

# Alteradores hormonales: nuevos peligros de contaminación

Cristina Torres-Duarte  
Instituto de Biotecnología, UNAM  
Rafael Vázquez-Duhalt  
Instituto de Biotecnología, UNAM  
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos

**H**oy día, cotidianamente hablamos de la contaminación ambiental en que estamos inmersos. Se ha convertido en un tema tan habitual, que ya parece ambiguo, lejano e impersonal. Sin embargo, es un hecho que esta realidad nos afecta directamente no solo al estar perdiendo la diversidad de ecosistemas, sino por los daños a nuestra salud.

Muchas enfermedades se han relacionado con la exposición a sustancias como plaguicidas, hidrocarburos poliaromáticos, compuestos clorados y fármacos, entre otros. En ocasiones los efectos en nuestra salud no son inmediatos y se manifiestan después de años.

En los últimos 20 años se ha puesto especial atención a los cambios hormonales inducidos en diferentes organismos por la exposición a compuestos denominados "disruptores endócrinos". Éstos se han definido como sustancias contaminantes que mimetizan, o sea que tienen estructuras parecidas, a las hormonas y que alteran las funciones del sistema endócrino, causando efectos adversos en la salud en un organismo, su progenie o poblaciones. El sistema endócrino es el conjunto de órganos que segregan un tipo de sustancias llamadas hormonas, que liberadas al torrente sanguíneo regulan las funciones del cuerpo. Es un sistema de señales químicas y actúa como una red de comunicación celular que responde a los estímulos liberando hormonas y es el encargado de diversas funciones metabólicas del organismo. Se ha comprobado que ciertos contaminantes son capaces de afectar el desarrollo y la diferen-



**Figura 1. Los disruptores endócrinos afectan los sistemas reproductivos de los organismos y en algunos casos pueden cambiar el sexo de ellos.**

ciación sexual de los animales y que tienen, como consecuencia final, la disminución de las poblaciones. Entre los efectos negativos que ejercen en los organismos, sobresalen el desarrollo anormal, la disfunción reproductiva, intersexo en los organismos, feminización o masculinización, y algunos tipos de cáncer (ver figura 1). Estas sustancias contaminantes tienen estructura química, en cierto modo, similar a la de las hormonas naturales. Así los receptores de las hormonas naturales que se localizan en la superficie de las células reconocen a estos contaminantes y esto dispara una serie de señales en el organismo como si existiera un exceso de hormona. Por ejemplo, la presencia en el ambiente de una sustancia contaminante como el bisfenol-A (ver más adelante), que mimetiza al estrógeno (que es una hormona femenina), hace que los organismos creen que están en presencia de cantidades importantes de estrógeno y sufren una feminización o una alteración de su sistema reproductor.



**Figura 4. El bisfenol-A es un disruptor endócrino que se encuentra en muchos productos plásticos. Los fabricantes de biberones han sacado al mercado productos libres de bisfenol A (BPA en inglés).**



**Figura 2. Rachel Carson publicó su libro "Silent Spring" (Primavera silenciosa) en 1962, donde describió la muerte de aves a causa de la exposición al DDT utilizado para combatir al mosquito de la malaria.**

El interés público por los disruptores endócrinos comenzó en 1962, cuando Rachel Carson publicó su libro "Silent Spring" (Primavera silenciosa), donde describió la muerte de aves a causa de la exposición al DDT utilizado para combatir al mosquito de la malaria (ver figura 2). En su momento, el libro fue considerado como alarmista, pero despertó el interés público por los efectos de la contaminación ambiental y llevó finalmente a la prohibición del uso del DDT (ver figura 3). Ahora, sabemos que existe gran variedad de compuestos sintéticos capaces de funcionar como las hormonas que se encuentran ya en los organismos, aunque son menos potentes. La Unión Europea ha catalogado a más de 500 sustancias contaminantes como disruptores endócrinos y esta lista se incrementa año con año. El problema es que estas sustancias no se degradan fácilmente en el cuerpo y tienden a acumularse en la grasa del cuerpo, permaneciendo más tiempo en el organismo.

Entre los disruptores endócrinos más estudiados, están el nonilfenol, el bisfenol-A, el triclosán y los fitoesteroles. También se ha visto que algunos retardantes de flama y varios plaguicidas tienen efectos sobre el sistema endócrino.

El nonilfenol es un producto de la degradación parcial de algunos detergentes, por lo que se encuentra principalmente en las aguas residuales. El bisfenol-A es utilizado en la producción de diferentes plásticos como resinas epóxicas. De hecho, es ampliamente utilizado en la fabricación



de biberones y recipientes que sirven como contenedores de bebidas de consumo humano (ver figura 4). Se han publicado muchos artículos científicos que hablan de los efectos negativos del bisfenol-A en ratas y otros animales, pero se ha estudiado poco en humanos.

En 2010 el Instituto de Salud Pública, en colaboración con investigadores de Estados Unidos, realizaron un estudio donde se relacionó la frecuencia de partos prematuros en México con una mayor concentración de bisfenol-A en la sangre. Cada vez es mayor la preocupación entre los consumidores por el contenido de bisfenol-A en los alimentos, a tal nivel que en Estados Unidos algunos biberones ya se anunciaban como "libres de bisfenol-A". Pero no sólo las sustancias sintéticas pueden tener actividad hormonal. Por ejemplo, las plantas contienen sustancias llamadas fitoesteroles, capaces de actuar como hormonas en los animales. Estos compuestos son un subproducto en las plantas productoras de papel y son desechados en las aguas residuales y finalmente a los cauces de ríos. En Europa se ha reportado la feminización de poblaciones enteras de peces en zonas cercanas a plantas productoras de papel. Sin embargo, no todo es malo. Por ejemplo, la soya es rica en fitoesteroles y se ha visto que su consumo ayuda a disminuir los síntomas negativos relacionados con la menopausia. La historia de los disruptores endócrinos es reciente, pero la información obtenida hasta ahora, gracias a la investigación científica, nos indica que es necesario

poner atención a sus efectos a corto y largo plazo en la salud humana y animal. La señal de alarma está encendida, y es por ello que en el laboratorio de Biotecnología Ambiental del Instituto de Biotecnología de la UNAM, estamos trabajando en la búsqueda de estrategias para eliminar los efectos hormonales de diferentes disruptores endócrinos y los resultados son alentadores. Se han desarrollado reactores enzimáticos que eliminan diversos disruptores endócrinos de las aguas usadas en acuicultura (ver figura 5). Con este tratamiento se asegura que no habrá efectos nocivos en los cultivos de peces y crustáceos.

Ahora, es tarea de todos mantenernos informados del daño que podemos causar por el uso y abuso de ciertos compuestos químicos como detergentes, colorantes y plaguicidas. El uso racional de nuestros recursos es nuestra mejor arma contra el deterioro ambiental.

*"La Tierra es suficiente para todos pero no para la voracidad de los consumidores."*

Mahatma Gandhi



**Figura 5. Reactor enzimático con lacasa para la eliminación de disruptores endócrinos en las aguas usadas en la acuicultura.**



**Figura 3. Algunos pesticidas son capaces de alterar el sistema endócrino de los organismos.**