de los más recientes hallazgos e investigaciones sobre factores ambientales. Estas incluyen las más recientes investigaciones sobre interruptores endocrinos y sus posibles efectos sobre el cáncer y otros riesgos a la salud. Los interruptores endocrinos pueden conferirle ventajas de crecimiento a los tumores del seno que dependen de hormonas al estas sustancias imitar los efectos de las hormonas en el cuerpo o al afectar otros procesos bioquímicos. Los éteres de polibromodifenilos (PBDEs por sus siglas en inglés) son sustancias usadas comúnmente en diversos productos para retardar incendios. Los PBDEs son motivo de preocupación ya que han sido identificados como interruptores endocrinos. Además, los PBDEs han sido detectados ampliamente en el ambiente, animales silvestres y en seres humanos.

### Anillos y Bromo

La estructura química de los PBDEs es sencilla. Las moléculas de PBDE están compuestas por dos anillos de carbono (llamados anillos de fenilo) unidos por un puente de oxígeno (un puente de éter).

El prefijo "poli" quiere decir muchos y bromo es un mineral (un halógeno) que es parte de la molécula. Los anillos de carbono tienen hasta diez sitios en los cuales se pueden unir los átomos de bromo. Si la molécula de PBDE tiene diez átomos de bromo se le llama deca-BDE; si tiene cinco átomos de bromo se le llama penta-BDE.



### Sofás, colchones y artículos electrónicos

Los PBDEs comenzaron a usarse comercialmente como ingredientes para retardar fuegos en el año 1960. Cuando los productos que contienen PBDE se exponen a cierto nivel de calor, los átomos de bromo se

desprenden de los anillos de carbono y así retardan el desarrollo del fuego. Hay tres tipos principales de mezclas de PBDE de uso comercial. A cada mezcla se le asigna nombre de acuerdo al nombre del BDE que predomina en la mezcla.

**Penta** se usan en esponjas flexibles de poliuretano utilizadas para fabricar alfombras, colchones, cojines y tapizados. También se usan en goma rígida para computadoras y televisores.

**Octa** se usan en plástico (estireno) para la fabricación de monitores de computadora y televisores y la construcción de circuitos eléctricos.

**Deca** se usan en poliestirenos resistentes a alto impacto para equipo electrónico. También se usan en polietileno para la fabricación de cables eléctricos, tuberías y cubiertas para textiles (tapizados y cortinas).



Los PBDEs no están permanente unidos al plástico, goma o textiles. Por lo tanto, con el tiempo los PBDEs son liberados del producto y entran al aire en forma de polvo o vapor. Se han detectado PBDEs en

el aire exterior e interior, en el polvo dentro de casas, en el lodo de plantas de tratamiento de aguas negras, en sedimento, tierra y en ciertos alimentos (refiérase a otras secciones de esta reseña para más información sobre niveles detectados en animales silvestres y en sangre, grasa y leche materna humana).

### La preocupación

La estructura de los PBDEs es muy similar a la estructura de los contaminantes ambientales conocidos como bifenilos policlorados (PCBs por sus siglas en inglés). La exposición a los PCBs ha sido asociada con un gran número de efectos adversos sobre la salud y algunos de los PCBs tienen la capacidad de imitar la actividad del estrógeno en el cuerpo. Frecuentemente, las sustancias químicas con estructuras similares tienen efectos similares en el cuerpo. Por esta razón es preocupante la posibilidad de que la exposición a los PBDEs pueda resultar en efectos adversos similares a los que se ven con los PCBs. Pocos estudios han investigado si las personas expuestas a PBDEs están a un riesgo mayor de cáncer del seno pero los investigadores han comenzado a estudiar la capacidad de los PBDEs para imitar a los estrógenos.

### PBDEs identificados como imitadores de estrógeno

Los PBDEs que siguen han sido identificados como imitadores de estrógeno.

|              |                        |
|--------------|------------------------|
| <b>tri</b>   | BDE-19, BDE-30, BDE-38 |
| <b>tetra</b> | BDE-49, BDE-51, BDE-75 |
| <b>penta</b> | BDE-119, BDE-100       |
| <b>hexa</b>  | BDE-155                |

(Los números que se utilizan para nombrar los PBDEs dependen del arreglo de los átomos de bromo en los dos anillos de fenilo.)



### Suecia – respuesta gubernamental a los niveles de PBDE en leche materna

Los análisis de leche materna de mujeres suecas provocaron alarma al éstos revelar un rápido aumento en los niveles de PBDE durante el período del 1972 al 1997. En respuesta a estos hallazgos el gobierno sueco detuvo la producción de PBDEs. Los investigadores continuaron observando los niveles de PBDEs en la leche materna y entre el año 1998 y el 2002 encontraron que los niveles de PBDEs disminuyeron significativamente.

continúa al dorso ➤

### Trabajo detectivesco con peces

Investigadores analizaron muestras almacenadas de peces obtenidos en los Grandes Lagos para determinar cuales eran los patrones en los niveles de PBDE a través de los años. Estos análisis revelaron que los niveles de PBDEs en peces aumentaron rápidamente durante las décadas de los 80 y los 90. Los niveles de PBDEs en peces de los Grandes Lagos se duplicaron en menos de tres años. Por el contrario, los niveles de PCBs (los cuales han estado prohibidos por muchos años) en peces de los Grandes Lagos disminuyeron durante el mismo período de tiempo. También se han detectado niveles de PBDEs en peces de consumo humano tales como el salmón, pez espada, arenque, caballa, y pez gato.

### La conexión con los animales silvestres

Los PBDEs han sido detectados globalmente en una gran variedad de animales silvestres. En adición a peces, se han detectado PBDEs en moluscos (buccino, cangrejo ermitaño, mejillones), mamíferos del ártico (focas, osos polares, marsopa, Calderón común y ballenas beluga), aves marítimas y terrestres (águila calva, lechuza común, fulmar boreal, garza real y accipítridos), huevos de aves (halcón peregrino, búhos, garza ceniza, cormoranes, águila pescadora) y mamíferos terrestres (zorros y osos grizzly). Algunos de los niveles más altos de PBDEs fueron encontrados en focas en el área de la Bahía de San Francisco. Estos hallazgos motivaron a los investigadores a examinar los niveles de PBDE en seres humanos.



### Los más recientes hallazgos en seres humanos – los niveles más altos han sido hallados en personas en los Estados Unidos

En el ámbito mundial, los niveles más altos de PBDEs en sangre, grasa y leche materna se han encontrado en residentes de los Estados Unidos (EE.UU.) Estos niveles han estado en aumento durante los últimos 30 años. Los niveles en los EE.UU. son de 10 a 100 veces mayores que los niveles reportados en habitantes de Europa, Asia o Nueva Zelandia. Hallazgos recientes sugieren que los PBDEs pueden ser transferidos de la madre al feto durante el embarazo. El Centro para el Control y Prevención de Enfermedades de los EE.UU. ha anunciado planes para añadir a los PBDEs a su programa de observación de sistemas biológicos en el ambiente. Los resultados deben estar disponibles para el año 2007.

### Exposición – eslabones perdidos

Los PBDEs entran al ambiente a través del polvo (provenientes de computadoras personales, televisores, alfombras y tapizados) en las casas y a través de las aguas residuales (mediante las aguas de escurrimiento provenientes de vertederos cuyos residuos se depositan en los lodos de las plantas de tratamiento de aguas negras) y que luego aparece en el lodo. En el medioambiente, los PBDEs entran a la cadena alimentaria y se encuentran en la grasa del ganado y peces. Las rutas de exposición más comunes en seres humanos son el consumo de comida contaminada (carnes, pescado, productos lácteos) o respirar aire contaminado en el interior de casas o edificios. Los infantes pueden estar expuestos a los PBDEs a través de la leche materna contaminada. Una manera de disminuir el consumo de los PBDEs a través de los alimentos es removiendo la grasa de la carne manualmente o cocinando las carnes de manera que la grasa se separe de la carne. Es necesario continuar investigando que métodos podrían ser utilizados para reducir la ingesta de PBDEs en los alimentos.

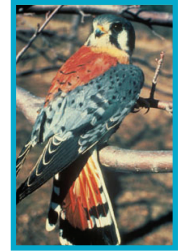
### Riesgos a la salud

Se han llevado a cabo muy pocos estudios para determinar cuales son los efectos sobre la salud de las personas expuestas a los PBDEs. Se han utilizado estudios en animales para identificar los daños potenciales a la salud humana. La mayoría de los efectos en animales han sido observados a niveles de exposición muy altos. Estos efectos incluyen los siguientes:

- **Efectos neurológicos** – Exposiciones a edad temprana causaron hiperactividad en ratas adultas y en ratones.
- **Efectos sobre la hormona de la tiroides** – Perjudicó el desarrollo del cerebro y la capacidad para aprender.
- **Efectos en desarrollo** – Malformaciones óseas fueron identificadas en los nietos de ratas expuestas a PBDEs.
- **Reproducción** – Disminución en la función de los espermatozoides en ratones expuestos a deca-BDE. También se observaron cambios estructurales en los ovarios de ratas tratadas con PBDE.
- **Cáncer** – Se detectaron tumores en el hígado de ratas expuestas a altos niveles de deca-BDE.

### El debate sobre el Deca

En el 2004 algunos manufactureros en los EE.UU. eliminaron voluntariamente la producción de las mezclas de PBDE que contenían octa y penta. Mientras algunos estados ya no permiten el uso o producción de las mezclas comerciales de octa y penta-BDE, aún continúa el debate sobre el uso y reglamentación del deca-BDE. La forma deca del PBDE es una estructura grande y altamente bromada. Los estudios iniciales en animales de laboratorio indicaban que el deca-BDE no se absorbe fácilmente cuando se administra a través de la comida. Sin embargo, estudios recientes con trabajadores expuestos a PBDE sugieren que aunque el deca-BDE no es persistente (tiene un media-vida corta), éste sí puede ser absorbido. Otros estudios en la población general han encontrado deca-BDE en la sangre y en la leche materna. Otros estudios sugieren que los peces y algunos tipos de bacterias pueden remover átomos de bromo de las moléculas de deca-BDE y así convertirlo a otras formas menos bromadas. La exposición a deca-BDE y otras formas de PBDE con menos bromo se ha asociado con efectos sobre la salud.



### Problemas y retos

- Los PBDEs en vertederos y la liberación de PBDEs al aire y a las aguas de desperdicios son unos de los problemas más importantes que quedan sin resolver.
- Las plantas de reciclaje de equipo electrónico son una fuente de exposición a los PBDEs. Se debe tomar acción para proteger a los trabajadores tanto de las naciones del occidente como las de Asia.
- Aún no está disponible la recolección y análisis rutinario de muestras biológicas para detectar PBDEs en hogares y en lugares de trabajo.
- Se necesita desarrollar métodos para minimizar la exposición de PBDEs en el aire y polvo en el interior de casas y edificios.
- Se deben determinar rutinariamente los niveles de PBDEs en personas y en animales silvestres para poder establecer cuales son los patrones a través del tiempo.
- La reciente detección de deca-BDE en seres humanos apoya la reevaluación de su uso y producción.



### Nuevas direcciones

- Algunos manufactureros han eliminado gradualmente el uso de los PBDEs y están usando productos alternos resistentes al fuego.
- Algunas industrias han desarrollado polímeros alternos los cuales no se queman y por lo tanto no necesitan utilizar productos resistentes al fuego.
- Los consumidores pueden optar por el uso de productos naturales resistentes al fuego (por ejemplo, alfombras de lana).

Fondos fueron provistos por el Departamento de Salud del Estado de Nueva York y el Departamento de Conservación Ambiental del Estado de Nueva York.

Esta Nota Breve de BCERF (en inglés) se encuentra en la red electrónica: <http://envirocancer.cornell.edu/learning/PBDE/PBDEBrief.pdf>