

INFLUENCIA DE DISRUPTORES ENDOCRINOS EN MEDIOS ACUOSOS

INFLUENCE OF ENDOCRINE DISRUPTORS IN AQUEOUS MEDIA

Jaime Alejandro Vidal-Alvarez
Cristian Humberto Alonso-Morales
Francisco Rivera-Juarez
Ana Carolina Robles-Ramos

ISSN 2448-5829

Año 10, No. 28, 2024, pp. 124-135

RD-ICUAP

<https://orcid.org/0009-0008-4895-7000>
<https://orcid.org/0009-0004-6839-1834>
<https://orcid.org/0009-0003-3704-9895>
<https://orcid.org/0009-0006-0817-754X>

Año 10 No. 28

Recibido: 31/mayo/2023

Aprobado: 30/noviembre/2023

Publicado: 07/enero/2024

Facultad de Ciencias Biológicas. Licenciatura en Biotecnología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Blvd. Valsequillo y Av. San Claudio, Col. Jardines de San Manuel, 72570 Puebla, Pue. Tel: 2222640792 Cel:2211641962
jaime.vidala@alumno.buap.mx, cristian.alonsom@alumno.buap.mx
francisco.riveraju@alumno.buap.mx ana.roblesr@alumno.buap.mx

Resumen

En el nivel de crecimiento de la población, se ha observado el aumento en la cantidad de productos, ya que son parte de nuestras vidas regularmente. Ya sea en casa, trabajando, en la calle o incluso en el patio, por lo que se observa cada vez más el uso de diferentes productos químicos. Algunas sustancias generan riesgo de salud pública. Los disruptores endocrinos son parte de estas sustancias, las cuales pueden alterar el sistema hormonal del organismo humano y generar su disfunción, lo que puede llegar a causar diferentes enfermedades relacionadas con la salud reproductiva de la mujer, además de trastornos en los hombres, trastornos metabólicos, enfermedades neurológicas, cáncer de tiroides o los trastornos cardiovasculares. Los efectos creados en el cuerpo son acumulados e irreversibles y pueden transferirse de generación a generación, sin probar la patología. En el presente artículo se indaga acerca de la contaminación en los medios acuáticos, haciendo hincapié en los productos de uso cotidiano con presencia de estos disruptores endocrinos en su contenido, como los distintos efectos causados a seres humanos y a la vida marina, por mencionar algunos: los bloqueadores solares en los cuales recientes estudios indican que podrían ser bioacumulativos, persistentes y tóxicos, también los fármacos, esto se debe a que en su mayoría presentan anillos aromáticos en su estructura. Por lo tanto, se cree que es importante tener una idea sobre estos disruptores endocrinos para buscar de esta forma la disminución de los contaminantes, así como su utilidad en productos de uso cotidiano.

Palabras clave: Disruptor endocrino, hormonas, ecotoxicidad, ecosistema acuático, homeostasis hormonal.

Abstract

At the level of population growth, we have observed the increase in the amount of products as they are part of our lives on a regular basis. Whether at home, at work, in the street or even in the yard, the use of different chemicals is increasingly observed. Some substances pose a public health risk. Endocrine disruptors are part of these substances, which can alter the hormonal system of the human organism and generate its dysfunction. These can cause different diseases related to women's reproductive health, as well as disorders in men, metabolic disorders, neurological diseases, thyroid cancer or cardiovascular disorders. The effects created in the body are cumulative and irreversible and can be transferred from generation to generation, without proving the pathology. This article investigates about pollution in aquatic environments, with emphasis on everyday products with the presence of these endocrine disruptors in their content, such as the various effects caused to humans and marine life, to mention a few: sunscreens in which recent studies indicate that they could be bioaccumulative, persistent and toxic, also drugs, this is because most of them present aromatic rings in their structure. Therefore, it is believed that it is important to have an idea about these endocrine disruptors to look for the reduction of pollutants, as well as their use in everyday products.

Keywords: Endocrine disruptor, hormones, ecotoxicity, aquatic ecosystem, hormone homeostasis.

Introducción

En la actualidad el aumento de la población, así como el uso de productos cotidianos, causan contaminación en aire, suelos y mantos acuíferos. Por lo que podemos entender como contaminante a cualquier sustancia o materia, sus combinaciones o compuestos y derivados que al incorporarse y actuar, ya sea en atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento del ambiente alteran o modifican su composición o afectan la salud (SEMARNAT, s.f).

No obstante, algunos de ellos pueden llegar a alterar el sistema endocrino, como los subproductos de la desinfección, las sustancias fluoradas, los bisfenoles, los ftalatos, los pesticidas y los estrógenos conocidos como disruptores endocrinos (Gonsioroski et al., 2020).

Estos xenobióticos han tomado relevancia de manera muy rápida ya que increíblemente son capaces de mimetizar nuestras hormonas por lo que no solo amenaza la calidad y seguridad del agua, si no también a nosotros, los humanos y criaturas marinas (animales) causando alteraciones en la reproducción, además de trastornos en los hombres, trastornos metabólicos, enfermedades neurológicas, cáncer de tiroides o los trastornos cardiovasculares.

Estas sustancias cuentan con características, acciones para disminuir su contaminación y una clasificación para comprender donde se encuentran, por lo que todo ello se tratarán en el presente artículo.

1.2 Objetivo

En esta investigación se busca mostrar los potenciales daños, fuentes y rutas de los disruptores endocrinos, así como conocer qué es lo que son y cómo interactúan con los sistemas biológicos, haciendo énfasis en específico sobre la

interacción en ecosistemas acuáticos y el cómo este se ve alterado por este tipo de compuestos.

1.3 Justificación

Actualmente, el planeta pasa por una crisis ambiental preocupante, aunado a que la contaminación crece año con año, hay una gran cantidad de tipos de contaminantes y sus perjuicios para el medio ambiente, los cuales son productos del estilo de vida que llevamos diariamente.

Entre esta inmensa cantidad de desechos y contaminantes se encuentran los disruptores endocrinos, los cuales son compuestos sintéticos capaces de mimetizarse por hormonas y alterar así el correcto funcionamiento de un organismo. Estos principalmente afectan a la fauna, y a la larga van provocando daños irreversibles a los ecosistemas en donde se encuentran, además de ser compuestos persistentes y de fácil y larga dispersión (Abellan, 2020).

Pese a todo esto, no hay regulaciones suficientes para los mismos, desde su producción hasta estrategias para el correcto tratamiento de residuos que puedan contenerlo y evitar así su contacto con los seres vivos e incluso con el mismo ser humano. Por tanto, tomamos a este tipo de contaminantes para su estudio y visualización de riesgo de su presencia dentro de la naturaleza y más en medios acuáticos donde son fáciles de dispersar y persistir.

2. Metodología

Este artículo tiene la misión de recolectar información actual acerca de los disruptores endocrinos y a su vez como la influencia humana tiene un impacto negativo en medios acuáticos. Para así dar a conocer a todas las personas una visión sobre la problemática y concientizar sobre la importancia de

tener cuidado con cómo perjudicamos estos ecosistemas acuáticos y las consecuencias que tiene en la salud humana, causando enfermedades como cáncer de mama, infertilidad, trastornos de la función reproductora masculina, trastornos metabólicos, enfermedades neurológicas o trastornos cardiovasculares.

3. Disruptores endocrinos.

Los disruptores endocrinos son compuestos con actividad endocrina y están presentes en el ambiente, tienen el potencial de interferir con diversos procesos fisiológicos en humanos y animales; algunos de los sistemas que se ven afectados por estos compuestos son el sistema nervioso central, el endocrino, óseo y el inmunológico. Además, los disruptores endocrinos son compuestos químicos capaces de imitar los roles de las hormonas dentro de organismos vivos, a los cuales puede alterar el funcionamiento típico del sistema, siendo así unos agentes nocivos para la salud.

Actualmente, hay más de 1000 compuestos considerados como disruptores endocrinos, muchos de ellos juegan un rol algo común dentro del día a día. En el caso particular de esta investigación, encontramos los siguientes agentes como los de mayor presencia en el medio. Se cree que estos compuestos serían los responsables en alteraciones de la reproducción humana y como precursores de algunos tipos de cáncer del sistema reproductivo tanto en hombres como en mujeres.

Los disruptores endocrinos pueden llegar a causar diferentes enfermedades relacionadas con la salud reproductiva de la mujer (cáncer de mama, infertilidad, pubertad precoz, etc.). Así como trastornos de la función reproductora masculina (afecciones de

próstata, pérdida de la calidad seminal, malformaciones congénitas del aparato reproductor), trastornos metabólicos (diabetes u obesidad), enfermedades neurológicas (trastornos del comportamiento, déficit de atención e hiperactividad, enfermedad de Parkinson, etc.), cáncer de tiroides o trastornos cardiovasculares. (Sanitas, s. f.)

Se formó una clasificación de acuerdo a los productos o materiales de uso cotidiano en donde se encuentran comúnmente estos disruptores y cuáles son estos, como: pesticidas, cosméticos, fármacos, metales pesados y plásticos, que se desarrollarán más adelante. (Arias et al., 2020).

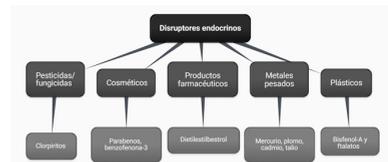


Diagrama 1. Clasificación de los disruptores endocrinos (Arias et al., 2020). Estos son algunos ejemplos de los disruptores que se encuentran en productos que utilizamos divididos en cinco grandes colectivos. Elaboración propia en bubbl.us

3.1 Pesticidas/ Fungicidas

Los plaguicidas utilizados en la agricultura llegan a los cursos de aguas subterráneas y superficiales (ríos y lagos) fundamentalmente por arrastre y lixiviación, pudiendo contaminar los reservorios de agua para consumo humano que son alimentados por estos recursos hídricos. La dinámica de los plaguicidas en el suelo es muy compleja y depende de una serie de factores que influyen en los procesos antes mencionados (Dierksmeier et al. 2002, Pérez Espejo 2012). Las sustancias rociadas sobre los cultivos pueden ser lavadas por el agua de lluvia y riego, para luego ser transportadas hacia aguas subterráneas por lixiviación y a aguas superficiales por escorrentía, fenómeno que además

está influenciado por la pendiente del terreno; es decir, el volumen de agua que cae al suelo y la topografía de la zona donde se desarrollan los cultivos son dos de los factores que juegan un papel importante en el riesgo de contaminación de los recursos hídricos por plaguicidas (Duffner et al. 2012, Leistra y Boesten 2012).

Los procesos de transporte también son afectados por las propiedades de sorción del suelo, las cuales están determinadas principalmente por el contenido de materia orgánica, óxido de hierro y arcilla, la capacidad de intercambio iónico y el pH (Duffner et al. 2012). No menos importantes son las características fisicoquímicas de los plaguicidas; en general las sustancias más solubles en agua y más persistentes, es decir, las que tienen mayor tiempo de vida media, son las más fácilmente transportables y representan el mayor riesgo de contaminación (Hernández-Antonio y Hansen 2011).

Un ejemplo de ellos es el clorpirifos que es un insecticida organofosforado utiliza para controlar las garrapatas del ganado y se rocía en los cultivos para controlar las plagas. Es un sólido blanco de apariencia cristalina y de aroma fuerte. No se mezcla bien con el agua, por lo que se mezcla con líquidos aceitosos antes de ser aplicado a los cultivos. Es moderadamente tóxico y la exposición crónica se ha relacionado con efectos neurológicos, trastornos del desarrollo y trastornos autoinmunes.

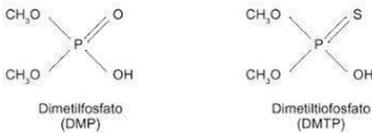


Figura 1: Estructura molecular de compuestos organofosforados comunes en pesticidas.

3.2 Cosméticos

En los años actuales no podemos ignorar la preocupación existente en el destino y comportamiento de gran número de sustancias químicas orgánicas sintéticas que se utilizan en productos de cuidado e higiene personal. Debido a que su uso masivo ha facilitado su introducción a diferentes cuerpos de aguas (ríos, lagos, mares, etc.) e incluso ha sido reportado que pueden estar presentes en agua destinada a consumo humano, aire, polvo y suelo.

3.2.1 Las dos caras de los parabenos

Uno de estos disruptores endocrinos aplicados a este tema son los parabenos, se ocupan en la industria de los cosméticos y para productos de higiene personal como conservador. Estos son ésteres del ácido p-hidroxibenzoico se caracterizan por su actividad contra bacterias, mohos y levaduras, su bajo costo y alta estabilidad a diferentes pH (Soler, 2016). Los tipos de parabenos más utilizados en cosmética son tres: el metilparabeno, etilparabeno y el propilparabeno, en una concentración menor a 1% en peso del cosmético (Jacob et al., 2018).

De acuerdo a Vale et al. (2020) se detectan parabenos con frecuencia en matrices ambientales (hasta 170,9 µg/L en aguas superficiales), con una presencia y persistencia críticas en los sistemas acuáticos (hasta 36.000 h de vida media).

Las evidencias demuestran que esta sustancia puede interferir con los receptores nucleares para andrógenos, estrógenos, progesteronas, glucocorticosteroides, así como modulan la actividad de enzimas que metabolizan hormonas (Nowak, 2018).

3.2.2 Los bloqueadores solares como contaminantes emergentes

Según Franceinfo (2017) en todo el mundo, cada año, 25.000 toneladas de

protector solar se vierten en el océano siendo que estos productos son peligrosos porque envenenan a las microalgas en menos de 48 horas. Uno de sus componentes, el filtro UV benzofenona-3 (oxibenzona) es susceptible de ser un disruptor endocrino. Por lo que la acumulación de algunas de estas sustancias en los ecosistemas marinos y de agua dulce, como la oxibenzona y el octilmetoxicinamato, causa alteraciones en el medio y puede llegar a ocasionar trastornos hormonales y reproductivos en las especies que habitan en él, como las barreras de coral que se ven especialmente afectadas (Garay, 2022).

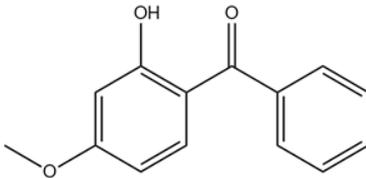


Figura 2. Estructura química de la oxibenzona. La oxibenzona es un disruptor endocrino que se encuentra en los bloqueadores solares el cual es una amenaza para la vida marina, así como para humanos ya que se relaciona con la endometriosis. Elaboración propia en ChemDraw.

Conforme a Montesdeoca-Esponda et al. (2020) y los resultados obtenidos en su experimentación, los estabilizadores UV de benzotriazol (BUVS) podrían ser bioacumulativos, persistentes y tóxicos, sin embargo, aún faltan más estudios acerca de los protectores solares y su impacto en la vida marina.

Un estudio reciente demostró la presencia de los tres metabolitos de BP3, benzofenona 1 (BP1), 4HB y 4,4'-dihidroxibenzofenona (4DHB) en huevos no eclosionados, por lo que puede deducirse que los compuestos son absorbidos por el ave a través del intestino y los derivados OH formados son transferidos por la madre al huevo antes de la puesta. La cigüeña blanca

(Ciconia ciconia) y el aguilucho lagunero occidental (*Circus aeruginosus*) fueron las especies más contaminadas. Los que concluyeron que no puede descartarse un proceso de biomagnificación (Molins-Delgado et al., 2017).

3.3 Productos farmacéuticos

De igual forma, los productos farmacéuticos forman parte del grupo de los contaminantes emergentes, los fármacos de igual forma que los antibióticos son productos químicos que son utilizados para la prevención, tratamiento, alivio, diagnóstico o curación de alguna afección o enfermedad. En el caso particular de los antibióticos, estos son utilizados para combatir a microorganismos patógenos como las bacterias.

En muchas ocasiones los productos farmacéuticos pueden actuar como disruptores endocrinos, afectando así el correcto funcionamiento del sistema endocrino debido a la interferencia de este tipo de agentes en la secreción, producción y acción de las hormonas. Esto tiene repercusiones desde el aspecto de la reproducción, fertilidad y ciclos de un ser vivo, hasta afecciones a nivel neuronal, como podría ser la interferencia en hormonas de esencial presencia, como lo es la acetilcolina o la fenilefrina, provocando así afecciones a nivel neuronal y nervioso.

Sin embargo, menos conocido y tenido en cuenta es el hecho de que algunos medicamentos y dispositivos médicos también contienen estos productos químicos nocivos, que están presentes tanto en fármacos recetados y de venta libre, como en equipos médicos utilizados en el hospital, incluso en la unidad de cuidados intensivos neonatales. (CulturaOcio, s. f.)

Este tipo de capacidades en los productos fármacos es debido a que estos en

su mayoría presentan anillos aromáticos en su estructura, que además de ser bastantes reactivos por su estructura resonante, suelen ser estructuras de frecuente presencia en la composición de las hormonas, lo cual provoca que estos puedan mimetizarse dentro del organismo.

Por mencionar algunos de estos medicamentos, el dietilestilbestrol o DES y el paracetamol poseen propiedades de alteración endocrina y su exposición intrauterina puede causar efectos adversos graves para la salud, como malformaciones congénitas y cáncer. A pesar de que el paracetamol es el medicamento más utilizado por las mujeres embarazadas, estudios recientes han demostrado que atraviesa la placenta y tiene propiedades antiandrogénicas. La exposición gestacional al paracetamol ha sido asociada con la reducción de la distancia ano genital en la descendencia masculina, la inhibición de la producción de testosterona y la interferencia con la producción de prostaglandinas, y ha demostrado posibles efectos adversos en el desarrollo de las niñas. (Arias et al., 2020).

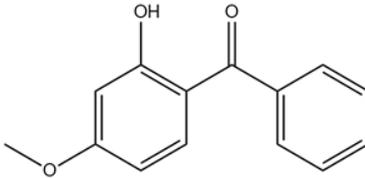


Figura 3. Estructura química del paracetamol. Este es un fármaco analgésico-antipirético utilizado con frecuencia para el dolor agudo y la fiebre.

Elaboración propia en ChemDraw.

3.4 Metales Pesados

Los metales pesados son considerados según la tabla periódica como elementos químicos de alta densidad (mayor a 4 g/cm³), masa y peso atómico por

encima de 20 y son tóxicos en concentraciones bajas. Algunos de estos elementos son Aluminio (Al), berilio (Be), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Cadmio (Cd), Mercurio (Hg), plomo (Pb), talio (Tl), entre otros (L. F. Londoño, 2016). Actualmente, uno de los mayores problemas a nivel ambiental es la contaminación de las fuentes hídricas del mundo por metales pesados. Esto es debido a la toxicidad que presentan los metales pesados en el agua de los ríos, que son considerados como un serio problema para los habitantes de las poblaciones que se abastecen de dichos ríos. En especial, si se considera que el incremento en la concentración de estos metales en las fuentes hídricas procede de las diversas actividades antropogénicas, elevando además los efectos potencialmente nocivos sobre los diferentes sistemas ecológicos y el ambiente, los cuales son el soporte de la vida humana. Esto acarrea serios problemas a nivel económico tanto a nivel local como nacional debido al aumento en los costos de los tratamientos médicos y una disminución en la productividad de los habitantes de la zona (J. Contreras Pérez, 2004).



Figura 4. Linderos de un cuerpo de agua donde suceden descargas industriales con metales pesados en ella.

El mayor aporte a la contaminación de las aguas por metales pesados es debido a las descargas de aguas residuales producto de diversas actividades antropogénicas, Principalmente de tipo

industrial. Cada día es mayor el grado de contaminación de las fuentes hídricas debido al constante uso de estos metales en la industria, lo que aumenta la concentración de los mismos en el agua y por ende aumenta el riesgo para los seres humanos y demás organismos vivos al aumentar la probabilidad de quedar expuestos a estos metales. Lo cual es de preocupar si consideramos que los niveles permisibles en el agua para consumo humano de metales como el mercurio, plomo y cromo son de 1.0 µg/L, 10 µg/L y 50 µg/L respectivamente; según la legislación RD 140/03 y la NTC 183 mientras que se establece un valor máximo de 2.0 µg/L, 15 µg/L y 100 µg/L respectivamente según la agencia de protección ambiental de estados unidos (EPA).

3.5 Plásticos.

A nivel mundial, la producción de plásticos y polímeros de origen fósil ha ido creciendo con el pasar de los años, y al no haber un manejo correcto de residuos, aunado a la persistencia que estos productos presentan, se van acumulando y bioacumulando en los ecosistemas y los seres vivos que ahí se encuentran. (Yang C, et al, 2011).

La ONU en 2018 estimó que al año 13 millones de toneladas de plástico son vertidos a los océanos y se estima que hay entre 5 y 50 billones de fragmentos plásticos en el mar, los cuales al descomponerse en fragmentos como microplásticos, nano plásticos, etc. Los cuales van entrando a las dietas de la fauna marina y, por tanto, a las cadenas tróficas del ecosistema y a nivel global, que entre tantos efectos adversos tanto físicos como químicos, este tipo de compuestos al descomponerse liberan sustancias capaces de alterar el correcto funcionamiento de los organismos vivos, los disruptores endocrinos. (Ibédola, 2016).

La EHP, en el año 2011, realizó un estudio sobre posibles disruptores endocrinos en polímeros de uso industrial como los plásticos, en el cual se evidenció que todos los tipos de plástico en la industria y el mercado tienen una potencial liberación de compuestos disruptores, por medio de los aditivos utilizados en PET, PVC, Poliestireno, etileno, policarbonato, PAN, PES, COP, etc. Los cuales están compuestos por monómeros que al diluirse o separarse paulatinamente de las cadenas poliméricas resultan tóxicos para los organismos vivos. (Yang C, et al, 2011). Sin embargo, hay un par de polímeros que presentan una mayor amenaza, el policarbonato, con la liberación de bisfenol-A, y los ftalatos presentes como aditivos en productos como el PVC. La principal amenaza que estos representan es la capacidad que tienen de mimetizarse con hormonas desde el sistema endocrino, hasta mimetizarse a nivel celular con algunas enzimas y moléculas señal, causando un desequilibrio dentro de cualquier organismo vivo debido a la competencia generada en las cascadas de señales y acciones inhibitorias. (Mollo J. 2013) En el caso del Bisfenol-A (BPA) ingresa al organismo vía oral, dérmica, inhalatoria y lleva un promedio de 6 horas para su eliminación del organismo, está presente en muchos productos de uso común como botellas, juguetes, tupperes, biberones, recipientes, platos, etc. (Mollo J. 2013)

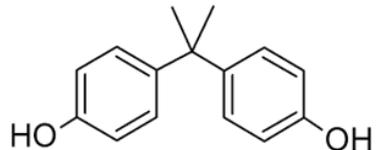


Figura 5. Estructura química monomérica del bisfenol A (BPA). Común en la industria pero que posee alta toxicidad.

Los ftalatos ingresan al organismo vía

oral, está presente en toda presentación de PVC, ya que lo hace más maleable, sin embargo, también forma parte de empaques, pinturas y sprays. (Mollo J. 2013)

Esto en seres humanos y animales puede provocar consecuencias neurológicas, cardiovasculares, metabólicas y reproductivas. Este tipo de productos se han visto involucrado en el desarrollo de padecimientos como el cáncer, malformaciones congénitas, infertilidad, diabetes, deterioro de sistema inmune y reducción de enzimas antioxidantes. (Yang C, et al, 2011)

4. Resultados

Los disruptores endocrinos son compuestos que se encuentran en el ambiente capaces de interferir con procesos fisiológicos como el sistema nervioso central, el endocrino, óseo y el inmunológico tanto en humanos como animales.

4.1 Pesticidas/fungicidas

En la agricultura pueden llegar a las fuentes de agua subterráneas y superficiales, contaminando los recursos hídricos, esto ocurre por arrastre y lixiviación. La capacidad de transporte se ve afectada por las propiedades de sorción del suelo, así como las características fisicoquímicas de los plaguicidas, siendo las sustancias más solubles y persistentes las que representan el mayor riesgo de contaminación. En este caso el ejemplo más común es el clorpirifos.

4.2 Cosméticos

Los parabenos utilizados como conservadores en la industria cosmética son capaces de interferir con diferentes receptores y hormonas. Los bloqueadores solares son considerados peligrosos para la vida marina, especialmente debido al filtro UV benzofenona-3, considerado un disruptor y cuya acumu-

lación en ecosistemas acuáticos puede alterar el medio y ocasionar trastornos tanto hormonales como reproductivos en especies.

4.3 Productos farmacéuticos

Pueden ser perjudiciales para la salud, ya que tiene la posibilidad de actuar como disruptores endocrinos al interferir en la producción y acción de hormonas, lo que puede tener efectos negativos en la reproducción, fertilidad, ciclos y salud neuronal y nerviosa. Estos efectos son causados por la presencia de anillos aromáticos en su estructura. Algunos ejemplos usuales de estos medicamentos son el dietilestilbestrol y el paracetamol.

4.4 Metales pesados

Las altas concentraciones de estos elementos en el agua aumentan los riesgos y preocupaciones para la salud y el medio ambiente. Los niveles de metales pesados en el agua potable tienen valores permisibles según diferentes legislaciones y agencias de protección ambiental. Por ejemplo, para el mercurio, plomo y cromo son de 1.0 µg/L, 10 µg/L y 50 µg/L respectivamente, según la legislación RD 140/03 y la NTC 183, mientras que se establece un valor máximo de 2.0 µg/L, 15 µg/L y 100 µg/L respectivamente según la EPA.

4.5 Plásticos

Los polímeros más amenazadores son el policarbonato, que libera bisfenol-A, y los ftalatos, que se encuentran en los productos que contienen PVC. Estos compuestos pueden imitar hormonas, son tóxicos y se liberan lentamente de las cadenas poliméricas, lo que causa desequilibrios en el cuerpo humano y de los animales en cascadas de señales y acciones inhibitorias, lo que puede tener consecuencias neurológicas, metabólicas, cardiovasculares y reproductivas.

Conclusión

Los disruptores endocrinos están en contacto con el público volviéndose esto un problema en el cual se deben dedicar más investigaciones, se sospecha que hay más de 800 sustancias químicas que son capaces de actuar como disruptores endocrinos. El principal problema es que en la mayoría de los casos no hay investigaciones que permitan determinar una clara relación causa-efecto. Por lo que se necesita dedicar futuras investigaciones a determinar las sustancias químicas que son usadas en los productos de uso cotidiano para reducir el riesgo de generar efectos negativos en las especies acuáticas y la salud pública general. Sabiendo que estos disruptores sobre los organismos son acumulativos e irreversibles, teniendo efectos a largo plazo de generaciones en generaciones.

Por todo lo antes ya mencionado es necesario concientizar, tratar de reducir o eliminar los efectos negativos de disruptores endocrinos con algunas de las siguientes medidas tanto en acciones cotidianas como en acciones que pueden tomar los expertos del tema.

- Eliminar o reducir en la medida de lo posible la exposición a disruptores endocrinos, es decir, escoger productos donde sus ingredientes sean libres de estos.
- Conocer en que otros productos, además de los ya presentados, los podemos encontrar.
- Reducir el uso estos productos y cuidar el uso del agua, además de la interacción entre los mismos (disruptores-agua)
- Evitar la exposición de niños y mujeres en edad reproductiva, embarazadas y lactantes.
- Establecer nuevos métodos de identificación y muestreo que incluya todas las sustancias capaces de interferir con el sistema hormonal.
- Establecer métodos e impulsar proyectos para la extracción de contaminantes de ecosistemas acuáticos.
- Promover la regulación de producción de productos con potencial acción disruptiva, así como buscar mejores alternativas de las mismas.

Declaración de privacidad

Los datos personales facilitados por los autores a RD-ICUAP se usarán exclusivamente para los fines declarados por la misma, no estando disponibles para ningún otro propósito ni proporcionados a terceros.

Declaración de no Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de interés alguno.

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo y la paciencia de la Dra. Beatriz Espinosa, por la supervisión y asesoramiento con respecto a las dudas surgidas durante la realización de este artículo. Al mismo tiempo agradecer la disposición de los integrantes del equipo para llevar a cabo la realización de esta investigación.

Referencias

- Arias, M., Castro-Feijóo, L., Barreiro, J., & Cabanas, P. (2020). Una revisión sobre los disruptores endocrinos y su posible impacto sobre la salud de los humanos. *Revista Española Endocrinología Pediátrica*, 11(3), 33–53. <https://doi.org/10.3266/RevEspEndocrinolPediatr.pre2020.Nov.619>
- Carlos, M. T. J. (n.d.). Disruptores Endocrinos en el Plástico (Bisfenol A y Ftalatos). http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/scielo.php?pid=S1813-00542013000100005&script=sci_arttext&tlng=es
- Dierksmeier G., Hernández R., Ricardo C., Llanes M.N., Linares A.C. y Cárdenas Z. (2002). Movimiento de algunos plaguicidas en el suelo. *Fitosanidad* 6, 43-49.
- Duffner A., Ingwersen J., Hugenschmidt C. y Streck T. (2012). Pesticide transport pathways from slope litchi orchard to an adjacent tropical stream as identified by hydrograph separation. *J. Environ. Qual.* 41, 1315-1323.
- O. US EPA, “National Primary Drinking Water Regulations.” [Online]. Available: <https://www.epa.gov/ground-water-and-drinking-water/national-primary-drinking-water-regulations#one>. [Accessed: 09- Apr-2019].
- Franceinfo. (2017, 18 julio). Environnement : “L’enjeu pour l’Europe sur les crèmes solaires est exactement le même que sur les perturbateurs. Franceinfo. <https://www.franceinfo.fr/sante/environnement-et-sante/environnement-l-enjeu-pour-l-europe-sur-les-cremes-solaires-est-exactement-le-meme-que-sur-les-perturbateurs-endocriniens.2285718.html>
- Garay, C. (2022, 8 abril). ¿Qué impacto tienen las cremas solares en los ecosistemas? *National Geographic*. <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2022/04/que-impacto-tienen-las-cremas-solares-en-los-ecosistemas>
- Gonsioroski, A., Mourikes, V. E., & Flaws, J. A. (2020). Endocrine Disruptors in Water and Their Effects on the Reproductive System. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(6), 1929. <https://doi.org/10.3390/ijms21061929>
- Hernández-Antonio A. y Hansen A. (2011). Uso de plaguicidas en dos zonas agrícolas de México y evaluación de la contaminación de agua y sedimentos. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 27, 115-127.
- L. F. Londoño Franco, P. T. Londoño Muñoz, and F. G. Muñoz García, “Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal,” *Biotecnología en el Sect. Agropecu. y Agroindustrial*, vol. 14, no. 2, p. 145, 2016.
- J. Contreras Pérez, C. L. Mendoza, and A. Gómez, “Determinación de metales pesados en aguas y sedimentos del río Haina,” *Cienc. Soc.*, vol 29, no. 1, pp. 38–71, 2004.
- Los disruptores endocrinos ¿Qué son y cómo nos afectan? (2020, February 21). *ISGlobal*. Retrieved May 12, 2023, from <https://sglobal.org/healthisglobal/-/cus->

tom-blog-portlet/los-disruptores-endocrinos-que-son-y-como-nos-afectan-#:~:text=Los%20disruptores%20endocrinos%20son%20químicos,afectar%20negativamente%20a%20nuestra%20salud.

Molins-Delgado, D., Máñez, M., Andreu, A., Hiraldo, F., Eljarrat, E., Barceló, D., & Díaz-Cruz, M. S. (2017). A Potential New Threat to Wild Life: Presence of UV Filters in Bird Eggs from a Preserved Area. *Environmental Science & Technology*, 51(19), 10983-10990. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b03300>

Montesdeoca-Esponda, S., Torres-Padrón, M. E., Novák, M., Krchová, L., Sosa-Ferrera, Z., & Santana-Rodríguez, J. J. (2020). Occurrence of benzotriazole UV stabilizers in coastal fishes. *Journal of Environmental Management*, 269, 110805. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110805>

SEMARNAT. (s. f.). Glosario. http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/approot/compendio_2019/RECUADROS_INT_GLOS/D1_GLOS_SAMBIENTAL.htm

Yang, C., Yaniger, S. I., Jordan, V. C., Klein, D. N., & Bittner, G. D. (2011). Most Plastic Products Release Estrogenic Chemicals: A Potential Health Problem That Can Be Solved. *Environmental Health Perspectives*, 119(7), 989–996. <https://doi.org/10.1289/ehp.1003220>

Soler, C. (2016). Determinación de la toxicidad aguda de ingredientes utilizados en los productos de cuidado personal. [Universidad Politécnica de Cataluña]. https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/99113/TFM_TOXICIDADPCPs_ANASOLER.pdf

Jacob SL, Cornell E, Kwa M, Funk WE, Xu S. Cosmetics and Cancer: Adverse Event Reports Submitted to the Food and Drug Administration. *JNCI Cancer Spectr*. 2018 Junio 20;2(2):pky012. doi: 10.1093/jncics/pky012. PMID: 31360845; PMCID: PMC6649728.

Vale, F., Sousa, C. A., Sousa, H., Santos, L., & Simões, M. (2022). Parabens as emerging contaminants: Environmental persistence, current practices and treatment processes. *Journal of Cleaner Production*, 347(131244), 131244. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131244>

Nowak, K., Ratajczak–Wrona, W., Górská, M., & Jabłońska, E. (2018). Parabens and their effects on the endocrine system. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 474, 238–251. doi:10.1016/j.mce.2018.03.014