

# **Disruptores endocrinos, un posible riesgo tóxico en productos de consumo habitual.**

*Endocrine disruptor, a potential toxic hazard in consumer products.*

Eva María Moreno Márquez

Azucena Núñez Álvarez

Ciencias Ambientales, Universidad de Huelva

## **Resumen**

Los disruptores endocrinos son todos aquellos compuestos químicos que presentan en común la propiedad de alterar el equilibrio hormonal del sistema endocrino de los organismos. Esta alteración provocada por los disruptores endocrinos puede generarse mediante bloqueo de la acción hormonal por competición con el receptor hormonal, suplantación o mimesis de las hormonas endógenas, o mediante aumento o disminución de los niveles de actividad hormonal. Dicho desequilibrio del sistema endocrino puede tener consecuencias neurológicas o reproductivas en los seres vivos, ya que las hormonas están implicadas en el control de la reproducción, la diferenciación sexual, la coordinación de órganos, la organización del cerebro, y el metabolismo, entre otras, representando un especial peligro durante la fase de gestación y en las etapas iniciales de la vida.

En la sociedad actual, una gran parte de los productos que utilizamos habitualmente contienen en diversas proporciones sustancias que potencialmente son disruptores endocrinos tales como productos cosméticos, insecticidas, latas de conserva, plástico de biberones, etc. La relación de la dosis y respuesta no es muy conocida ya que los disruptores no presentan una relación unívoca dosis-respuesta, una sola causa puede generar una sola respuesta, o bien, una sola causa puede desarrollar respuestas diversas. Además, dichas consecuencias pueden aparecer tras periodos de latencia de varios años.

Las formas de exposición y las vías de entrada de los contaminantes hormonales son muy diversas, pero debido a su acumulación en la cadena alimentaria, la vía digestiva es la principal ruta de exposición para el hombre.

En esta materia, la legislación aún se encuentra en modo de prueba. Sin embargo, la Unión Europea ya cuenta con una lista de 553 sustancias objeto de evaluación de la estrategia comunitaria sobre disruptores endocrinos COM(2001)262, que las clasifica según una serie de categorías basadas en la capacidad de alteración del sistema endocrino en seres vivos.

## **Palabras clave:**

Disruptor endocrino; sistema endocrino; estrógenos; actividad hormonal; bioacumulación.

## **Abstract**

Endocrine disruptors are all chemical substances which have in common the property of altering organism hormonal balance. This alteration caused by endocrine disruptors can be generated by the blocking of hormonal action, by competition with hormone receptors or by the increase or decrease of hormone activity levels. Since hormones are implicated in reproductive control, sexual differentiation,

organ coordination, brain organization and metabolism; hormonal imbalance presents high risk during gestation and the early stages of life.

Nowadays, a lot of products which habitually use (such as cosmetic products, insecticides, cans, plastic baby's bottles...) contain substances in different proportion which are potential endocrine disruptors.

The dose-effect relation is not well known because disruptors do not present a univocal relation dose-effect. It may happen that a unique cause may develop into different responses or that a unique cause may generate a unique response. Moreover, the effects may appear after latent periods of several years.

The types of exposure and types of entry routes for hormone pollutants are manifold but, due to accumulation of these polluting agents in the trophic chain, the digestive route is the main route of human exposure.

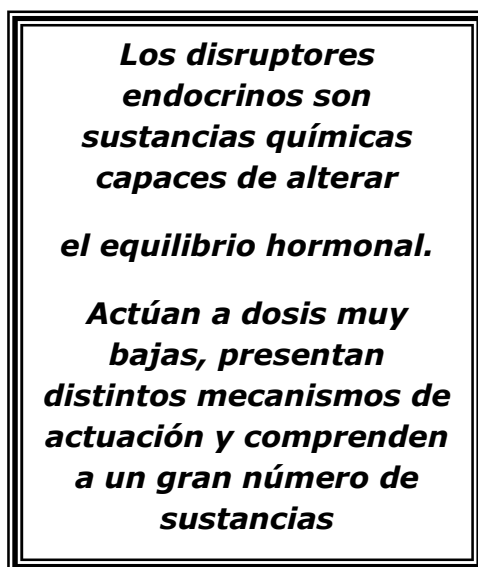
About this topic, laws are still being tested. However, the European Union has already implemented a list which contains 553 substances, which are under the evaluation of community strategies about the alteration of endocrine systems capacity of living beings.

### **Keywords**

Endocrine disruptor; endocrine system; estrogen; hormone activity; bioaccumulation.

## **Definición de disruptor endocrino**

Los disruptores endocrinos son sustancias químicas que suplantán a las hormonas naturales, trastornando los procesos normales de reproducción y desarrollo.



Cuadro n.1

Disruptores endocrinos, estrógenos ambientales, xenoestrógenos, moduladores endocrinos, ecoestrógenos, hormonas ambientales, compuestas activos hormonalmente y fitoestrógenos, todos estos términos describen a los disruptores endocrinos, sustancias químicas que tiene efectos adversos sobre la salud de un organismo o de su progenie.

El término 'disruptor endocrino' –tomado del inglés endocrine disruptor chemical- define un conjunto diverso y heterogéneo de compuestos químicos capaces de alterar el equilibrio hormonal.

El catálogo de disruptores endocrinos es muy amplio y crece día a día, comprendiendo desde productos químicos sintetizados por el hombre hasta sustancias que se encuentran de manera natural en el medio ambiente.

## Mecanismos de acción

Los mecanismos de actuación de los disruptores endocrinos estudiados hasta la fecha son:

- Mimetizar la acción de las hormonas, por ejemplo, los que actúan como estrógenos se denominan estrógenos ambientales, entre estos se encuentran el DDT, algunos PCBs y muchos fitoestrógenos.
- Antagonizar la acción de las hormonas, por ejemplo los antiestrógenos o anti-andrógenos.
- Alterar su patrón de síntesis y metabolismo
- Modular los niveles de los receptores correspondientes

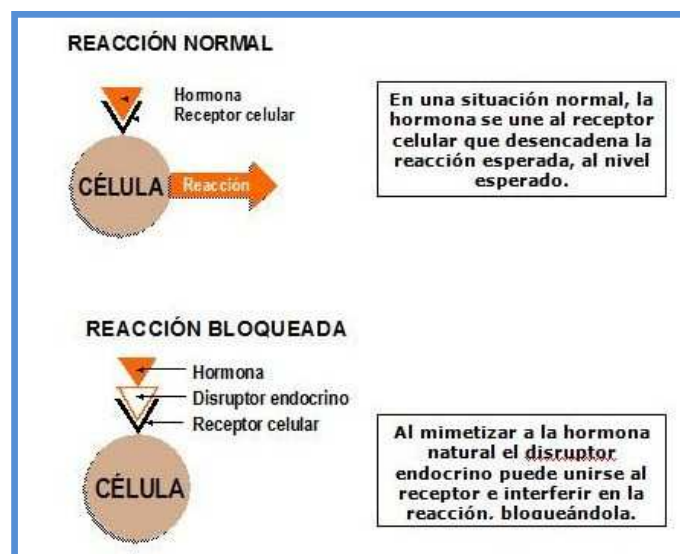


Gráfico n.1

## Dosis y efectos

**Dosis:** Los disruptores endocrinos tienen la particularidad de que ocasionan efectos a niveles extremadamente bajos, en el límite de la capacidad de análisis. La medición de estos niveles exige equipos de análisis sofisticados que imposibilita en la práctica un control efectivo de niveles en los lugares de exposición.

La evaluación de riesgo se basa en la asunción de que a mayor dosis de exposición mayor riesgo, suponiendo una respuesta tóxica en forma de curva monotónica y que existe un límite por debajo del cual no existe riesgo.

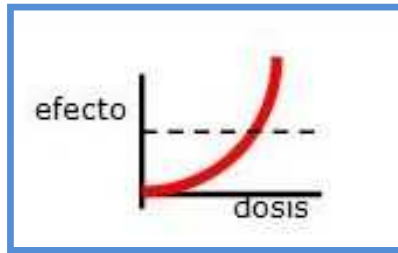


Gráfico n.2

Los disruptores endocrinos, sin embargo, pueden no tener límites sin efecto y además, pueden presentar curvas de toxicidad cuadráticas. De forma que produzcan efectos a dosis bajas y altas, y no los produzcan a dosis más altas, y viceversa.

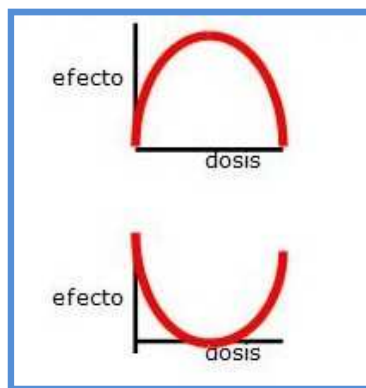


Gráfico n.3

**Respuesta:** los disruptores endocrinos presentan las siguientes particularidades:

- Un mismo disruptor puede provocar efectos diferentes sobre la salud. Un compuesto que imite a los estrógenos puede provocar efectos sobre órganos reproductores, el feto en desarrollo, los pechos o los huesos de una mujer afectada. Puede haber muchas respuestas a 1 causa.
- Muchas sustancias disruptoras diferentes pueden causar el mismo efecto.
- Latencia: los periodos de latencia entre la exposición y la aparición de efectos son muy largos, incluso de décadas en el caso de exposición fetal.

Los disruptores endocrinos no presentan por tanto una relación unívoca dosis-respuesta, por el contrario pueden presentar varias respuestas a una misma causa o una causa puede provocar varias respuestas y además estas pueden ocurrir tras periodos de latencia de varios años.

## Sustancias disruptoras

En la sociedad actual se puede encontrar una gran diversidad y abundancia de disruptores endocrinos, producidos tanto de forma natural, como procedentes de los distintos procesos y productos industriales.

Los disruptores endocrinos pueden ser:

- Productos químicos sintéticos desarrollados y utilizados con diversas finalidades: biocidas, fitosanitarios, cosméticos, aditivos para dentífricos, componentes de polímeros plásticos, componentes de artículos de consumo tales como recubrimientos de superficies, pinturas, y detergentes industriales.
- Medicamentos sintéticos con una alta actividad hormonal intencionada, como los anticonceptivos hormonales y la terapia hormonal sustitutiva en menopausia, cuyos residuos pueden alcanzar el medio natural.
- Productos químicos naturales incluyendo toxinas, producidas por algunos hongos y plantas, como es el caso de fitoestrógenos como la genisteína, el cumestrol o las isoflavonas.
- Hormonas naturales animales o humanas liberadas al medio ambiente, producidas por una especie determinada y que tienen un efecto disruptor para otras.

En esta materia, la Unión Europea ha elaborado una lista de 553 sustancias objeto de evaluación de la estrategia comunitaria sobre disruptores endocrinos COM (2001)262, que las clasifica según una serie de categorías basadas en la capacidad de alteración del sistema endocrino en los seres vivos. Resultado de la evaluación de dichas sustancias, se incluyeron 194 en la categoría 1 (Evidencia clara de actividad disruptora en al menos un ensayo in vivo en una especie intacta) y 125 sustancias en la categoría 2 (Evidencia in vitro o actividad biológica en organismos intactos que indique potencial para la disrupción endocrina).

Las principales familias de sustancias con actividad hormonal derivadas de la actividad humana se presentan en la tabla n.1.

| SUSTANCIAS                          | USO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>FTALATOS</b><br>(BBP, DBP, DEHP) | Plastificantes de PVC principalmente, aunque también de celulosa, acetato de polivinilo y poliuretano.<br><br>Componente de recubrimientos; insecticidas y repelentes; perfumes, esmalte de uñas, laca de pelo y otros cosméticos.<br><br>Agente lubricante en textiles.                                                                                                                                                            |
| <b>BISFENOL-A</b>                   | Aglutinante, estabilizante, plastificante y endurecedor de productos plásticos, lacas, pinturas, colas, y materiales de relleno.<br><br>Constituye la materia prima para la fabricación de pinturas y plásticos con resinas epoxi (presentes en las latas de conserva) y policarbonatos.<br><br>Producto intermedio en la fabricación de fungicidas, antioxidantes, tintes, resinas fenoxi y de poliéster.<br><br>Pirorretardantes. |
| <b>P-NONIFENOL</b>                  | Detergentes industriales.<br><br>Espermicidas incorporados en los preservativos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ESTIRENO</b>                                                                                                                                                                                            | <p>Fabricación de poliestireno y copolímeros de estireno.</p> <p>Fabricación de pinturas, lacas y barnices;</p> <p>Industria de papel, pasta de papel y tableros.</p> <p>Industria de polímeros.</p>                                                                                                                                                                                       |
| <b>AGROQUÍMICOS</b><br><b>Chlordanos, Chlordecone, mirex, Trifenilestano, Toxafeno. Lindano, HCB. Linurón. Acetoclor y Alaclor. Maneb, Thiram, Metam y Zineb. Vinclocin. Atrazina. DDT. Tributilestaño</b> | <p>Fungicidas, insecticidas, moluscocidas, herbicidas, desinfectantes.</p> <p>Moluscocida utilizado como agente antiincrustante en barcos, boyas, muelles, etc.</p> <p>Biocidas en albañilería.</p> <p>Desinfectante.</p> <p>Biocida de sistemas de refrigeración, torres de refrigeración de plantas eléctricas, fábricas de papel y pasta, cerveceras, curtidos y fábricas textiles.</p> |
| <b>PCBs</b>                                                                                                                                                                                                | <p>Dieléctricos de transformadores y condensadores eléctricos.</p> <p>Fluidos hidráulicos de maquinaria.</p> <p>Líquidos de corte.</p> <p>Plastificante de pinturas, plásticos, selladores y papel autocopiativo.</p> <p>También se forman como subproductos indeseados en varios procesos industriales y la incineración de residuos es una fuente importante.</p>                        |

**Tabla n.1**

## Consecuencias

En primer lugar, hay que decir que los efectos de estas sustancias químicas dependen del sistema hormonal al que afecten (estrogénico, tiroideo, etc.), del momento de la exposición (durante el desarrollo fetal, niñez, pubertad, etc.) y según el sexo al que afecten. Son de especial importancia los efectos en los hijos de personas expuestas.

Los efectos de estas sustancias varían de una especie a otra pero se observan algunos puntos en común:

- Los efectos son mayores en recién nacidos e individuos jóvenes que en adultos.
- Si la exposición se produce sobre individuos jóvenes, los efectos a largo plazo son mayores, aunque pueden demorar su aparición hasta la madurez.

De manera general, los efectos producidos por los disruptores endocrinos son los siguientes:

- Niveles hormonales en sangre anormales
- Reducción de la fertilidad
- Alteración del comportamiento sexual
- Modificación del sistema inmunológico
- Masculinización de hembras
- Feminización de machos (reducción del tamaño de testículos y pene)

- Criptorquidia (no descenso testicular)
- Cánceres en órganos reproductores femeninos y masculinos
- Malformaciones de trompas de Falopio, útero y cérvix
- Alteraciones de la densidad y estructura ósea

### **Efectos producidos sobre los animales**

Se han realizado investigaciones con diversas especies animales de vertebrados (peces, aves, mamíferos) y cultivos celulares. Tras exponer embriones en desarrollo a estos contaminantes se observaron algunos efectos permanentes sobre la salud de esos animales al llegar al estado adulto:

- Niveles anormalmente altos o bajos de ciertas hormonas en sangre. Consiguiente aparición de enfermedades hormono-dependientes: disfunciones tiroideas, alteraciones en el crecimiento, disfunciones metabólicas congénitas.
- Reducción de la fertilidad (menor eficacia del apareamiento) y aumento de la esterilidad;
- Alteraciones de la conducta sexual y del sistema inmunitario.
- Modificación de caracteres sexuales secundarios y alteraciones anatómicas:
  - Masculinización de hembras.
  - Feminización de machos: reducción de tamaño de testículos y pene.
  - Testículos retenidos en abdomen (criptorquidia).
  - Tumores y malformaciones en órganos sexuales femeninos (trompas de Falopio, útero y cérvix) y masculinos.
- Alteraciones óseas: pérdida de densidad y malformaciones.

### **Efectos sobre la salud humana**

Conocer cómo y hasta qué punto pueden afectar los disruptores endocrinos a la salud humana con absoluta fiabilidad es prácticamente imposible, dada la gran cantidad de sustancias implicadas y la complejidad, número e importancia de las funciones reguladas por el sistema endocrino, tal como se ha visto en apartados anteriores.

Las evidencias existentes hasta la fecha sobre los efectos sobre la salud humana proceden de las siguientes fuentes:

- Los efectos observados sobre otros animales.
- Los experimentos con animales de laboratorio y cultivos celulares.
- Los efectos observados sobre personas.
- Estudios epidemiológicos.

A continuación se resumen los posibles efectos sobre la salud humana de los disruptores endocrinos:

- Mujeres expuestas: Cáncer de mama, endometriosis, muerte embrionaria y fetal, malformaciones en la descendencia.

- Hombres expuestos: Cáncer de testículo, cáncer de próstata, reducción del recuento espermático, reducción de calidad del esperma, disminución del nivel de testosterona, modificaciones de concentraciones de hormonas tiroideas.
- Hijas de personas expuestas: Pubertad precoz, cáncer vaginal, mayor incidencia de cánceres, deformaciones en órganos reproductores, problemas en el desarrollo del sistema nervioso central, bajo peso de nacimiento, hiperactividad, problemas de aprendizaje, disminución del coeficiente de inteligencia y de la comprensión lectora.
- Hijos de personas expuestas: Criptorquidia o no descenso testicular, hipospadias, reducción del recuento espermático, disminución del nivel de testosterona, problemas en el desarrollo del sistema nervioso central, bajo peso de nacimiento, hiperactividad, problemas de aprendizaje, disminución del coeficiente de inteligencia y de la comprensión lectora.

En la tabla n.2, aparecen de manera resumida, los posibles efectos sobre la salud humana:

| MUJERES                           | HIJAS                                                                                                                                                                                                                  | HIJOS                                                                                                                                                                                                                 | HOMBRES                                                                       |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Cáncer de mama                    | Pubertad precoz                                                                                                                                                                                                        | Criptorquidia                                                                                                                                                                                                         | Cáncer testicular                                                             |
| Endometriosis                     | Cáncer vaginal                                                                                                                                                                                                         | Hipospadias                                                                                                                                                                                                           | Cáncer de próstata                                                            |
| Muerte embrionaria fetal          | Mayor incidencia de cánceres                                                                                                                                                                                           | Reducción del número de espermatozoides                                                                                                                                                                               | Reducción del número de espermatozoides                                       |
| Malformaciones en la descendencia | Deformaciones en órganos reproductores.<br>Problemas en el desarrollo del sistema nervioso central.<br>Bajo peso de nacimiento.<br>Hiperactividad.Problemas de aprendizaje.<br>Disminución del coeficiente intelectual | Disminución del nivel de testosterona.<br>Problemas en el desarrollo del sistema nervioso central.<br>Bajo peso de nacimiento.<br>Hiperactividad.Problemas de aprendizaje.<br>Disminución del coeficiente intelectual | Reducción de la calidad del esperma<br>Disminución del nivel de testosterona. |

Tabla n.2

## Exposición humana a disruptores endocrinos

La exposición de los seres vivos a los disruptores endocrinos es universal, ya que se encuentran repartidos por todo el mundo como consecuencia de un empleo generalizado. Los disruptores endocrinos no persistentes pueden actuar durante cortos periodos de tiempo, en momentos críticos del desarrollo, desapareciendo del organismo con facilidad. Los disruptores endocrinos persistentes se acumulan en el organismo y pueden actuar a pesar de que la exposición no haya tenido lugar en el momento crítico. Contribuye a ello: su baja biodegradabilidad, el transporte a otros lugares por el aire y el agua y su bioacumulación en la cadena trófica.

Además, los compuestos acumulados en la grasa son transmitidos a la descendencia a través de la madre durante la gestación y después por la lactancia.

Las formas de exposición y las vías de entrada de los contaminantes hormonales son muy diversas, pero debido a su acumulación en la cadena alimentaria, la vía digestiva es la principal ruta de exposición para el hombre. Para la mayoría de los productos químicos descritos hay un patrón de incremento de la carga corporal con la edad. Lo más importante, sin embargo, son los periodos críticos frente a la exposición.



## Conclusiones generales

Los disruptores endocrinos presentan una particularidad toxicológica que escapan a las hipótesis del proceso tradicional de evaluación de riesgo y hacen necesario enfocar los riesgos que ocasionan desde una nueva perspectiva, aplicando el principio de precaución. Debemos aplicar el principio de precaución de forma que las incertidumbres que rodean los riesgos ocasionados por estas sustancias nos animen a buscar activamente alternativas más seguras.

Con 100.000 sustancias químicas sintéticas en el mercado en todo el mundo y 1.000 nuevas sustancias más cada año, hay poca esperanza de descubrir su suerte en los ecosistemas o sus efectos para los seres humanos y otros seres vivos hasta que el daño está hecho. Es necesario reducir el número de sustancias químicas que se usan en un producto determinado y fabricar y comercializar sólo las sustancias químicas que puedan detectarse fácilmente con la tecnología actual y cuya degradación en el medio ambiente se conozca.

Para hacer frente a este riesgo deberemos incidir en el primer principio de acción preventiva y evitar el riesgo eliminando o disminuyendo el uso de tales sustancias. Por otra parte, la dispersión de estos contaminantes en el medio ambiente a través de vertidos y emisiones industriales, utilización de productos que los contienen (detergentes, plásticos, pinturas, cosméticos, etc.) está ocasionando ya problemas de salud en la fauna y deja una herencia tóxica a las generaciones venideras.

Para proteger la salud pública y el medio ambiente es necesario eliminar estas sustancias, ya sea sustituyéndoles por otras menos tóxicas, cambiando los procesos que las utilizan o incluso replanteándonos la necesidad de algunos de los productos que se fabrican con ellas.

## Referencias bibliográficas

**No hay ninguna fuente en el documento actual.**

Comisión europea. (2001). *Aplicación de la estrategia comunitaria en materia de alteradores endocrinos- sustancias de las que se sospecha interfieren en los sistemas hormonales de seres humanos y animales*- COM. Bruselas.

Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS). *Curso de introducción a los Disruptores Endocrinos*. Recuperado de [www.istas.net/ma/decops/de.doc](http://www.istas.net/ma/decops/de.doc)

Olea, N. (s.f.) *La exposición a disruptores endocrinos*. Recuperado de [www.istas.net/ma/decops/NOlea.pdf](http://www.istas.net/ma/decops/NOlea.pdf)

Olean, N. y Tarancón, M. (s.f.). *Disruptores endocrinos y medio ambiente*. Recuperado de [www.msc.es/ciudadanos/.../disruptoresEndocrinosMedioAmbiente.pdf](http://www.msc.es/ciudadanos/.../disruptoresEndocrinosMedioAmbiente.pdf)

Pombo, L. Castro. *Disruptores endocrinos*.

Recuperado de [www.seep.es/privado/download.asp?url...Manuel%20Pombo.pdf](http://www.seep.es/privado/download.asp?url...Manuel%20Pombo.pdf)

Rivas, A., Granada A., Jiménez., Olaf. Y Olean, N. (2004). Exposición humana a disruptores endocrinos. *Ecosistemas*, 13 (3), 7-12.

Artículo concluido el 24 de mayo de 2012

Moreno, E. Y Núñez, A. (2012) Disruptores endocrinos, un posible riesgo tóxico en productos de consumo habitual. *Unirevista.es*, 1.