



UNIVERSIDAD FINIS TERRAE  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA

**DISRUPTORES ENDOCRINOS: INFORMACION GENERAL,  
EFECTOS EN EL ORGANISMO Y SU INCLUSION EN  
CONTENEDORES PLASTICOS REUTILIZABLES DESTINADOS AL  
ALMACENAJE DE ALIMENTOS**

CRISTIAN MUÑOZ LLANCAO  
JOSEFINA PARKER WICHELHAUS

Tesis presentada a la Facultad de Nutrición y Dietética de la Universidad Finis  
Terrae, para optar al grado de Licenciado en Nutrición y Dietética.

Profesor Tutor: Pablo Cortés Segovia

Santiago, Chile  
2017

## INDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVO .....	2
Objetivos Específicos.....	2
1 ¿QUE ES UN DISRUPTOR ENDOCRINO? .....	2
Tabla 1: Definiciones en el tiempo (Juberg DR et al, 2014).....	2
2 CLASIFICACIÓN DE DISTUPTORES ENDOCRINOS .....	3
2.2 Según su Naturaleza .....	3
2.2 Según sus orígenes .....	3
3 MECANISMOS DE ACCIÓN ENDOCRINA .....	4
Figura 1: Tipos de alteración hormonal de los DE (Federico Argemi et al, 2005)	5
4 DONDE ENCONTRAMOS A LOS DISRUPTORES ENDOCRINOS .....	6
4.1 Como entran en contacto con el ser humano.....	6
5 LOS EFECTOS NOCIVOS EDC EN LA SALUD HUMANA .....	7
Tabla 2: Recopilación de sustancias, usos, acciones y efectos de algunos EDC (Chichizola C et al, 2003).....	8
5.1 Relación dosis-respuesta.....	9
6 EDC EN CONTACTO CON ALIMENTOS .....	9
7 BISFENOL A Y FTALATOS .....	10
7.1 Bisfenol A.....	10
7.1.1 Toxicidad .....	10
7.2 Ftalatos .....	11
7.2.1 Toxicidad .....	11
8 COMO IDENTIFICAR CADA TIPO DE PLÁSTICO EN EL MERCADO .....	12
Figura 2: Código de identificación de resinas (ASTM International. 2013) .....	13
Tabla 3: Tipos de resinas (ASTM International. 2013).....	13
9 QUE ELEGIR PARA EVITAR LA EXPOSICIÓN A EDC .....	14
9.1 Medidas prácticas para evitar ingesta de disruptores endocrinos .....	15
9.2 El vidrio: la mejor opción.....	16
CONCLUSIÓN .....	17

BIBLIOGRAFÍA ..... 18

## **RESUMEN**

Los disruptores endocrinos son unas sustancias que ingresan al organismo, alterando ciertas acciones hormonales, causando efectos negativos en los consumidores de estos químicos. Son de carácter lipofílico, lo que le dan la cualidad de almacenarse en los adipocitos animales. Se clasifican según su naturaleza (natural y sintético) y según sus orígenes (como fármacos, químicos del hogar, plásticos). Las distintas fuentes de consumo de estas sustancias son bastante diversas, podemos encontrarlas en aguas contaminadas, contenedores plásticos, mamaderas, aire o suelos contaminados. Su vía de ingreso al cuerpo puede ser oral, por aspiración o por difusión en la piel. Dentro de sus acciones están la alteración de actividades estrogénicas normales o actúan como anti andrógenos y hormona tiroidea, agonistas o antagonistas de los receptores, pueden aumentar la reacción normal de la hormona, pero también bloquearla parcial o totalmente.

Los principales efectos de dichos químicos son a nivel de sistema reproductor, tanto femenino como masculino. Entre las alteraciones se encuentra la disminución de la cantidad y calidad del semen, infertilidad, incluso cáncer, en especial de mama, próstata y testicular.

Para prevenir estos efectos nocivos en nuestro organismo, es necesario principalmente revisar los componentes que tiene cada contenedor plástico, utilizando los indicadores impresos en éstos y rechazar los que contengan los indicadores positivos para presencia de disruptores endocrinos.

## **INTRODUCCIÓN**

¿Qué es un disruptor endocrino? se pregunta quien no los conoce, pero es fácil relacionarlo a productos que le rodean, si la botella de agua que está tomando se realizó con uno de ellos, si la comida que trasporta a su trabajo la contiene y la leche que les entrega en mamadera a sus hijos los trae. Diferentes tipos de ellos se usan para producir plásticos, que entregan una característica deseada en el producto, dureza, elasticidad, etc. Necesariamente estamos en contacto con plásticos los seres humanos. Pero ¿Es inerte el plástico que manejamos? La tendencia es creer que los plásticos son un producto que no tiene la capacidad de hacer daño, pero a través del tiempo se ha demostrado que ciertas series de sustancias son toxicas para los seres humanos, y tienen la capacidad de actuar como hormonas y no ser detectadas. Se les llaman disruptores endocrinos.

Los disruptores endocrinos al contacto con el ser humano, pueden generar diferentes reacciones, ya que pueden bloquear, potenciar o reemplazar la acción de las hormonas endógenas. Esto a la larga se le atribuyen complicaciones como disfunción de ciertos órganos, algunos canceres, infertilidad en hombres. Revisaremos los disruptores que se relacionan al contacto con el ser humano, principalmente los que se encuentran en contenedores plásticos tales como botellas, mamaderas y potes plásticos.

## OBJETIVO

Desarrollar una revisión de diferentes aspectos sobre el contenido de químicos disruptores endocrinos contenidos en los contenedores plásticos destinados al almacenaje y recalentado de alimentos.

### Objetivos Específicos

- Reconocer los distintos tipos de disruptores endocrinos que puedan estar contenidos en los contenedores plásticos destinados a almacenaje y recalentado de alimentos
- Definir posibles alteraciones que se producen con el consumo de disruptores endocrinos identificados en este trabajo

## 1 ¿QUE ES UN DISRUPTOR ENDOCRINO?

Diferentes definiciones que se han publicado en el tiempo por las autoridades. En esta tabla resumimos parte de las definiciones más utilizadas.

**Tabla 1: Definiciones en el tiempo (Juberg DR et al, 2014)**

Autor	Definición
US EPA (1996)	Agente exógeno que interfiere con la producción, liberación, metabolismo, acción o eliminación de hormonas corporales responsables de la mantención de homeostasis del organismo y desarrollo corporal.
NAS (1999)	Sustancias que actúan de forma similar en el organismo. Se denomina agente hormonal activo.
OMS (2002)	Sustancia exógena o compuesto que altera la función del sistema endocrino que causa efectos adversos en un organismo intacto.
ES (2012)	Químico exógeno o mezcla de ellos que interfieren en cualquier aspecto de la función hormonal.

La definición más aceptada hoy en día fue definida por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) como "Un agente que interfiere con la síntesis, secreción, transporte, unión o eliminación de las hormonas naturales en el cuerpo que son responsables para el mantenimiento de la homeostasis, la reproducción, el

desarrollo y/o comportamiento”. Simplificado, esto significa que los disruptores endocrinos son sustancias químicas o mezclas de químicos, que interfieren con la función normal de la hormona (1-4).

Son compuestos persistentes órgano halogenado, bioacumulables, lipofílicos, y bioconcentrables. Con estas propiedades estos suelen encontrarse en alimentos ricos en grasas, en particular grasas animales (5).

## **2 CLASIFICACIÓN DE DISTUPTORES ENDOCRINOS**

### **2.2 Según su Naturaleza**

- Aquellos que se producen naturalmente: productos químicos naturales que se encuentran en la alimentación humana y animal (por ejemplo, fitoestrógeno: genisteína y coumestrol) (6).
- Aquellos que se sintetizan. Estos pueden ser agrupados además de la siguiente manera:
  - Los productos químicos sintéticos utilizados como disolventes industriales o lubricantes y sus derivados (por ejemplo, bifenilos policlorados (PCB), bifenilos polibromados (PBB), dioxinas)
  - Los plásticos (por ejemplo, bisfenol A (BPA))
  - Los plastificantes
  - Los plaguicidas (por ejemplo, diclorodifeniltricloroetano (DDT))
  - Fungicidas (por ejemplo, vinclozolina)
  - Algunos agentes farmacéuticos (por ejemplo, dietilestilbestrol (DES)).

### **2.2 Según sus orígenes**

- las hormonas naturales y artificiales (por ejemplo, fitoestrógenos, ácidos grasos omega-3, píldoras anticonceptivas y los medicamentos de la tiroides).
- Los fármacos con efectos secundarios hormonales (egnaproxen, metoprolol y clofibrato).

- Industrial y químicos para el hogar (detergentes de etoxilatos de alquilfenoles, retardantes del fuego, plastificantes, disolventes, 1,4-dicloro-benceno y policlorados bis-fenoles (PCB).
- Los productos secundarios de procesos industriales y de uso doméstico (por ejemplo, los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), dioxinas, pentaclorobenceno).(6)

Existen disruptores endocrinos denominados contaminantes orgánicos persistentes, estos por compromiso internacional, nacido de la convención de Estocolmo, deben erradicarlos.

En la actualidad se conocen 45 compuestos con propiedades disruptores confirmadas y unos 600 considerados potenciales disruptores endocrinos. (5)

### **3 MECANISMOS DE ACCIÓN ENDOCRINA**

Pueden tener actividades estrogénicas o actuar como anti andrógenos y hormona tiroidea, agonistas o antagonistas de los receptores.(7)

La comprensión de los mecanismos de los disruptores endocrinos por donde ejercen su efecto ha crecido enormemente. La alteración endocrina por productos químicos fue pensada originalmente para ejercer acciones principalmente a través de la interacción directa con los receptores de la hormona, que incluyen los receptores de estrógeno (RE), los receptores de andrógenos (ARS), receptores de progesterona, los receptores tiroideos (TR), y receptores de retinoides, entre otros. Hoy en día, la investigación científica básica muestra que los mecanismos son mucho más detalladas de lo que se conoce.(5)

Los disruptores endocrinos presentan las mismas características que las hormonas. Interfieren de alguna manera con la función de estas hormonas y al hacerlo, pueden alterar la función endocrina tales que conduce a efectos adversos sobre la salud humana y la vida silvestre. Los mecanismos mediante los cuales Disruptores Endocrinos puede interrumpir el sistema endocrino y alterar la función hormonal se presentan a continuación:

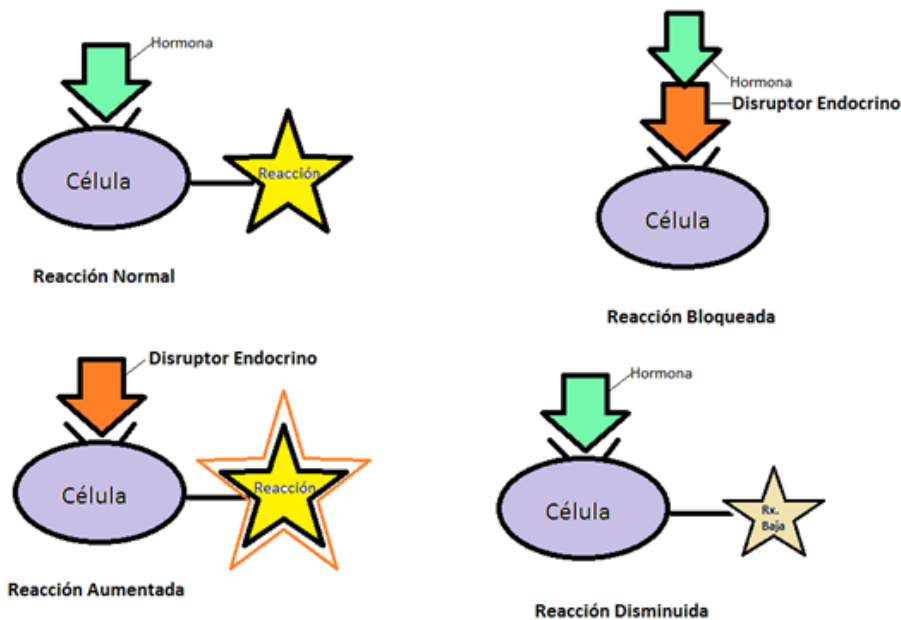


- Imitar total o parcialmente las hormonas naturales en el cuerpo como los estrógenos, andrógenos, y las hormonas tiroideas
- Actúan como antagonistas, donde se unen a los receptores endógenos de la hormona dentro de una célula. Por lo tanto, la hormona normal no puede unirse a los receptores y no se produce ninguna señal. Finalmente, el cuerpo no responde correctamente.
- Interferir o bloquear las hormonas naturales o sus receptores, por ejemplo, mediante la alteración de su metabolismo en el hígado.

Exposiciones químicas durante el embarazo se ha informado de afectar la salud de varias generaciones posteriores de personas.

Los disruptores endocrinos pueden ejercer sus efectos por lo general en dos vías:

- Directamente en un complejo hormona-receptor
- Directamente sobre las proteínas específicas que están implicadas en el control de la entrega de las hormonas



**Figura 1: Tipos de alteración hormonal de los DE (Federico Argemi et al, 2005)**

## **4 DONDE ENCONTRAMOS A LOS DISRUPTORES ENDOCRINOS**

La exposición a disruptores endocrinos puede ocurrir a través del agua contaminada, respirar aire contaminado, alimentos ingeridos o ponerse en contacto con el suelo contaminado que están expuestos a una serie de pesticidas, plastificantes y alquilfenoles, compuestos comúnmente utilizados en la agricultura, la industria y los hogares. Muchos de estos disruptores endocrinos podrían terminar en el medio ambiente y hacer que el agua sea una fuente potencial de EDC. Las razones puede ser la eliminación incompleta de los contaminantes durante procesos de tratamiento de aguas residuales, contaminación desde el suelo o eliminación por industrias de ellos en los cursos de agua.

Las industrias también pueden ser consideradas como una fuente potencial de los disruptores endocrinos. Los productos de uso cotidiano como los pesticidas que contienen DDT, artículos de plástico que contengan bisfenol A y los ftalatos, productos para el cuidado personal que contienen antimicrobianos son regularmente fabricado en las industrias.

Además de las fuentes de agua e industriales, animales de granja en la agricultura también pueden actuar como una fuente muy importante de alteración endocrina. Los esteroides sexuales como el estradiol, la progesterona y la testosterona que se identifican como EDC tienen efectos en el hombre y animales. Estos productos químicos contaminan aún más el suelo, el agua y el aire.

Teniendo en cuenta las características estructurales de los EDC, es muy difícil de establecer una relación entre ellos. Esto es debido a los diversos mecanismos de acción de los EDC en el cuerpo humano. Además, a veces, son los metabolitos de los EDC que tienen mayos capacidad tóxica en la salud.

Aunque hay algunas características estructurales entre los EDC, esta no es una determinante de la capacidad disruptora de un compuesto.(8)

### **4.1 Como entran en contacto con el ser humano**

Los disruptores endocrinos pueden entrar en el cuerpo humano por una variedad de rutas. Pueden entrar en el cuerpo humano por el consumo oral sencilla de alimentos y agua o mediante el uso de más complicada vía intravenosa. Desde

diferentes observaciones, se ve que los adultos entran en contacto con EDC principalmente a través de la ingestión de agua potable contaminada, carne, productos lácteos de grasa y también por la inhalación de aire contaminado. Los bebés se contaminan con EDC por la lactancia materna, el contacto con productos para bebés y también por la inhalación de aire contaminado. Algunas de las rutas son:

- El consumo oral de alimentos y / o agua
- Contacto con la piel y / o inhalación
- Ruta intravenosa
- Transferencia Biológica de la placenta y la leche materna

## **5 LOS EFECTOS NOCIVOS EDC EN LA SALUD HUMANA**

Desde una perspectiva fisiológica, un disruptor endocrino es un compuesto, ya sea natural o sintético, que, a través de exposiciones ambientales, altera los sistemas hormonales y homeostáticos que de otro modo permiten al organismo comunicarse y responder a su entorno. Diferentes estudios realizados en los cuerpos de los animales, las observaciones clínicas y los estudios epidemiológicos han indicado que afecta al sistema reproductivo, la próstata, mamas, pulmón, hígado, la tiroides. Además de afectar las funciones hormonales en el metabolismo y la obesidad.(9)

Los datos epidemiológicos mostraron evidencias que aumentan en la incidencia y prevalencia de algunas enfermedades, tales como el cáncer, especialmente de mama, de próstata, y cáncer de testículo, así como la diabetes, la obesidad y disminución de la fertilidad que había sido observado en los últimos 50 años. Estos aumentos pueden reflejar un aumento de la probabilidad de diagnóstico, pero no constituyen prueba de los efectos de los disruptores endocrinos (5, 10).

Pueden producir disfunciones del aparato reproductor, neoplasias, malformaciones, algunas neurotoxicidad o una disminución de la respuesta inmune.

En el sistema reproductor endocrino provoca una disminución del recuento y la funcionalidad espermática; y aumento de la aparición de cáncer de mamas, próstatas y testículos (11).

En niños, ciertas funciones comportamentales y cognitivas, bajo peso al nacer y pubertad precoz (5).

**Tabla 2: Recopilación de sustancias, usos, acciones y efectos de algunos EDC (Chichizola C et al, 2003)**

Sustancia Química	Uso	Acción EDC	Efecto Sobre la salud
Atrazina	Herbicida	Incrementa expresión aromatasa	Diferenciación y desarrollo sexual masculina
Bisfenol A (BPA)	Resinas epoxi, papel térmico, envases de alimentos	Se une a diferentes hormonas y forma uniones débiles con receptores endocrinos	Función y desarrollo de la próstata, mama, cerebro, función inmune y metabolismo
Clorpirifos	Insecticida	Anti androgénico	Alteración del receptor de acetilcolina
Metoxicloro	Insecticida	Fija el ER	Sistema inmune
Metil parabeno	Conservante	Estrogenico	Organización de tejido uterino
Oxido de tributilestaño	Pesticidas, Conservación de la madera	Fija el PPAR	Obesidad
Triclosan	Agente bactericida	Efectos antitiroideos, androgénico y estrogenico	Alteracion de respuesta uterina al etinilestradiol

### **5.1 Relación dosis-respuesta**

A diferencia de la mayoría de los compuestos que tienen una relación dosis-efecto directamente proporcional, los disruptores endocrinos realizan sus efectos nocivos a muy bajas dosis, incluso se le dificulta el análisis a los profesionales dedicados al tema por esta razón, tanto así que la unidad de medida utilizada en estos compuestos es de partes por billón (ppb), a diferencia de los otros compuestos que se miden "sólo" en partes por millón. Sin embargo, la dosis corporal que puede causar efecto es muy relativa, ya que hay sustancias que causan alteraciones a niveles muy bajos, pero también a niveles altos, sin embargo hay otras que solo actúan a niveles corporales bajos (11).

## **6 EDC EN CONTACTO CON ALIMENTOS**

Múltiples objetos plásticos se realizan en base a resinas sintéticas o polímeros que son, sustancias solidas o semi solidas obtenidas por una reacción química de materias primas resinosas, estas resinas son principalmente polietileno (PE), polipropileno (PP), poliestireno (PS), cloruro de polivinilo (PVC), poli (tereftalato de etileno o PETE), resina de melamina, resina de poliéster y policarbonato. Estas se utilizan para la fabricación de botellas de plástico, contenedores de alimentos, envases de alimentos, mamaderas y envases de cosméticos, principalmente. Y otorgan propiedades como resistencia a temperatura y golpes, colores llamativos, flexibilidad y suavidad. Los disruptores endocrinos pueden emigrar de los plásticos como monómeros residuales. Un ejemplo de ello es el estireno proveniente del Poliestireno (PE) o bisfenol A (BPA) de los Policarbonatos (PC) (1).

También se encuentran como aditivos que dan propiedades de plastificantes, estabilizantes, antioxidantes un ejemplo de ello son los ftalatos desde el PVC. Además los polímeros se ven afectados por condiciones fisicoquímicas tales como temperatura, luz UV, pH, microondas y estrés mecánico, lo que produciría también la migración (12).

Es alta la preocupación en mundial por los efectos nocivos de estos plásticos ya que la producción mundial de plásticos ha crecido a aproximadamente 178 millones de toneladas en 2000 y 260 millones de toneladas en 2007 (12) y cada

vez vemos más plásticos que acompañan a los alimentos en nuestro diario vivir, en Chile se estima que per cápita por habitante usamos 51 kg de plástico al año (13). Es por esto que algunos ya están prohibidos en la fabricación de plásticos en la unión europea (14), pero en Chile no hay una regulación actual que los prohíba o disminuya.

## **7 BISFENOL A Y FTALATOS**

Algunos ftalatos (por ejemplo, DEHP, DBP), estireno o bisfenol han sido sospechosos de tener efectos como disruptores endocrinos, pero los efectos encontrados no son del todo generalizados. Se encuentran principalmente en plásticos, comúnmente usados por la población en general, principalmente en envases de comida y bebestibles (15). Por lo mencionado anteriormente, son estas dos sustancias las que serán mencionadas a continuación de manera más detallada:

### **7.1 Bisfenol A**

Conocido comúnmente como BPA, es un producto químico orgánico, se utiliza con frecuencia en recipientes de plástico otorgando flexibilidad, y también en el revestimiento de resinas utilizadas en comida enlatada. Sin embargo, debido a los efectos peligrosos de ser humano, el compuesto ya no se utiliza en los biberones. El compuesto se puede encontrar todavía en uso en muchos contenedores, especialmente en resinas base de revestimiento en alimentos enlatados que se utilizan para sopas, verduras, etc. Se utiliza el forro para dar protección de patógenos. Pero ya que está en contacto directo con la comida, pueden encontrar su camino en los alimentos y por último a la existencia humana (16).

#### **7.1.1 Toxicidad**

Estudios toxicológicos señalan que al calentar plásticos que contienen BPA, este emitía el tóxico al alimento. Este produce daños como trastornos endocrinos, cáncer y problemas en el desarrollo muscular (17). Actualmente se relaciona con la incidencia de obesidad (18). Produce disminución en la producción de la hormona folículo estimulante en hombres expuestos a BPA (FSH) (19). Además de ser factor predisponente en la aparición de diabetes, demostrado en la

Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (NHANES) de Estados Unidos, de los 1455 participantes (18-74 años) (20). Se ha relacionado también la infertilidad en mujeres que están en contacto directo en la fabricación con plástico (21). Por todo esto el BPA ya es mundialmente conocido y eliminado de la fabricación de plástico para alimentos en UE, US, Japón, Corea, México (1).

## **7.2 Ftalatos**

Son un grupo de compuestos químicos empleados como plastificantes. Son los que mejor se adaptan al PVC. Es un producto incoloro, inodoro y lipofílico, que penetra en el organismo y puede producir alteraciones hormonales.

En la fabricación de recipientes para alimentos plásticos, se pueden utilizar ftalatos tales como DEHP, DBP, ftalato de bencilo butilo (BBP), ftalato de diisohetilo (DINP), ftalato de di-isodecilo (DIDP) y ftalato de di-n-octilo (DnOP) (22).

### **7.2.1 Toxicidad**

Pueden producir trastornos del desarrollo y la toxicidad reproductiva como resultado una acción endocrina (23). En estudios toxicológicos se demostró la aparición de alergias y alteraciones de las hormonas reproductivas en niños expuestos al disruptor. En adultos se ve alterada la calidad del semen (funcionalidad espermática y recuento). Los resultados de experimentos con animales indican que algunos ftalatos como DEHP y DBP pueden producir trastornos del desarrollo y la toxicidad reproductiva como resultado de la interrupción endocrina, además de potenciarse siendo estos acumulativos (24, 25). La mayoría de estos efectos han sido solo probados en animales de laboratorios o no han sido comprados en humanos por lo riesgoso que sería exponer a personas a sus efectos. Aunque si se han visto relaciones en datos epidemiológicos (26).

La unión europea, tanto como estados unidos (FDA) lo han prohibido en contenedores plásticos como en juguetes para niños, en Chile no hay una ley que lo regule, mientras las autoridades dicen que el plástico producido en Chile se

realiza bajo las normas europeas, lo que no está regularizado es la entrada de productos que no cumplen esa regularización, dentro del mercado un producto que dobla o triplica el valor de un plástico sin ftalato va a ser de más fácil acceso económico lo que expone a las personas sin saber sus efectos nocivos(27).

## **8 COMO IDENTIFICAR CADA TIPO DE PLÁSTICO EN EL MERCADO**

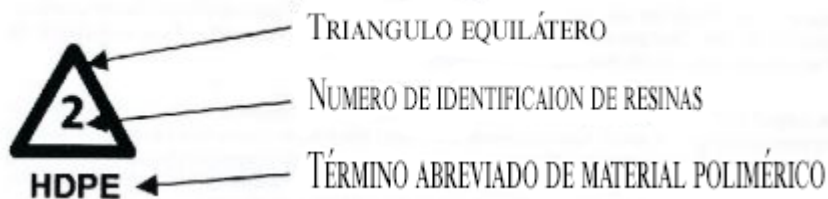
Existe una forma universal para reconocer el tipo de plástico que se ocupa en la actualidad creado por la sociedad de industrias del plástico (SPI) en el año 1988, llamado código de identificación de resinas (RIC). Realizado principalmente para proyectos gubernamentales en Estados Unidos en el reciclaje, hoy se usa para controlar únicamente plásticos manufacturados. Proporciona también a los productores un orden en la producción de los diferentes tipos de plásticos y su uso doméstico de botellas y contenedores. En 2008, SPI comenzó a trabajar con ASTM International, en la entrega de las normas internacionales de consenso voluntario, para desarrollar un nuevo estándar que ampliaría el sistema RIC actual. En 2013 ASTM International realizó una revisión de la norma ASTM D7611, incluyendo un cambio en el símbolo de marcado gráfico que se utiliza para identificar el tipo de resina. El sistema RIC ha utilizado un símbolo de "flechas persiguiéndose" que rodea un número del 1 al 7 que define la resina utilizada en el embalaje del producto.

Bajo D7611, este símbolo de marcado se especifica ahora como un triángulo equilátero alrededor del número. Mediante la sustitución de la gráfica de flechas persiguiéndose, comúnmente asociados con el reciclaje, con un triángulo equilátero, ASTM D7611 hizo mención en el enfoque de la misión central del sistema: identificación de la resina y control de calidad antes de reciclar.

La mayoría de los envases de plástico se realiza con una de las seis resinas: polietileno tereftalato (PETE); polietileno de alta densidad (HDPE); cloruro de polivinilo (PVC o vinilo); polietileno de baja densidad (LDPE); polipropileno (PP); o poliestireno (PS). El RIC asigna cada una de estas resinas un número de 1 a 6 (28).









Además, el RIC también incluye un séptimo código, identificado como "otros". El uso de este código indica que el producto en cuestión está hecho con una resina distinta de los seis mencionados anteriormente(29).



**Figura 2: Código de identificación de resinas (ASTM International. 2013)**

**Tabla 3: Tipos de resinas (ASTM International. 2013)**

Número de identificación de resinas	Resina	Código de identificación de resina – opción 1	Código de identificación de resina – opción 2	Uso común
1	Tereftalato de polietileno			Envases de bebidas gaseosas, jugos, jarabes, aceites comestibles, medicamentos.
2	Polietileno de alta densidad			Envases de leche, detergentes, champú, baldes, bolsas, tanques de agua.
3	cloruro de polivinilo			Tuberías de agua, desagües, aceites, mangueras, cables, simil

				cuero, usos médicos como catéteres, bolsas de sangre, etc.
4	Polietileno de baja densidad			Bolsas para basura, bolsas de supermercado, bolsas de todo tipo, usos agrícolas, etc.
5	Polipropileno			Envases de alimentos, industria automotriz, artículos de bazar y menaje, bolsas de uso agrícola.
6	Poliestireno			Envases de alimentos congelados, aislante para heladeras, juguetes, relleno.
7	Otra resina			Adhesivos e industria plástica. Industria de la madera y la carpintería. Elementos moldeados como enchufes, asas de recipientes.

## 9 QUE ELEGIR PARA EVITAR LA EXPOSICIÓN A EDC

El PE, el PET (denominación 1) y el PP (denominación 5), que constituyen las principales resinas sintéticas utilizadas en envases de plástico para alimentos, son ingredientes que no se relacionan con EDC y generalmente se consideran seguros. De los otros ingredientes menores relacionados con la EDC tales como los ftalatos, el estireno y el BPA, los ftalatos como el DEHP ha sido prohibido para

su uso en contenedores de alimentos en casi todo el mundo, lo que se diferencia de juguetes y otros plásticos no relacionados a alimentos en donde si pueden ser usados. No obstante, los ingredientes de los envases plásticos para alimentos contienen EDC como ftalatos, BPA, en cantidades mínimas. No hay consenso de las cantidades aportadas en los plásticos y a qué nivel son nocivas al ser humano.



Hay que evitar o disminuir el uso o compra de productos que en su dorso tenga el número 3 ejemplos de esos productos es el papel film transparente y botellas de aceite. El numero 6 contiene todos los productos de plumavit, como vasos, platos bandejas de carne y el numero 7 como bidones de agua, mamaderas y botellas de policarbonato. Todos estos productos tienen ftalatos o BPA, y su uso continuo puede traer las complicaciones ya mencionadas en esta revisión

### **9.1 Medidas prácticas para evitar ingesta de disruptores endocrinos**

- Preferir mamaderas y contenedores de alimentos de vidrio
- No calentar comida en el microondas si el envase es plástico
- Evitar comer con cubiertos de plástico
- Desechar el envase Si el envase se ve deteriorado
- No cocinar o calentar los alimentos en bolsas plásticas
- No almacenar alimentos altos en grasas en envases plásticos, ya que los disruptores endocrinos son lipofílicos, lo que hace que se absorban en mayor cantidad en estos
- Evitar la ingesta de líquidos calientes como té o café en vasos plásticos o de plumavit

-No entregar a niños pequeños juguetes que puedan morder o succionar de plástico, salvo que digan “libres de BPA”(27)

## **9.2 El vidrio: la mejor opción**

El uso de contenedores de vidrio es la opción más inocua y eficiente para evitar la ingesta de disruptores endocrinos, ya que el vidrio es un material inerte, es decir, no interacciona con el medio adyacente, no libera sustancia a los alimentos y no altera el sabor ni las cualidades organolépticas del producto contenido. A pesar que tiene desventajas como su mayor peso y fragilidad a las caídas en comparación con los materiales plásticos, no superan sus ventajas frente a la conservación de la salud de la población, factor muy importante para mantener una buena calidad de vida durante el tiempo (30).

Para dar énfasis a los beneficios de este material, serán enumeradas sus ventajas a continuación:

- No deja el traspaso de oxígeno hacia los alimentos contenidos dentro de un envase cerrado, por lo que evita su oxidación y cambio de color
- No posee ningún tipo de reacción con el alimento, lo que evita el paso de sustancias no deseadas al producto
- Su inercia da lugar a un mayor tiempo de conservación en buen estado  
Posee una durabilidad mucho mayor que los contenedores plásticos, por lo tanto es posible reutilizarlo un número mayor de veces que este último(31)

## **CONCLUSIÓN**

De acuerdo con lo analizado anteriormente podemos decir que los plásticos y contenedores usados actualmente en los alimentos por la población causan una variedad de daños a la salud, afectando a toda la población, desde los lactantes hasta los adultos mayores.

Según lo estudiado, las fuentes de disruptores endocrinos son variadas, incluyendo plásticos que contienen poliestireno, ftalatos y bisfenol A, que migran desde el compuesto al ambiente. En este caso a los alimentos contenidos en éste debido a diversos factores fisicoquímicos como los rayos ultravioletas, uso de microondas, altas temperaturas y estrés mecánico, procesos a los que están sometidos usualmente estos compuestos para que los alimentos sean recalentados, enfriados, mezclados, etc.

Es de gran importancia educar a la población sobre los riesgos y consecuencias de consumir alimentos contenidos en plásticos con sustancias alteradoras del sistema endocrino para un buen desarrollo hormonal en menores y mantenimiento de la homeostasis y capacidad reproductora en adultos, ya que es el arma más efectiva contra la ingesta de ellos. Cabe mencionar que, aunque las cantidades de disruptores endocrinos insertas en los plásticos son muy bajas, solo se requiere de esta mínima cantidad para producir un efecto nocivo para el organismo.

Se ha comprobado que el uso de plásticos que contienen disruptores endocrinos tiene relación con la prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles como Diabetes Mellitus II, hipertensión arterial y diferentes tipos de cáncer, aunque aún no se sabe el mecanismo específico de este proceso.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Bang DY, Kyung M, Kim MJ, Jung BY, Cho MC, Choi SM, et al. Human Risk Assessment of Endocrine-Disrupting Chemicals Derived from Plastic Food Containers. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2012;11(5):453-70.
2. Fenner-Crisp PA, Maciorowski AF, Timm GE. The endocrine disruptor screening program developed by the US Environmental Protection Agency. *Ecotoxicology*. 2000;9(1-2):85-91.
4. Juberg DR, Hartung T. T4 Workshop report: Lessons learned, challenges, and opportunities: The US endocrine disruptor screening program. *Alternatives to Animal Experimentation: ALTEX*. 2014;31(1):63-78.
5. Argemi F, Cianni N, Porta A. Disrupción endocrina: perspectivas ambientales y salud pública. *Acta bioquímica clínica latinoamericana*. 2005; 39(3):291-300.
6. Olea N, Fernández MF, Araque P, Olea-Serrano F. Perspectivas en disrupción endocrina. *Gaceta Sanitaria*. 2002;16:650-6.
7. Kiyama R, Wada-Kiyama Y. Estrogenic endocrine disruptors: Molecular mechanisms of action. *Environment International*. 2015; 83:11-40.
8. Robles LMB, González FB. Los contaminantes orgánicos persistentes en el istmo mexicano. Mexico: International POPs Elimination Network (IPEN); 2006.
9. Kabir ER, Rahman MS, Rahman I. A review on endocrine disruptors and their possible impacts on human health. *Environmental toxicology and pharmacology*. 2015; 40(1):241-58.
10. Chevalier N, Fénichel P. Endocrine disruptors: New players in the pathophysiology of type 2 diabetes? *Diabetes & Metabolism*. 2015; 41(2):107-15.
11. de Acción ME. Disruptores endocrinos: potencial problema para la salud pública y medio ambiente. *Rev Biomed*. 2006; 17:146-50.
12. Petersen JH, Breindahl T. Plasticizers in total diet samples, baby food and infant formulae. *Food Additives & Contaminants*. 2000;17(2):133-41.
13. Plástico. Ald. Estadísticas Industria del Plástico Informe anual. Santiago: ASIPLA Industria del plástico; 2015.
14. Shaxson L. Structuring policy problems for plastics, the environment and human health: reflections from the UK. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*. 2009;364(1526):2141-51.
15. Gore AC, Crews D, Doan LL, La Merrill M, Patisaul H, Zota A. Introduction to endocrine disrupting chemicals (EDCs). New Jersey: Humana Press; 2007.
16. Mollo Tangara JC, Montaña Cabrera LA. Disruptores Endocrinos en el Plástico (BisfenolA y Ftalatos). *Revista SCientífica*. 2013; 11:19-22.
17. Murakami K, Ohashi A, Hori H, Hibiya M, Shoji Y, Kunisaki M, et al. Accumulation of bisphenol A in hemodialysis patients. *Blood purification*. 2007; 25(3):290-4.

18. García-Mayor RV, Larrañaga Vidal A, Docet Caamaño MF, Lafuente Giménez A. Disruptores endocrinos y obesidad: obesógenos. *Endocrinología y Nutrición*. 2012; 59(4):261-7.
19. Hanaoka T, Kawamura N, Hara K, Tsugane S. Urinary bisphenol A and plasma hormone concentrations in male workers exposed to bisphenol A diglycidyl ether and mixed organic solvents. *Occupational and environmental medicine*. 2002; 59(9):625-8.
20. Lang IA, Galloway TS, Scarlett A, Henley WE, Depledge M, Wallace RB, et al. Association of urinary bisphenol A concentration with medical disorders and laboratory abnormalities in adults. *Jama*. 2008; 300(11):1303-10.
21. Hougaard KS, Hannerz H, Fèveille H, Bonde JP. Increased incidence of infertility treatment among women working in the plastics industry. *Reproductive toxicology*. 2009; 27(2):186-9.
22. Cooper RL, Kavlock RJ. Endocrine disruptors and reproductive development: a weight-of-evidence overview. *Journal of endocrinology*. 1997;152(2):159-66.
23. Fisher JS, Macpherson S, Marchetti N, Sharpe RM. Human 'testicular dysgenesis syndrome': a possible model using in-utero exposure of the rat to dibutyl phthalate. *Human Reproduction*. 2003;18(7):1383-94.
24. Koo HJ, Lee BM. Human monitoring of phthalates and risk assessment. *Journal of toxicology and environmental health Part A*. 2005;68(16):1379-92.
25. Howdeshell KL, Furr J, Lambright CR, Rider CV, Wilson VS, Gray LE. Cumulative effects of dibutyl phthalate and diethylhexyl phthalate on male rat reproductive tract development: altered fetal steroid hormones and genes. *Toxicological Sciences*. 2007; 99(1):190-202.
26. Hauser R, Meeker JD, Duty S, Silva MJ, Calafat AM. Altered semen quality in relation to urinary concentrations of phthalate monoester and oxidative metabolites. *Epidemiology*. 2006;17(6):682-91.
27. Ricardo Moreno EF, Dawn Cooper. ¿Cuánto plástico hay en tu cuerpo? Santiago de Chile 2014. [cited 2016 nov 28] . Available from: <http://www.paula.cl/reportajes-y-entrevistas/reportajes/cuanto-plastico-hay-en-tu-cuerpo/>.
28. Wilhelm R. Códigos de identificación de resinas. ASTM Standardization News. Tennessee: ASTM International; 2008.
29. ASTM D7611 / D7611M-13e1, Standard Practice for Coding Plastic Manufactured Articles for Resin Identification, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2013.
30. Navarro JMF. El vidrio. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Sociedad Española de Cerámica y Vidrio; 2003.
31. Packaging. Ventajas del envase de vidrio 2009. [cited 2016 Nov 28] Available from: <http://www.packaging.enfasis.com/articulos/12978-ventajas-del-envase-vidrio>.