



Disruptores endocrinos en tampones y sus efectos en la salud

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca
Facultad de Ciencias de la Salud
Programa de Bacteriología y Laboratorio clínico
Trabajo de grado
Bogotá, Septiembre de 2022



Disruptores endocrinos en tampones y sus efectos en la salud

Omar Andres Navarrete Lozada

Marlon Daniel Peña Zarate

Laura Natali Segura Granados

Asesora interna

MSc. Patricia Cifuentes Prieto

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca

Facultad de Ciencias de la Salud

Programa de Bacteriología y Laboratorio clínico

Trabajo de grado

Bogotá, Septiembre de 2022

Tabla de Contenido

	Pág
1. Antecedentes	11
2. Marco referencial	13
3. Diseño metodológico	34
4. Resultados	36
5. Discusión	41
6. Conclusiones	53

Índice de figuras

	Pág
Figura 1. Posición de las principales hormonas en el cuerpo humano	14
Figura 2. Aparato reproductor femenino	16
Figura 3. Funcionamiento hormona de crecimiento	17
Figura 4. Corte transversal longitudinal simplificado de un aparato de la presente invención que muestra un apósito de tampón que se introduce en un molde compresor partido mediante un elemento de transferencia, estando el molde compresor partido en una posición abierta.	21
Figura 5. Función Disruptor endocrino	22
Figura 6. Concentraciones de ftalatos y parabenos en productos de cuidado personal del estado de Nueva York, Estados Unidos	25
Figura 7. Comparación de las estructuras químicas de metilparabeno, bencilparabeno, note-butilparabeno e isobutilparabeno	26
Figura 8. Efectos de diferentes concentraciones de bencilparabeno sobre la proliferación de células de cáncer de mama humano MCF 7 en cultivo monocapa.	27
Figura 9. Efectos del isobutilparabeno sobre la regulación estrogénica de la proliferación de células del cáncer de mama humano MCF 7 (A) y ZR-75-1 (B) en cultivo de monocapa	27
Figura 10. Diferenciación entre una mucosa vaginal sana y una mucosa vaginal con endometriosis	29

Índice de tablas

	Pág
Tabla 1. Componentes de un tampón, función y material	20
Tabla 2. Efectos endocrinos en animales de experimentación asociados a dioxinas	28
Tabla 3. Clasificación documental según disruptor endocrino encontrado	36
Tabla 4. Frecuencia absoluta y relativa de documentos según el disruptor endocrino encontrado	38

Resumen

Los tampones son productos femeninos que desde hace algunos años son usados por la población menstruante y que de acuerdo a algunos estudios se ven relacionados a ciertas patologías debido a su composición.

Los disruptores endocrinos son sustancias capaces de alterar la función hormonal del ser humano, estos se encuentran en objetos de uso cotidiano provocando así el contacto constante con dichas sustancias las cuales a largo plazo pueden desencadenar efectos negativos sobre el organismo. Como consecuencia de lo anterior, diferentes organizaciones han intentado minimizar la presencia de disruptores endocrinos en productos de uso diario ya que gran cantidad de estas sustancias causan problemas de salud como: obesidad, desarrollo tardío, desarrollo prematuro, alteraciones en la fertilidad y cáncer, entre otras afectaciones después de una exposición prolongada.

Comunicar los posibles riesgos que se pueden presentar en la salud humana y determinar los disruptores endocrinos más fuertemente relacionados con los tampones y las enfermedades producidas por estos, todo esto con el fin de ayudar a alertar y mejorar la calidad de vida y posibles evoluciones en contaminantes ambientales, llamar la atención de esta problemática puede ser crucial para que agentes ambientales actúen sobre el hecho para aumentar la calidad de vida de las mujeres.

Para poder recopilar toda esta información de manera completa y acertada se hicieron extensas revisiones bibliográficas donde el objetivo fue siempre encontrar datos que pudieran orientar sobre los efectos de los DE en la salud humana, incluyendo de esta manera también información que ayude al lector a comprender el sistema endocrino, dando como resultado que una exposición prolongada a los DE trae consigo consecuencias a nivel de la función normal del sistema endocrino, donde el eje tiroideo y las hormonas sexuales son las más afectadas ya que sus concentraciones séricas, pueden verse disminuidas.

Palabras clave: Disruptores Endocrinos (DE), Estrógenos, Tampones femeninos, Fertilidad, Hormonas.

Introducción

El disruptor endocrino (DE) o también llamado disruptor hormonal se define como la sustancia química externa al organismo con la capacidad de alterar las funciones endocrinas, dando así origen a un desequilibrio hormonal. Actualmente, los disruptores endocrinos se pueden encontrar en diferentes utensilios de uso o consumo cotidiano o regular, como son alimentos, bebidas, productos de aseo personal, cosméticos, conservantes, entre otros. Dentro de los productos de uso cotidiano femenino se encuentran los de aseo personal como los tampones, que tienen contacto directo con las mucosas y de esta forma sus componentes pueden entrar en contacto con el organismo. Entre los componentes que presentan los tampones se puede encontrar que el aplicador se elabora con "papel o plástico pigmentados para dar el color", mientras que el 'núcleo absorbente' es de algodón y rayón, el material que lo rodea se fabrica con una mezcla de rayón y materiales plásticos como el poliéster y el polipropileno; La cuerda para retirar el tampón se elabora con algodón o fibras sintéticas de poliéster y una trenza de polipropileno. El algodón dentro de su proceso de producción puede entrar en contacto con sustancias como los ftalatos, los cuales se encuentran presentes en los pesticidas.³⁹

Teniendo en cuenta que la población femenina colombiana ha aumentado el uso de estos dispositivos se hizo necesario conocer los componentes con los que se fabrican y establecer su relación con posibles efectos de disrupción endocrina..

Actualmente existe una problemática por la presencia de disruptores endocrinos (DE) en diferentes materiales usados a diario por la población sin conocimiento del impacto que estas sustancias conllevan a la salud de organismos vivos. Muchos de estos compuestos se usan para mejorar su función, características y/o calidad y atraer la atención del consumidor. Estos productos se encuentran en juguetes, alimentos, pesticidas, detergentes y artículos de aseo general, entre muchos otros productos de uso diario.

Mediante diferentes estudios se ha percibido que la exposición prolongada de ciertas sustancias puede generar alteración hormonal, teniendo en cuenta que la zona de uso del tampón, es una zona delicada. Por eso el objetivo de este trabajo es indagar sobre la presencia de estas sustancias, o similares dentro de los tampones con el fin de evitar enfermedades que afecten el desarrollo normal femenino.

Algunas de estas sustancias causan problemas después de una exposición prolongada como obesidad, desarrollo tardío, desarrollo prematuro, alteraciones en la fertilidad y cáncer, entre otras afectaciones. De esta forma se busca concientizar a la población femenina sobre el uso de este implemento de higiene personal.

Objetivos

General

- Identificar los posibles disruptores endocrinos presentes en tampones comerciales que pueden provocar efectos negativos en la salud de la población femenina.

Específicos

- Establecer los componentes que conforman los tampones comerciales e identificar cuáles de ellos tienen efecto sobre el equilibrio hormonal
- Analizar los efectos que se pueden producir en la población femenina por el uso de los tampones comerciales.

1. Antecedentes

La humanidad está constantemente expuesta a sustancias químicas de origen natural o sintético, las cuales son capaces de interferir y alterar el correcto funcionamiento del organismo. Algunas de ellas alteran el sistema endocrino en general o ciertos órganos, lo que depende de la dosis a la que se esté expuesto, la composición de la sustancia, el tiempo de exposición y la vía de ingreso al organismo.

A estas sustancias se les conoce como “Disruptores endocrinos” (DE), que pueden estar presentes en una gran variedad de productos que están en contacto de manera constante con las personas. Estos productos pueden ser ingeridos en alimentos o en el agua, o ingresan al organismo de otra manera como absorción a través de la piel en el caso de los cosméticos o contacto directo con las mucosas como es el caso de los tampones higiénicos.

Archer et al⁴¹ en el año 2005 presentó un estudio en el cual buscaba la presencia de dioxinas y furano en tampones, donde se utilizaron siete marcas distintas, las cuales variaron en el porcentaje de rayón-algodón a 100% algodón y así mismo en su capacidad de absorbancia. Las muestras se analizaron por medio de cromatografía de gases/espectrofotometría de masas de alta resolución. Se completó un estudio de límite de detección del método inicial, con el fin de dar límites de referencia antes de cualquier análisis de alguna muestra, demostrando que la mayoría de dioxinas y furanos encontrados en los tampones analizados se encontraban por debajo del límite de detección. Sin embargo, se presenta una proyección donde el uso de 24 tampones en un mes puede estar involucrado en riesgo de padecer endometriosis debido a una exposición máxima de dioxinas basadas en la absorción total.

Es importante considerar posibles efectos adversos por el uso prolongado y continuo de tampones como lo reporta Ashelby et al⁴² en el 2006 en donde explica como se presentan ulceraciones vaginales crónicas que llegan a dejar heridas abiertas en el área vaginal, donde el tejido tiene propiedades de absorción eficientemente de diferentes sustancias como DE y/o sustancias tóxicas que pueden afectar negativamente la salud femenina.

En el estudio realizado en el 2019 por Singth et al²⁶ se llegó a observar un aumento de los niveles de mercurio y unos niveles más bajos de cadmio y plomo en la sangre de las mujeres que usaban tampones; muchas mujeres podrían estar expuestas a productos químicos

presentes en los tampones, ya que entre el 50% y el 86% de las mujeres en los Estados Unidos informan el uso de estos dispositivos.

En el estudio realizado por Gao et al¹⁵ en el 2019, se presenta la relación de los productos de higiene femenina y las afectaciones en la pubertad precoz y reproducción presentes en las mujeres de China. Teniendo en cuenta el uso de ésteres de ftalatos que son usados para aumentar la flexibilidad y expansión, además de la función de los tampones, que aumentan su volumen sin perder la forma inicial al momento de “atrapar” líquidos en su interior, no es de extrañar encontrar sustancias de este tipo a pesar de existir normatividades en China que especifican que estos productos no deben tener más del 0.1% de ftalatos.

Según el estudio se determinaron 8 ftalatos en 120 productos de higiene femenina (toallas sanitarias y tampones higiénicos). Se encontraron ftalatos en el 86% y el 98% de los productos para el cuidado femenino y toallas sanitarias, respectivamente”. De acuerdo a ello este tipo de productos pueden dar origen a alteraciones en el desarrollo tanto de la mujer como de los neonatos teniendo en cuenta que algunos productos pueden ser usados durante el periodo de embarazo, afectando así el desarrollo embrionario dando origen a malformaciones y retrasos.

Según Gao et al¹⁷ en el año 2020, “se determinaron 24 DE, que comprenden nueve ésteres de ftalato, seis parabenos, ocho bisfenoles y Triclorarbal , en siete categorías de productos de higiene femenina recolectados en el área de Albany del estado de Nueva York en los Estado Unidos”.

Los diferentes productos de higiene evaluados presentan distintas concentraciones de DE, teniendo 41 productos con tensoactivos (jabones, shampoo etc), 109 productos de cuidado general (desodorantes, cremas para la piel y cuidado del cabello entre otros) y 20 productos para el cuidado de los bebés entre los cuales se destacan el talco y las cremas para evitar quemaduras por el uso de pañales. Hay que tener en cuenta que este estudio se limita geográficamente, sin embargo, se demuestra la presencia de DE en un área urbana de los Estados Unidos, aumentando dudas creadas sobre productos en otras zonas del continente. Es importante mencionar que la mayoría de personas desconocen la presencia de éstos en dichos productos, aunque “se ha informado que la piel humana presenta una alta variabilidad en las tasas de absorción de ftalatos, parabenos, bisfenoles y TCC” No se está exento de los riesgos que conlleva usar productos que contengan estas sustancias

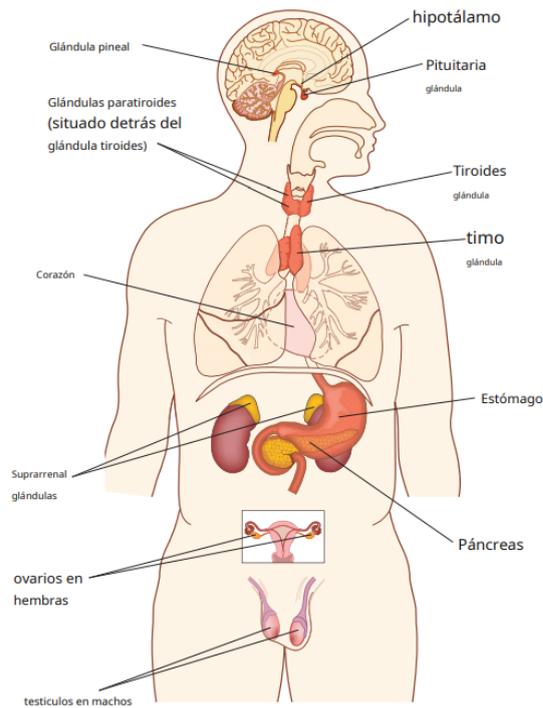
2. Marco Referencial

2.1 Sistema endocrino

Para comprender la relevancia que tienen los disruptores endocrinos para la salud, es importante conocer el sistema endocrino, el cual tiene como función principal la comunicación entre células y/o órganos distantes por medio de señalizaciones que están mediadas por las hormonas.

Las hormonas son consideradas “mensajeros” naturales ya que viajan a través del torrente sanguíneo en busca de tejidos y/o órganos en los cuales van a llevar a cabo una función para que todo en el cuerpo funcione de manera normal o tenga algún tipo de equilibrio. Algunas situaciones en las cuales están presentes las hormonas son el crecimiento, desarrollo, reproducción, sexualidad del cuerpo e incluso afectan de forma directa en el estado de ánimo como lo hace la serotonina, hormona conocida como la hormona de la felicidad. Existen diferentes lugares en donde se producen las hormonas como glándula pineal, glándula pituitaria, tiroides, timo, glándulas suprarrenales, páncreas, ovarios y testículos, estos últimos siendo órganos secretores de hormonas. Es importante considerar que el sistema endocrino se puede dividir en tres dependiendo del lugar en donde actúa la hormona, se conocen como hormonas autocrinas cuando la acción se da en la misma célula, las hormonas paracrinas son hormonas que actúan cerca al lugar en el cual fueron producidas y las hormonas endocrinas que son las que actúan a lejanía, un ejemplo de este último son las hormonas producidas en la hipófisis y que actúan a nivel de las gónadas.

Figura 1. Posición de las principales hormonas en el cuerpo humano.



Fuente: Johnstone Carolyn, Hendry Charles, Farley Alistair, McLafferty Ella, Endocrine System: Part 1. 2014

Sin importar lo anterior se debe tener en cuenta que el sistema endocrino es un solo conjunto de partes que tienen como función realizar y detener cambios fisiológicos gracias a neurotransmisores liberados por el sistema nervioso para que dichas señales sean atendidas por el sistema endocrino. Dentro de algunas de sus funciones se encuentra la homeostasis que funciona como equilibrante químico del metabolismo y electrolitos, la respuesta a agentes externos como lo son el estrés, otras de las funciones son el desarrollo corporal y la reproducción.

2.1.2 Cómo funciona

Como ya se mencionó anteriormente, las hormonas se pueden dividir en 3, las cuales son las hormonas autocrinas, las hormonas paracrinas y las hormonas endocrinas pero también se puede dividir su función dependiendo de la composición, interacción y función. En cuanto a la composición los polipéptidos que son hormonas compuestas de 2 aminoácidos (a.a) hasta 50 a.a como es el caso de la hormona antidiurética, en este grupo también se encuentran las proteínas cuya composición va desde 100 a.a hasta 300 a.a en donde se encuentra la hormona

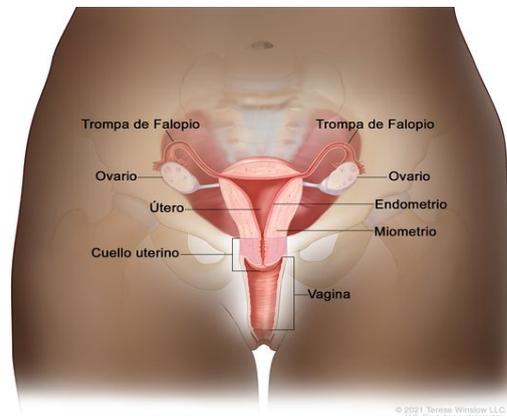
de crecimiento. Los esteroides son otro tipo de hormonas que se derivan del colesterol y en donde se encuentran las hormonas generadas en ovarios y testículos. Por último, se tienen las aminas como las hormonas tiroideas y la adrenalina. En cuanto a la interacción se tiene la forma en la cual actúan en el organismo: Sinérgica, permisiva y antagónica. Se habla de hormona sinérgica cuando se encuentran dos hormonas interactuando para una misma tarea como lo hacen la GH y la TSH. Las hormonas permisivas que potencian su acción gracias a otra hormona como lo hacen el estradiol y la progesterona. Por último se tiene la interacción antagónica que como su nombre lo indica son hormonas que se contrarrestan entre sí como lo hace la prolactina y el estrógeno. La función de las hormonas depende del lugar en el que actúan por ejemplo las hormonas trópicas están dirigidas para estimular el desarrollo y secreción de otras glándulas endocrinas, las sexuales están ligadas al desarrollo sexual del individuo y al punto de la madurez y las anabólicas son las responsables de estimular el metabolismo de las células diana.

2.1.3. Vagina y Absorción.

La vagina se denomina como un conducto interno ubicado en la parte abdominal que da inicio al sistema reproductor femenino y termina en donde comienza la zona del cuello uterino. La vagina está compuesta por tejidos mucosos similares a los que se encuentran en lugares como la boca, la nariz y el tracto digestivo. La cavidad vaginal consta de 3 capas, la capa epitelial, la capa muscular y la capa adventicia que tienen como finalidad dar rugosidad y elasticidad, dentro de la vagina también se encuentran una gran red de vasos sanguíneos que suministran sangre a esta zona, esta red van desde la arteria iliaca interna, hasta la uretral y rectal. Debido a esta razón la vagina se ha usado como punto para suministrar fármacos al cuerpo ya que evita el proceso metabólico del fármaco y permite la circulación periférica gracias a esta red o plexo venoso. La absorción de moléculas mediante la cavidad vaginal va ligada a factores fisiológicos como el pH, el grosor del epitelio vaginal, la cantidad de fluido vaginal presente, la actividad sexual y el ciclo menstrual, estos dos últimos ligados al pH principalmente ya que estos causan el aumento del pH vaginal. Aun así está demostrado que la mayor barrera que evita o ayuda a la absorción de moléculas por medio del epitelio vaginal va arraigado al grosor de este mismo, pues, por ejemplo, se tiene limitaciones en la absorción vaginal de esteroides dependiendo del grosor del epitelio en donde incluso el grosor de este mismo se ve reducido frente a terapias estrogénicas de largo plazo dando así ayuda de manera positiva a otras terapias farmacológicas que tengan como vía de administración la cavidad

vaginal. Se debe tener en cuenta que el ciclo menstrual femenino únicamente afecta la cantidad del líquido presente y el aumento del pH que aumentan la limpieza de esta zona.

Figura 2. Aparato reproductor femenino



Fuente: Instituto nacional del cáncer, página Web

2.2 Hormonas

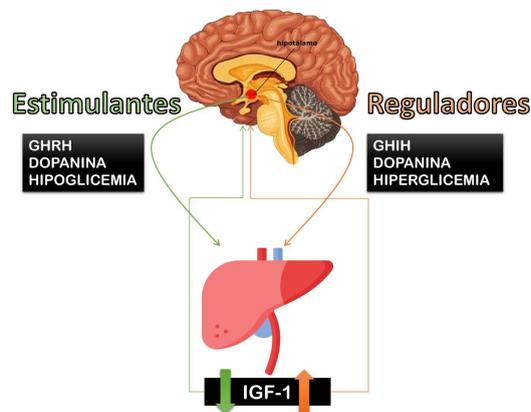
Las hormonas que son consideradas “mensajeros” naturales de cualquier ser vivo, ya que viajan a través del torrente sanguíneo en busca de tejidos y/o órganos en los cuales van a llevar a cabo una función para que todo en el cuerpo funcione de manera normal o tenga algún tipo de equilibrio, algunas situaciones en las cuales se ven presentes la hormonas son el crecimiento, desarrollo, reproducción, sexualidad del cuerpo e incluso afectan de forma directa el estado de ánimo como lo hace la serotonina, hormona conocida como la hormona de la felicidad. Existen diferentes lugares en donde se producen las hormonas como glándula pineal, glándula pituitaria, tiroides, timo, glándulas suprarrenales, páncreas, ovarios y testículos. Ahora, el sistema endocrino se puede dividir en tres dependiendo del lugar en donde actúa la hormona, hablamos de hormonas autocrinas cuando la acción se da en la misma célula, las hormonas paracrinas son hormonas que actúan cerca al lugar en el cual fueron producidas y las hormonas endocrinas que son las que actúan a lejanía, un ejemplo de este último son las hormonas producidas en la hipófisis y que actúan a nivel de las gónadas.

2.2.1 Hormona del crecimiento

También conocida como somatotropina (GH) tiene como síntesis en la hipófisis, tiene una

liberación que va de las 3 a las 4 horas, es decir, tiene una liberación en el cuerpo que va de forma cíclica que va en función al ritmo circadiano. Sus funciones se dan de dos formas, en la forma directa se regulan las acciones llevadas a cabo por la insulina, afectando de forma directa en la lipólisis, afectando los lípidos debido a la lipólisis y en las proteínas debido a la patogénesis que produce la liberación de la somatotropina. En la indirecta es necesario el apoyo de otras hormonas que se producen en órganos lejanos a los órganos que secretan la GH, pues, necesita ir al hígado en donde llevará a cabo una síntesis para convertirse en factor de crecimiento similar a la insulina (IGF) que también son conocidas como somatomedina. En el hipotálamo se da la regulación y la estimulación de la GH.

Figura 3. Funcionamiento hormona de crecimiento



Fuente: Autor

2.2.2. Hormonas sexuales

Son las encargadas de otorgar los rasgos secundarios a un organismo que ya viene con características sexuales definidas desde su nacimiento, estas características secundarias hacen referencia a los rasgos que se producen durante la pubertad en el ser humano, se tiene como ejemplo el aumento de las glándulas mamarias, la menstruación y la expresión de las caderas que es más prominente en las mujeres, en cuanto a los hombres se encuentra la eyaculación, el aumento del vello corporal que se evidencia en mucho más en el sexo masculino y el engrosamiento de las cuerdas vocales que dan lugar a una voz más profunda. La formación de estas hormonas viene dada desde el hipotálamo en donde se da la producción de GnRH que dará producción a la hormona folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH), estas dos hormonas se dirigirán a las gónadas que en las mujeres se encuentra en los ovarios y los

testículos en los hombres, esto se da para la producción de estrógenos que son la principal hormona femenina encargada de dar los rasgos secundarios a las mujeres, pero también de la ovulación, fecundación y ciclo menstrual, testosterona que es el equivalente de los estrógenos pero en hombres y progesterona.

2.3 Ciclo menstrual femenino

Es el proceso en donde se prepara el útero para un posible embarazo todos los meses. En condiciones normales dura entre 25 a 35 días, y se da a lo largo de la vida de las mujeres aproximadamente hasta los 35 a 40 años de edad en promedio; La primera menstruación también conocida como menarquia en donde se produce el primer sangrado vaginal de origen menstrual indica presuntamente que su cuerpo ya es fértil y está capacitado para que los óvulos sean fecundados y así dar origen a un cigoto que se convertirá en feto.

Desde la menarquia hasta la menopausia se presentan diversos síntomas físicos y emocionales, ya que se presentan cambios cíclicos en la producción hormonal ovárica la cual está regulada por el hipotálamo y la glándula hipófisi; entre las hormonas que participan en la regulación y retroalimentación del ciclo menstrual se encuentran los esteroides sexuales como el estrógeno y la progesterona, gonadotropinas hipofisarias, la hormona luteinizante (LH), la hormona estimulante del folículo (FSH) y la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH).

2.3.1 Ciclo ovárico

El ciclo ovárico está relacionado con la liberación del ovocito maduro de los ovarios, que consta de:

a) Fase folicular: dura de 10 a 14 días y es inducida por la FSH que además se encargará de activar la producción de estrógenos que ayudarán a la maduración de los óvulos que se encuentran en su interior, los cuales liberarán el ovocito en la ovulación.

b) La ovulación: En esta fase el óvulo completa su maduración, entonces el folículo se rompe liberándolo y éste es enviado desde el ovario hasta el útero, a través de las trompas de falopio, en esta etapa los niveles hormonales aumentan, ya que se segregan más estrógenos a

nivel hipofisiario y por consiguiente los niveles de secreción de LH de igual forma aumenta, luego estas caen y comenzará el aumento de las concentraciones de progesterona.

c) Fase lútea: Aquí el cuerpo lúteo se forma del tejido remanente del folículo. Empieza a secretar progesterona, así el endometrio comenzará su fase secretora, la cual preparará al útero para la implantación en caso de que ocurra una fecundación, en este caso el cuerpo lúteo se mantendrá y seguirá secretando progesterona, en caso de que la fecundación del óvulo no se haya producido, dicho óvulo acaba expulsándose en la próxima menstruación al desprenderse el endometrio del útero y disminuyen las concentraciones hormonales.

2.3.2 Ciclo endometrial

Ocurre paralelamente con el ciclo menstrual y comprende tres etapas:

a) Fase proliferativa: Después de la menstruación el endometrio se encuentra totalmente descamado y listo para aumentar su tamaño, por esta razón aumentan las concentraciones de estrógenos que ayudan a la proliferación de las células epiteliales del endometrio las cuales aumentan su espesor.

-Fase secretoria: En esta fase se elevan las concentraciones de progesterona y estrógenos por parte del cuerpo lúteo, con el fin de brindar los nutrientes necesarios al endometrio para la posible implantación, y un desarrollo apropiado para el embrión.

-Fase menstrual: Aquí el endometrio disminuye su espesor debido a la disminución de las concentraciones de estrógeno y progesterona, por esta razón el endometrio comienza a “despegarse” poco a poco de la pared uterina, dando origen al sangrado que se conoce como menstruación.

2.4 Tampones femeninos

Son conocidos como artículos de higiene femenina capaces de absorber fluidos expulsados por la vagina, básicamente están diseñados para ser usados durante el periodo menstrual de la mujer. La diferencia crucial entre éstos y las toallas higiénicas es que el tampón se utiliza de

forma interna, es decir, el lugar correcto en donde va ubicado es dentro de la vagina, por eso mismo cuenta con esta forma cilíndrica. Los materiales más comunes en el tampón son el algodón y el rayón (tabla 1). Actualmente hay controversia respecto al uso de este tipo de objetos debido a infecciones que se pueden adquirir en el área íntima de la mujer que se pueden relacionar a la presencia de hongos o bacterias, pero también se dan alteraciones gracias a los componentes y los disruptores endocrinos que se pueden presentar en estos debido al contacto directo y la exposición prolongada a dichos materiales.

Tabla 1. Componentes de un tampón, función y material.

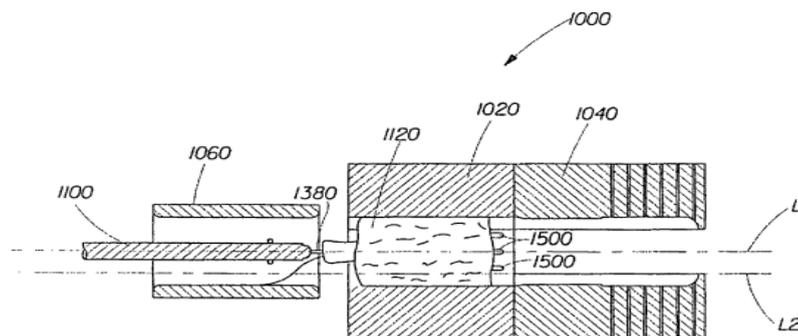
Componentes del tampón	Función del componente	Material
Aplicador	Ayuda a insertar cómodamente el tampón	Cartón hecho de papel o plástico con pigmentos de color
Núcleo absorbente	Proporciona protección al absorber y almacenar el flujo menstrual	Algodón y/o rayón
Tejido que envuelve el núcleo absorbente	Facilita una suave extracción; ayuda a formar la falda adsorbente en algunos productos	Rayón y poliéster o polietileno y polipropileno
Cordón	Se utiliza para la extracción del tampón, tiene forma de trenza en algunos casos	Algodón y/o poliéster; trenza de polipropileno
Hilo	Se utiliza para unir el cordón con el núcleo absorbente	Algodón recubierto de poliéster
Fragancia: Solo en las versiones etiquetadas como perfumado	Proporciona un aroma fresco	Ingredientes de la fragancia similares a los que se encuentran en los productos femeninos

Fuente: Tampax Web oficial.

Stan et al³ en el 2009 presenta que para la fabricación del tampón se describe un método por el cual se produce un tampón a partir de un cúmulo de algodón; Donde es necesario un molde compresor, en el cual se desplaza el apósito del tampón en una posición abierta dentro de este, para así aplicar fuerza con el fin de deformarlo y convertirlo en una forma plegada,

como último paso, se comprime nuevamente pero en una posición cerrada, para dar lugar a lo que se conoce como tampón femenino.

Figura 4. Corte transversal longitudinal simplificado de un aparato de la presente invención que muestra un apósito de tampón que se introduce en un molde compresor partido mediante un elemento de transferencia, estando el molde compresor partido en una posición abierta.



Fuente: Proceso para producir tampones plegados y comprimidos

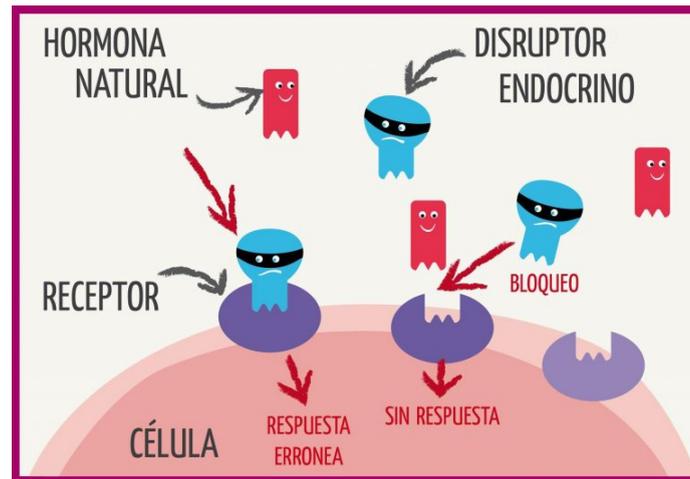
2.5.1 Disruptores endocrinos

En cuanto a los disruptores endocrinos se puede decir que son sustancias químicas que tienen la capacidad de modificar o alterar funciones hormonales que deberían ser normales afectando de forma negativa la salud del individuo afectado siempre y cuando se tenga una exposición prolongada. Estas sustancias se encuentran presentes en abundantes productos vendidos a la población, ya sea alimentos, productos de higiene, juguetes, perfumes, incluso en productos electrónicos. Existen millones de sustancias con la capacidad de alterar la función endocrina, algunos de los disruptores endocrinos más conocidos son ftalatos, parabenos, dioxinas, furanos, PCB, bisfenoles, entre muchos otros.

La lista de disruptores endocrinos es muy larga ya que se han identificado más de mil químicos con capacidad disruptora como por ejemplo los pesticidas, ftalatos, parabenos, bisfenoles, triclosán y benzofenonas. Estos compuestos se encuentran en muchos productos de uso cotidiano como por ejemplo los ftalatos en juguetes, perfumes o productos cosméticos; parabenos en cosméticos o aditivos alimentarios; bisfenoles en botellas y tappers de plástico,

latas o tickets de compra. Debido a su gran presencia en el uso cotidiano, la exposición a disruptores endocrinos es extendida y continua. Estudios en grandes poblaciones han llegado a detectar algunos de estos químicos en muestras biológicas de más del 95% de los participantes.

Figura 5. Función disruptor endocrino



Fuente: Ecologistas en acción, Documento, exposiciones, Hormonales. 2017

2.5.2 Exposición a los disruptores endocrinos.

Sin darse cuenta de ello, estos químicos están presentes en el día a día, los humanos se encuentran expuestos de forma continua, aunque en dosis bajas. Pueden entrar al cuerpo a través del contacto directo con la piel, a través de la dieta, o la respiración.

Tienen la capacidad de cruzar la placenta y consecuentemente llegar al feto. También, se encuentran en la leche materna.

Los disruptores endocrinos persistentes como ciertos pesticidas, pueden permanecer en el cuerpo hasta diez años; Los no persistentes como los parabenos o bisfenoles permanecen de entre pocas horas hasta días dentro del cuerpo.

2.5.3 Efectos en la salud

Los disruptores endocrinos son capaces de interferir en el correcto funcionamiento no solo del sistema endocrino sino de otros sistemas y funciones corporales esenciales.

Por lo tanto, dependiendo de su estructura, podrían tener efectos adversos, por ejemplo, en la salud respiratoria, cardiovascular, metabólica, cognitiva, reproductiva o incluso en el desarrollo, desde la etapa prenatal hasta la edad adulta.

Todavía se desconoce la totalidad de los efectos sobre la salud de la mayor parte de estos compuestos.

Varios estudios en animales y en humanos los han asociado al aumento de ciertos tipos de cáncer, obesidad, infertilidad, diabetes, asma y problemas de neurodesarrollo.

Por ejemplo se ha asociado a un mayor riesgo de sufrir obesidad, diabetes, trastornos de hiperactividad y cánceres de mama y próstata. Algunos de estos estudios detectan estos efectos en dosis bajas, por debajo del umbral establecido actualmente como seguro.

Una característica destacable de los disruptores endocrinos es su capacidad de no seguir los patrones habituales de dosis-respuesta. Es decir, no siempre dosis más altas pueden significar mayores efectos. Esta característica se denomina patrón dosis-respuesta "no monotónico".

Algunos estudios han detectado efectos más potentes en dosis bajas que, cuando aumentan, desaparecen. Además, en el día a día se está expuesto no solo a un solo disruptor endocrino sino a un gran número de contaminantes. Aún no hay conocimiento suficiente de cómo estas múltiples exposiciones interaccionan dentro del cuerpo y pueden conjuntamente afectar la salud.

2.6 Disruptores endocrinos en productos de cuidado personal

Los productos de cuidado personal cuentan con diferentes características dependiendo del uso que vaya a emplear el fabricante al público, estas características se le pueden dar a un componente del producto final o a todo el producto. Dentro de las características se encuentran cosas como blanqueamiento de productos (algodón), fragancias, elasticidad, capacidad antimicrobiana, etc. Muchas de estas características vienen dadas por sustancias químicas necesarias para que el producto tenga la finalidad deseada por el consumidor.

a)Ftalatos

Los ftalatos son un compuesto químico empleado en diversos campos de la producción de productos debido a que ayuda a dar una duración y resistencia a los objetos, generalmente es empleado para plastificar o suavizar productos.

- **Exposición**

Considerando la alta eficiencia de la vagina en cuanto a absorción y permeabilidad de la piel de la vulva y mucosa vaginal, los contaminantes presentes en los productos de higiene femenina pueden absorberse fácilmente en el sistema circulatorio.

Los ftalatos se usan ampliamente como humectantes, emolientes o potenciadores de la penetración en la piel en productos como perfumes, desodorantes, cosméticos, esmaltes de uñas y productos para el cuidado de la piel y el cabello, y se incorporan a los productos para el cuidado femenino durante la producción.

- **Relación con afecciones**

Existen datos que sí relacionan a los ftalatos con la actividad hormonal estrogénica, androgénica, anti-estrogénica o antiandrogénica, que interfieren en el balance hormonal predisponiendo los altos índices de criptorquidias, cáncer testicular y disminución del número de espermatozoides eyaculados.

Como consecuencia de que una madre se exponga a altas concentraciones de ftalatos, puede presentarse en el bebé criptorquidia, condición en la que el testículo queda detenido en algún punto de su trayecto antes de alcanzar su ubicación definitiva en la bolsa escrotal y conlleva alteraciones secundarias del tejido testicular, de la serie germinal, que puede desaparecer por completo y, en los casos más graves, ocasionar infertilidad irrecuperable.

b) Parabenos

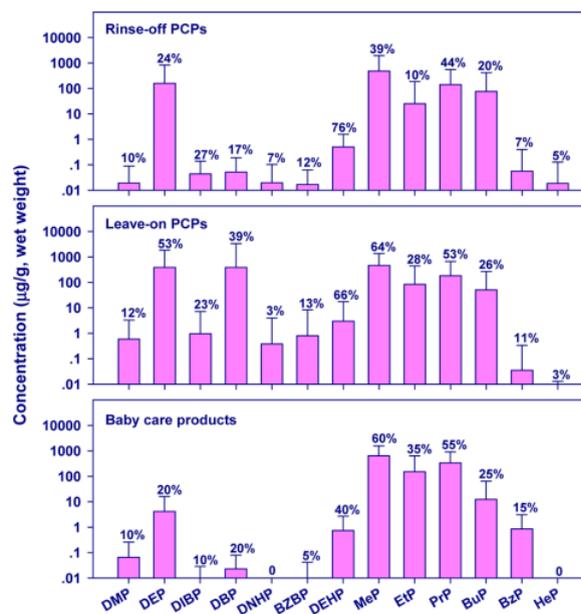
Son sustancias químicas que actúan como conservantes capaces de penetrar profundamente en la piel, dentro del cuerpo actúan mimetizando los estrógenos interfiriendo en el funcionamiento natural de las hormonas. Aunque algunos de los parabenos están prohibidos

en la actualidad, otros aún pueden usarse en la industria cosmética, pero, con toda seguridad, continuará restringiéndose la lista de parabenos permitidos.

- **Exposición**

En una gran cantidad de productos usados por la población se pueden encontrar diferentes tipos de parabenos, comúnmente se logran encontrar los parabenos de tipo conservativo, pues, estas sustancias cuentan con capacidad antimicrobiana y fúngica que no es únicamente aplicable para los alimentos, sino, también para productos de cuidado personal (PCP).

Figura 6. Concentraciones de ftalatos y parabenos en productos de cuidado personal del estado de Nueva York, Estados Unidos



Fuente: Guo Ying, Kanan Kurunthachalam, A survey of phthalates and parabens in personal care products from the United States and its implications for human exposure, 2013

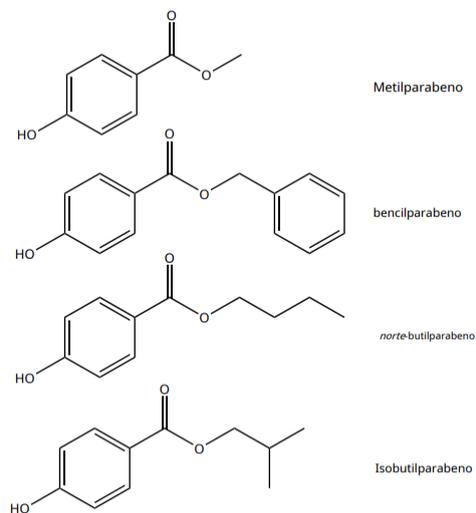
Estos estudios únicamente muestran concentraciones encontradas en productos de uso mayoritariamente tópico y externo, además de no aclarar las cantidades que realmente se necesitan para tener una toxicidad y/o alteración metabólica debido a la presencia de parabenos en PCP, por eso se buscó la relación entre parabenos y alteraciones de cualquier tipo, encontrando así que Dado que las alteraciones en los niveles normales de estrógeno se

relacionan directamente con el cáncer de mama y además los parabenos muestran una actividad estrogénica débil, se ha sugerido que los parabenos, y en especial los que se encuentran en los productos que se aplican en las axilas, pueden ser un factor de riesgo para la aparición de cáncer de mama.²³

- **Toxicidad**

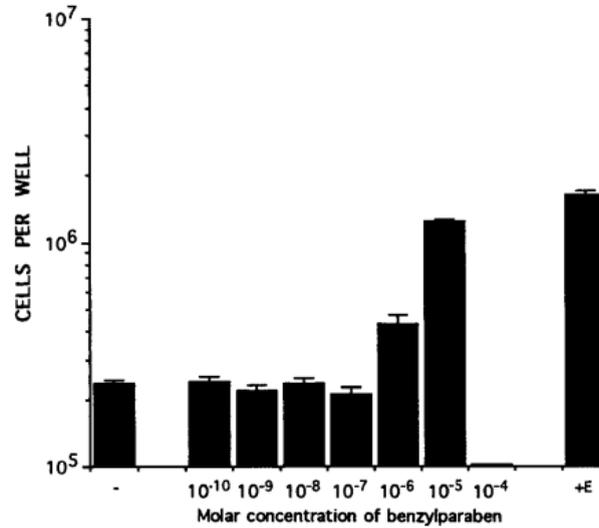
Ahora que se sabe claramente que existen sustancias contaminantes para el organismo en diversos PCP sin importar cual sea su uso (cremas, lociones, toallitas para bebe, etc), se debe empezar a hablar directamente de los tampones y su relación con la modificación hormonal.

Figura 7. Comparación de las estructuras químicas de metilparabeno, bencilparabeno, note-butilparabeno e isobutilparabeno.



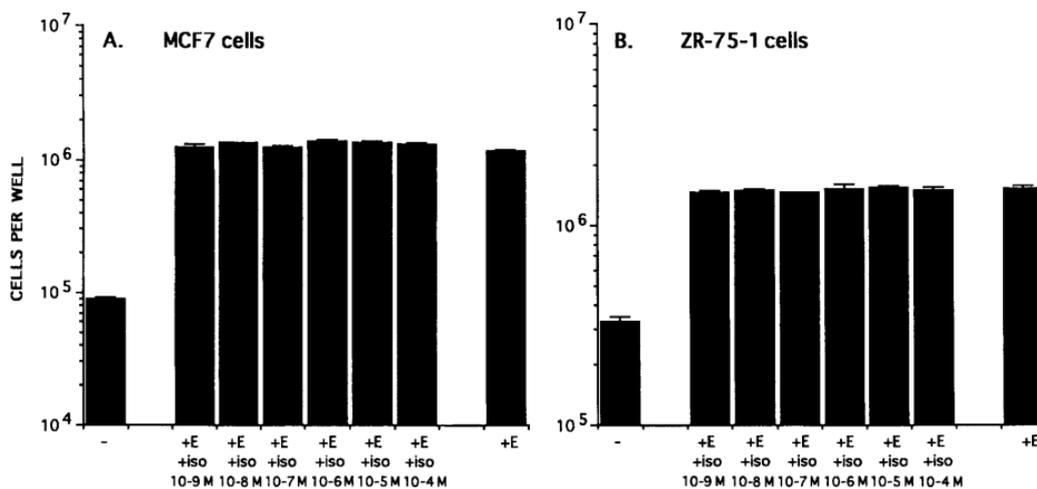
Fuente: Darbre P D, Byford J R, Shaw L E, Coldham N G, Pope G S, Sauer M J, Oestrogenic activity of benzylparaben, 2003.

Figura 8. Efectos de diferentes concentraciones de benzilparabeno sobre la proliferación de células de cáncer de mama humano MCF 7 en cultivo monocapa.



Fuente: Darbre P D, Byford J R, Shaw L E, Coldham N G, Pope G S, Sauer M J, Oestrogenic activity of benzylparaben, 2003.

Figura 9. Efectos del isobutilparabeno sobre la regulación estrogénica de la proliferación de células del cáncer de mama humano MCF 7 (A) y ZR-75-1 (B) en cultivo de monocapa.



Fuente: Darbre P D, Byford J R, Shaw L E, Coldham N G, Pope G S, Sauer M J, Oestrogenic activity of benzylparaben, 2003.

c)Dioxinas

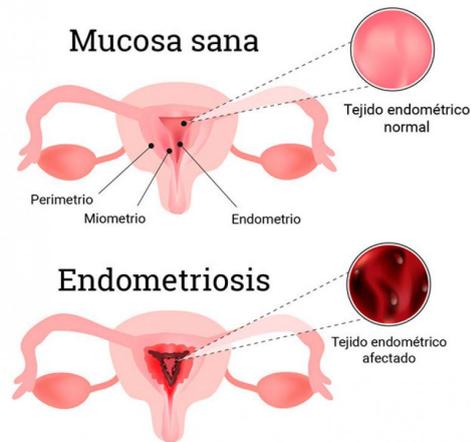
Las dioxinas son un grupo de compuestos que generalmente son resultado de procesos de fabricaciones tales como la fundición o el blanqueado de productos, esta misma sustancia persiste como parte de un subproducto del producto fabricado, se encuentra relacionado y diversas patologías y hace parte de un grupo llamado “docena sucia” por parte de la OMS. Una de las patologías más comunes en cuanto al uso de productos íntimos femeninos es en relación a la endometriosis.

Tabla 2. Efectos endocrinos en animales de experimentación asociados a dioxinas

Disminución de las concentraciones de melatonina circulante debido a la mejora del metabolismo
Disminución de las concentraciones de tiroxina
Disminución de las concentraciones de tiroxina total (puede estar asociada con un aumento en las concentraciones de hormona estimulante de la tiroides)
Hiperplasia de las células foliculares de la tiroides
Disminución de la insulina y la glucosa en sangre
Reducción de las actividades de transporte de glucosa en el tejido adiposo y el páncreas Aumento de las concentraciones séricas de gastrina
Alteración (pituitaria) de los mecanismos normales de retroalimentación entre la testosterona plasmática, la dihidrotestosterona, el estradiol y la secreción de LH
Aumentos en la hormona adrenocorticotrófica que resultan en concentraciones alteradas de glucocorticoides circulantes
Disminución en el número de receptores de glucocorticoides en el hígado de ratas y ratones, en la placenta de ratones y en el músculo de ratas
Regulación al alza del número de receptores de glucocorticoides en el paladar en desarrollo
Disminución del número de receptores de estrógeno en el tejido uterino y hepático, así como en ciertas líneas celulares de cáncer de mama (efectos que dependen de la edad del animal)
Alteración del metabolismo de estrógenos y andrógenos Inhibición de la expresión de factores de crecimiento y de vitamina A

Fuente: Kogevinas M, Human health effects of dioxinas: Cancer, reproductive and endocrine system effects. 2001

Figura 10. Diferenciación entre una mucosa vaginal sana y una mucosa vaginal con endometriosis



Fuente: Alves Chacon Silvia, Endometriosis, Revista de salud y bienestar 2022

2.6.2 Disruptores con menor relevancia

a) Bisfenoles

Puede aparecer en los cosméticos, puesto que es un componente presente en algunos envases plásticos de policarbonato o cualquiera identificado con el símbolo de reciclaje 7. Estas sustancias químicas suelen migrar hacia el producto con el que están en contacto. Incluso, algunos envases de aluminio llevan también un recubrimiento de Bisfenol A para evitar la migración de partículas del aluminio hacia el producto.

b) Formaldehído

Si bien el uso de formaldehído está prohibido en la industria cosmética, hay varios ingredientes, como algunos conservantes o quelantes, que son liberadores de formaldehído. Por eso se considera una sustancia química oculta: no se encuentra en el código INCI (Nomenclatura Internacional de Ingredientes Cosméticos), pero se genera o se libera una vez que se utiliza el producto. Estas sustancias aparecen a menudo en muchos productos.

Para el cuidado personal, especialmente en champús, suavizantes para el cabello y jabones líquidos, como también en las bases de maquillaje. Este químico se puede absorber a través

de la piel y puede causar reacciones alérgicas extremas e incluso se ha relacionado con el cáncer en estudios recientes. En la etiqueta aparecen con nombres como: 1,3-Dimetilol-5,5-Dimetilhidantoina (o DMDM Hidantoína), Imidazolidinil Urea, Bencilo Hemiformal. 2-Bromo-2-Nitropropano-1,3-Diol, 5-Bromo-5-Nitro-1,3-Dioxano Diazolidinil urea. Hidroximetilglicinato de Sodio, Cuaternios en general y BTA o BTH.

c)Benzofenonas, canfenos y cinamatos

Son filtros UV muy comunes en cosmética y también en envases de plástico. Se utilizan por su capacidad de proteger de la luz solar sin dejar la piel blanquecina. Por eso, a la hora de elegir un producto de protección solar infantil, hay que intentar evitar lo máximo posible los filtros químicos, y elegir aquellos con filtros 100% de origen mineral.

Marco legal

Actualmente no existe un consenso a nivel mundial sobre la regulación de los disruptores endocrinos. Dadas sus propiedades particulares de toxicidad y la diversidad de éstas entre los diferentes químicos, es muy difícil el establecimiento de un umbral seguro de exposición.

En Europa, la regulación de estos compuestos ha estado en el punto de mira durante los últimos años. La Comisión Europea les ha reconocido como sustancias potencialmente peligrosas para la salud y ha pedido elaborar un estudio exhaustivo para mejorar las regulaciones en los próximos años y minimizar la exposición humana y ambiental a los disruptores endocrinos.

En Colombia según el decreto 1545 de 1998 se encuentra la reglamentación respecto a “Productos de aseo, higiene y limpieza de uso doméstico” decreto mediante el cual “se reglamentan parcialmente los Regímenes Sanitarios, del Control de Calidad y de Vigilancia de los Productos de aseo, higiene y limpieza de uso doméstico y se dictan otras disposiciones”; decreto el cual es el más reciente con mención directa a tampones higiénicos.

En dicho decreto se especifican disposiciones generales como las características que debe tener su empaquetado, la publicidad, la vigilancia sanitaria, las medidas sanitarias y sanciones en caso de violar las medidas dispuestas en dicho decreto.

Para la organización de naciones unidas para el desarrollo industrial ONUDI el panorama en Colombia frente a disruptores endocrinos es muy complejo, ya que según el “plan de acción en salud y contaminación” para Colombia muestra que actualmente no hay normativa vigente asociada a los disruptores endocrinos, sin embargo los riesgos para la salud que traen estos si están empezando a ser abordados por el ministerio de salud y protección social y el instituto nacional de salud. Además de esto las autoridades encargadas de la regulación del comercio deben asumir la regulación en el mercado de los productos que contengan DE's.

Si bien el país hasta la fecha no ha tomado acciones concretas para mitigar y atender el riesgo presentado por los DE's si se han desarrollado proyectos que, aunque su objeto principal no era identificar el riesgo en salud por DE, pueden aportar información para la línea base. Tal es el caso de PCB (Bifenilos Policlorados).

Forero de Saade et al¹ dice que en Colombia se encuentra la reglamentación respecto a “Productos de aseo, higiene y limpieza de uso doméstico” en el decreto 1545 de 1998 mediante la cual “se reglamentan parcialmente los Regímenes Sanitarios, del Control de Calidad y de Vigilancia de los Productos de aseo, higiene y limpieza de uso doméstico y se dictan otras disposiciones”; decreto el cual es el más reciente con mención directa a tampones higiénicos.

En dicho decreto se especifican disposiciones generales como las características que debe tener su empaquetado, la publicidad, la vigilancia sanitaria, las medidas sanitarias y sanciones en caso de violar las medidas dispuestas en dicho decreto.

ONUDI¹⁶ presenta que el panorama en Colombia frente a disruptores endocrinos es muy complejo, ya que según el “plan de acción en salud y contaminación” para Colombia muestra que actualmente no hay normativa vigente asociada a los disruptores endocrinos, sin embargo los riesgos para la salud que traen estos sí están empezando a ser abordados por el Ministerio de Salud y Protección Social y el Instituto Nacional de Salud. Además de esto las autoridades encargadas de la regulación del comercio deben asumir la regulación en el mercado de los productos que contengan DE's.

Si bien el país hasta la fecha no ha tomado acciones concretas para mitigar y atender el riesgo presentado por los DE's si se han desarrollado proyectos que, aunque su objeto principal no era identificar el riesgo en salud por DE, pueden aportar información para la línea base. Tal es el caso de PCB (Bifenilos Policlorados)”.

La FDA a la hora de hablar sobre la reglamentación que deben cumplir los productos de higiene personal, en este caso los tampones; es importante tener en cuenta lo que dice la FDA al respecto ya que esta agencia es clara con los criterios que tiene para aprobar la circulación y comercialización de estos.

La FDA da respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿De qué deben estar hechos los tampones? Los tampones aprobados por la FDA están hechos de algodón, rayón o una mezcla de ambos. Las fibras absorbentes que se utilizan en los tampones aprobados por la FDA y que se venden hoy en día se fabrican mediante un proceso de blanqueo sin cloro elemental, lo que también evita que los productos tengan niveles peligrosos de dioxina (un tipo de contaminante que se encuentra en el medio ambiente).
- ¿Cómo evalúa la FDA la seguridad de los tampones? Como parte de la revisión de la FDA, los fabricantes envían datos que incluyen los resultados de las pruebas para evaluar la seguridad de los materiales utilizados para fabricar tampones y aplicadores (si cuentan con ellos), su absorbencia, fuerza e integridad, y si los tampones aumentan el crecimiento de ciertas bacterias dañinas o cambian los niveles normales de bacterias en la vagina.

Romano⁵ La normativa Europea establece en el nuevo reglamento de comercialización de plaguicidas establece

“la prohibición de uso de disruptores endocrinos, solo se probará el uso de alguna sustancia disruptora endocrina, durante 5 años, si se demuestra que la exposición de los seres humanos a esa sustancia es insignificante en condiciones de uso propuestas realistas, es decir, el producto se usa en sistemas cerrados o en otras condiciones en que no haya contacto con seres humanos y los residuos de la sustancia sobre los alimentos y piensos no superen los valores límites establecidos”.

Además plantea también, el nuevo reglamento de biocidas “Prohíbe el uso de EDC por sus efectos negativos sobre la salud y el medio ambiente”.

Lauretta¹² La agencia de protección ambiental de los Estados Unidos (EPA) definió al disruptor “como un agente que previene la síntesis, secreción, transporte, unión o destrucción de hormonas naturales en el cuerpo responsables de la protección de la homeostasis, reproducción, desarrollo o comportamiento. Para hacer una definición más simple, son sustancias químicas o mezclas químicas que causan el deterioro de la función hormonal normal en el cuerpo”.

Sargis¹³ Por otra parte la EPA también

“Describió cinco clases de EDC dotados de propiedades antiandrogénicas y, simultáneamente, con actividad estrogénica débil: (1) fármacos o estrógenos sintéticos (es decir 17 β estradiol, dietilestilbestrol), (2) fitoestrógenos (es decir, isoflavonoides, cumestanos, lignanos, estilbenos), (3) pesticidas (es decir, organofosforados, carbamatos, organoclorados, piretroides sintéticos); (4) plastificantes y productos químicos producidos por la combustión incompleta de cloruro de polivinilo (PVC), papel y sustancias putrescibles (es decir, dioxina); (5) sustancias industriales y sus subproductos (es decir, fenoles, dioxinas, metales pesados, ácido perfluorooctanoico, retardadores de llama)”.

3. Diseño metodológico

3.1 Tipo de investigación y enfoque

La presente investigación es de tipo documental, con un enfoque explicativo, descriptivo y exploratorio; ya que durante el proceso de investigación se recolectarán y se examinarán varios artículos, estudios y otros documentos con el fin de realizar una recolección, clasificación y síntesis de estos, con el propósito de lograr un conocimiento más amplio sobre la presencia de los diferentes tipos de disruptores endocrinos en los tampones de origen colombiano y sus alteraciones en la salud; con el fin contribuir con un aporte teórico significativo, para así buscar alternativas que ayuden a la eliminación de estos, en este tipo de productos de higiene personal.

3.2 Universo

Literatura científica publicada sobre la presencia de disruptores endocrinos y su impacto sobre la salud.

3.3 Población

Artículos de revistas, bases de datos y documentos que suministren información importante y relacionada, con los diferentes disruptores endocrinos que se pueden presentar en productos de higiene personal, y su impacto sobre la salud.

3.4 Muestra

Bibliografía científica relacionada con la presencia de disruptores endocrinos encontrados en tampones femeninos y su impacto sobre la salud, correspondientes del año 2001 al año 2022.

3.5 Métodos

- Búsqueda y revisión de literatura

Se realizó una búsqueda exhaustiva de literatura basada en la temática a tratar con el fin de responder a la pregunta problema planteada en dicha investigación, esta documentación

científica encontrada tiene procedencia de libros, bases de datos, revistas, artículos, entre otros.

-Selección del material bibliográfico

Con el material bibliográfico ya encontrado, es necesario realizar una clasificación del mismo, donde se evaluarán los temas a tratar por su relevancia e importancia en cuanto a la temática principal tratada en esta investigación, así mismo complementar con información adicional si se requiere.

-Estructura y organización del documento

Para la organización del documento final es necesario evaluar los temas a tratar y así mismo generar el análisis y la síntesis de toda la información obtenida con el fin de generar un orden lógico e incluyendo todos los aspectos necesarios para que así se logre abordar la temática de la manera más completa posible.

4. Resultados

Se realizó una revisión de 16 documentos los cuales inician desde el año 2001 al año 2022, relacionados con la presencia de disruptores endocrinos en tampones femeninos; Estos fueron clasificados dependiendo el disruptor endocrino encontrado.

Se encontraron 3 disruptores endocrinos importantes en cuanto a las afecciones a la salud en las mujeres y su posible aparición en los tampones, los cuales fueron:

- Parabenos
- Ftalatos
- Dioxinas

Tabla 3. Clasificación documental según disruptor endocrino encontrado

Título	Autor(es)	Año	Disruptor Endocrino
Personal care products and endocrine disruption: A critical review of the literature	Witorsch Raphael J Thomas John A	2010	Parabenos
Phthalates, bisphenols, parabens, and triclocarban in feminine hygiene products from the united States and their implications for human exposure	Kannan Kurunthachalam Gao Chong-Jing	2020	Parabenos Ftalatos
A survey of phthalates and parabens in personal care products from the United States and its implications for human exposure	Guo Ying Kannan Kurunthachalam	2013	Parabenos
Menstrual Products as a Source of Environmental Chemical Exposure: A	Upton Kristen Shearston Jenni A Kioumourtzoglou Marianthi-Anna	2022	Parabenos

Review from the Epidemiologic Perspective			
Tampon use, environmental chemicals and oxidative stress in the BioCycle study	Singh Jessica Mumford Sunni Pollack Schisterman Enrique F Weisskopf Marc G Navas-Acien Ana Kioumourtzoglou Marianthi Anna	2019	Parabenos
Personal care product use as a predictor of urinary concentrations of certain phthalates, parabens, and phenols in the HERMOSA study	Berger Kimberly Kogut Katherine R. Bradman Asa She Jianwen	2019	Parabenos
Oestrogenic activity of isobutylparaben in vitro and in vivo	Darbre P.D. Byford J.R Shaw L.E Pope G.S. Sauer M. J.	2002	Parabenos
Oestrogenic activity of benzylparaben	Darbre P.D. Byford J.R Shaw L.E Pope G.S. Sauer M. J.	2003	Parabenos
Concentrations of Parabens in Human Breast Tumours	Darbre P.D. Aljarrah A. Miller W. R. Coldham N.G. Pope G.S. Sauer M. J.	2004	Parabenos
Ftalatos y efectos en la salud	Bustamantes Patricia Lizama Beatriz Olaiz Guatavo Vazquez Flavio	2001	Ftalatos
Association between prenatal exposure to phthalates and the health of newborns	Huang Po-Chin Kuo Pao-Lin Chou Yen-Yin Lin Shio-Jean	2009	Ftalatos
Comparative	Kurunthachalam	2011	Ftalatos

Assessment of Human Exposure to Phthalate Esters from House Dust in China and the United States	Kannan Guo Ying		
Asociación de cáncer de mama con ftalatos seleccionados: modificación por el consumo de flavonoides	Ortega Merida Angel	2015	Ftalatos
Exposición laboral a sustancias químicas que actúan como disruptores endocrinos asociados con el desarrollo de cáncer, revisión sistemática de 2009 a 2019	Paredes Alvarado Eliana Ortiz Revelo Gustavo Romero Angarita Sandra	2019	Ftalatos
Efectos nocivos en la salud de los disruptores endocrinos: Revisión bibliográfica	Saenz Gracia	2021	Ftalatos
Tampons, dioxins, and endometriosis	Scialli Anthony R.	2001	Dioxinas
Increased levels of dioxin-like substances in adipose tissue in patients with deep infiltrating endometriosis	Martinez Zamora M A, Mattioli L, Parera J, Abad E, Coloma J L, Babel Van B, Galceran M T, Balasch J, Carmona F	2015	Dioxinas

Fuente: Autor

Tabla 4 . Frecuencia absoluta y relativa de documentos según el disruptor endocrino encontrado

Disruptor endocrino	Número de Artículos	Porcentaje
Parabenos	9	52.94
Ftalatos	6	35.29

Dioxinas	2	11.76
Total	17	100

Fuente: Autor

Según la documentación obtenida se puede afirmar la presencia de disruptores endocrinos en diferentes productos de higiene personal, además de ser una temática de gran importancia a nivel mundial, también es tema de preocupación puesto que se vienen realizando estudios en diferentes partes del mundo; coincidiendo en que una gran concentración de estos DE trae consigo consecuencias fisiológicas a nivel del sistema endocrino en los seres vivos no solo en tampones sino también en diferentes PCP que varía en concentraciones dependiendo del modo en que se emplean y la cotidianidad de los mismos, dando así como resultado una problemática ambiental a nivel mundial que según esta recopilación de literatura afecta a toda mujer que use estos PCP.

En cuanto a la presencia de estos DE en los tampones femeninos, se encontró que los DE mas comunes son los parabenos y ftalatos, utilizados en diferentes funciones con el fin de prolongar la vida útil de dicho producto, y teniendo en cuenta que la cavidad vaginal es una zona delicada y expuesta y debido a la intensidad en la que las mujeres pueden llegar a utilizar estos productos son más las posibilidades de que estas, sufran alteraciones en su sistema endocrino, ya que modifica su función hormonal normal, así mismo se ha demostrado que un uso excesivo puede llegar a ocasionar cáncer y se sugiere realizar más investigaciones prácticas en este campo.

Otro resultado a destacar es la cantidad de productos de higiene femenina que son usados por ellas a lo largo de la vida, haciendo presencia de las miles de veces que diferentes objetos pueden estar en contacto con la zona íntima, al tener esto en cuenta y los resultados de otras investigaciones en donde sugieren no tener un contacto prolongado con los DE, es prácticamente imposible no hacerlo ya que estos mismos están presentes en objetos usados de forma diaria y común e incluso interna.

Los datos recolectados en esta investigación también permiten relacionar la exposición prolongada a los disruptores endocrinos con el aumento de enfermedades como la diabetes,

alteraciones hormonales de la parte sexual y el aumento de peso en la población, pues la alimentación como ya vimos no va dependiendo únicamente de lo ingerido, sino, también, de las cosas que nos rodean y objetos que se usan para la comodidad del día a día.

5. Discusión

Para poder conseguir un tampón se requieren distintos procedimientos que se realizan a la hora de tener un cultivo de algodón, ya que es necesario realizar fumigaciones constantes para evitar plagas que interfieran con el proceso natural de esta materia prima, a la hora de realizar esto, se utilizan diferentes sustancias organocloradas pero también se tiene como rutina el uso de sustancias que están clasificadas como DE, entre las sustancias usadas para evitar una infestación en el cultivo de algodón se encuentran Deltametrin, Cipermetrin, Clorpirifos, Cipermetrina, Tribufos, Endosulfan, Metamidofos, entre otros.

Los cuales no se eliminan del todo en el tratamiento del algodón para su uso en distintos productos; y pueden llegar a ser absorbidos por la mucosa vaginal y pasar así fácilmente a la circulación, gracias a la gran irrigación de esta.

Adicional a esto en el proceso de producción de los plásticos para la elaboración de empaques de productos, alimentos o envases se usan sustancias químicas conocidas como plastificantes, Bustamante et al³⁴ en el 2011 plantea que hay sustancias que funcionan como aditivos que se mezclan con algunos plásticos, especialmente con cloruro de polivinilo (PVC) para incrementar su elasticidad. Los plastificantes de uso más común son los derivados del ácido ftálico o ftalatos. Sin embargo, al no estar químicamente ligados a la matriz plástica, los ftalatos pueden abandonar el material y provocar daños a la salud y al ambiente.

En los estudios sobre los ftalatos de Huang PC et al³⁵ en el 2019 se encontró que no están solo en los plásticos para hacerlos más suaves y flexibles, también se pueden encontrar en cosméticos como vehículo para las fragancias, y en muchos productos de uso diario, como en materiales de construcción, juguetes de niños, dispositivos médicos etc.

Además, las toallas sanitarias, los protectores diarios y los tampones están fabricados con materiales de polipropileno (PP) y polietileno (PE), que pueden contener plastificantes como ftalatos, para aumentar la flexibilidad de los productos.

El adhesivo termofusible, que se utiliza para cementar diferentes capas de toallas higiénicas y protectores diarios, es otra fuente de ftalatos en estos productos. Durante la producción de adhesivos termofusibles, se agregan ftalatos para mejorar la ductilidad y las propiedades del gel.

Los procesos de alta temperatura utilizados en la producción de toallas higiénicas, protectores

diarios y tampones pueden liberar ftalatos de los adhesivos termofusibles a otras capas del producto. Las capas poliméricas exteriores de las compresas y protectores diarios son hidrofóbicas para evitar la fuga de líquidos.

Según Guo et al ³⁶ 2011 en cremas, algunas soluciones bactericidas, desodorantes en aerosol y en algunos cosméticos en polvo; se encuentran concentraciones bajas de ftalatos las cuales pueden ser gracias a los plásticos usados para los envases y embalajes

Muy pocos estudios han informado la aparición de ftalatos en productos de higiene femenina. Un estudio informó que el uso de productos para las duchas vaginales puede aumentar la exposición a los ftalatos en las mujeres (Rama et al., 2015). Se informó que la concentración media de 16 ftalatos en las toallas sanitarias chinas era de 4970 ng/g (Chai et al., 2017), Otro estudio informó las concentraciones de varios ftalatos (DEP, DBP y DEHP) en toallas sanitarias de seis países (Corea, Japón, Finlandia, Francia, Grecia y Estados Unidos) (Parque et al., 2019). Las concentraciones medidas de DBP en toallas sanitarias de estos países (52,1–7820 ng/g) fueron similares a las encontradas en el estudio de Rama et al. (22,0–3630 ng/g).

Para hablar sobre los efectos negativos en la salud Otega³⁷ 2015 propone algunos ftalatos que promueven la proliferación celular mediada por el RE α . Debido al gran número ftalatos y de flavonoides la información sobre sus posibles interacciones es incipiente”.

La exposición ambiental a los ftalatos se considera hoy uno de los más probables responsables de éstas y otras patologías cancerígenas, y pueden llegar a ocasionar cáncer de mama, malformaciones congénitas, pérdida de calidad en el semen masculino, esterilidad y cáncer.

Respecto a este último Paredes et al³⁸ 2019 Informa que dentro de las neoplasias más frecuentemente relacionadas con sustancias que actúan como disruptores endocrinos se identificaron las de mama, próstata, testículo y tiroides.

Dentro de las sustancias que mostraron un incremento en el riesgo de desarrollo de cáncer de próstata se reportó los plaguicidas, metales pesados como el mercurio, los ftalatos, organofosforados fonofos y cumafos; y con respecto al cáncer de mama se documentó un aumento en el riesgo de los organoclorados como el hexaclorobenceno, el DDT y los alquilfenoles, resaltando el papel de éstos en el cáncer de mama masculino.

Debido a la poca información sobre algunas de las neoplasias, no se ha logrado identificar las sustancias y ocupaciones con mayor asociación. Es claro que se necesitan más estudios que permitan identificar asociaciones directas, resaltando la relación dosis respuesta y documentando de mejor manera la exposición y los factores que ayudan a desarrollar el desenlace oncológico. Con la información recolectada se pueden identificar algunas sustancias y su relación con el cáncer.

En cuanto a la presencia de ftalatos en tampones se ha evidenciado que la exposición elevada a los ftalatos se ha asociado con la pubertad precoz, endometriosis, tumores genitales femeninos y trastornos de la ovulación.

Se ha informado que algunos DE, como los ftalatos, son factores de riesgo potenciales para la vaginosis bacteriana.

Los ftalatos y los parabenos, son considerados obesógenos, ya que su exposición se relaciona con un incremento en número y tamaño de los adipocitos. Estas sustancias químicas actúan sobre el receptor gamma activado por el proliferador de peroxisomas (PPAR), uno de los reguladores involucrados en la adipogénesis, al facilitar la maduración de las células madre multipotentes en adipocitos.

Como base de todo esto se puede encontrar a Sáenz ³⁹ 2021 donde se encontró relación con un incremento de la incidencia de la pubertad precoz debido a la estimulación de la hormona gonadotropina.

Por otro lado, la exposición a estos también se relaciona con una disminución en la concentración de folículos primordiales, alteración del desarrollo del folículo primario, preantral, antral y del cuerpo lúteo. Lo que desencadena problemas en la ovulación y fertilidad femenina.

Por otra parte, distinto a los ftalatos se encuentran los parabenos como otro de los DE de interés en este trabajo las que al ser sustancias con la capacidad de modificar el metabolismo normal de un organismo, no se tiene el conocimiento suficiente para conocer las concentraciones y la exposición a estos DE, aun así se tienen diferentes estudios como el de Guo et al ³⁹ 2013 donde se han encontrado “seis parabenos en 170 PCP, incluidos 20 productos para el cuidado del bebé recolectados en Albany, Nueva York. Además de

encontrar parabenos en ~40% de los productos con aclarado y ~60% de los productos sin aclarado.” En donde también se logró demostrar las concentraciones en μg de DE/g de producto, teniendo así como resultado que “las concentraciones más altas de DEP, DBP, metil- (MeP), etil- (EtP), propil- (PrP) y butil parabenos (BuP) fueron del orden de 1000 μg por gramo de producto.” Para la obtención de este resultado se compraron 170 PCP de marcas populares y reconocidas en Estados Unidos que se distribuyen en almacenes de cadena concurridos, con el fin de hacer compras normales como lo haría cualquier habitante del sector, 40 de estos productos que se aclaran (productos a base de tensoactivos), 109 productos que no se aclaran y 20 productos para el cuidado de los bebés, Se utilizó un espectrómetro de masas, así se obtuvo como resultado la concentración de parabenos la cual fue de 5 a 50 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de peso corporal/día. De esta manera se verifica que la mayor exposición a parabenos en la región de albany en Estados Unidos es debido a los PCP.

Teniendo esto en cuenta y que el 86% de las mujeres usan tampones, sumado a la forma en que se utiliza, se debe entender que el único riesgo no se encuentra solamente en DE si no también metales pesados como el mercurio demostrado en “*Tampón use, environmental chemicals and oxidative stress in the BioCycle study*”, debido a que la vagina es una cavidad mucosa que puede absorber componentes que se encuentren dentro de ella. Sin importar la cantidad de documentos que afirman la presencia de DE en PCP y más exactamente en productos menstruales se han obtenido discrepantes Upson et al.²⁵ 2022 quien plantea que Dada la detección de sustancias químicas ambientales en productos menstruales, los desafíos en la evaluación de la exposición debido a la falta de datos sobre la absorción transmucosa de sustancias químicas ambientales, la escasez de estudios en humanos sobre el uso de productos menstruales y la exposición química ambiental, y el evento extremadamente común de sangrado menstrual en una parte sustancial de la población, justifica una mayor investigación.

Si se tiene en cuenta que la edad promedio en la cual empieza la menstruación de una mujer que viene siendo de los 12 años se puede deducir que fácilmente se debe tener un uso cotidiano de productos para la menstruación durante más o menos 30 a 40 años dependiendo del inicio de la menopausia, siendo así, una mujer puede entrar en contacto con alrededor de 10.000 productos para el cuidado íntimo referente al ciclo menstrual (tampones, toallas higiénicas, protectores), se puede asegurar que la exposición a estos productos es prolongada, la presencia de DE o estrógenos ambientales en tampones viene derivada de los conservantes

usados en estos productos para evitar una contaminación bacteriana (benzylparaben) y también en componentes plastificados (isobutilparabeno), no se debe descartar la presencia de estos en fragancias que se usan para dar mejor presentación y comodidad a las mujeres.

Con base en lo anterior, se ha demostrado que tanto el Benzilparabeno como el Isobutilparabeno se relacionan no solo con alteraciones estrogénicas, sino, también se encuentran concentraciones en tumores cancerígenos, como lo demuestra Darbre et al.²⁹ en el año 2004 con la investigación denominada “*Oestrogenic Activity of Benzylparaben*” en donde se analizó dicha actividad in vivo e in vitro, pues Se podría esperar que cualquier químico capaz de imitar la acción del estrógeno exhiba una variedad de actividades, desde agonista cuando está presente solo, hasta antagonista cuando está en presencia de estrógeno fisiológico. Por lo tanto, a un nivel mínimo, se podría esperar que un químico estrogénico se una a los receptores de estrógeno.

Los parabenos necesitan una exposición prolongada para llegar a conseguir concentraciones suficientes para realizar modificaciones hormonales o ayudar en la producción de células cancerígenas. Se debe tener en cuenta la cantidad de veces que se produce la menstruación y el número de productos que usan las mujeres para su cuidado íntimo, no únicamente referente a tampones en donde se demostró las afectaciones que esta puede tener, sino, también en PCP que al ser combinados pueden disminuir este tiempo necesario para encontrar alteraciones no solo de forma estrogénica, también metabólica.

Sumado a esto se encontraron las dioxinas como otro DE de interés La exposición prolongada a las dioxinas se ha relacionado con efectos tanto cancerígenos como no cancerígenos, en donde se pueden resaltar las anomalías presentes a nivel hormonal, afectando el funcionamiento normal del eje tiroideo, ya que se ha demostrado que a mayor exposición a estas las concentraciones séricas de T4 y T3 también se verán afectadas debido a una disminución de las mismas. A su vez se han demostrado alteraciones a nivel de las hormonas reproductivas, donde se ha observado disminución en las concentraciones de testosterona, y aumentos en las gonadotropinas y la hormona folículo estimulante. Según los estudios de Kogenivas⁴⁹ se ha demostrado que el sistema endocrino en animales de experimentación es uno de los objetivos críticos para las dioxinas, ya que se cuenta con múltiples sistemas hormonales los cuales pueden ser afectados y estudiados.

La mayoría de los tampones en el mercado actual contienen rayón, una fibra de celulosa hecha de pulpa de madera. Algunos tampones están hechos de mezclas de algodón y rayón, mientras que otros pueden ser completamente de algodón. La pulpa de madera contiene impurezas como la lignina que deben eliminarse o modificarse para producir el grado de pureza de celulosa requerido para la fabricación de rayón. Scialli³¹ 2001 “El proceso de eliminación o modificación de la lignina y otras impurezas se conoce como blanqueo.

Durante muchos años, el proceso de blanqueo utilizó cloro gaseoso (Cl₂).” Cuando se usa dióxido de cloro para purificar la pulpa de madera, no se encuentra TCDD (2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-dioxin) en las fibras finales de la pulpa en límites de detección tan bajos como 0,1 a 1,0 ppm . Todos los principales fabricantes de tampones en América del Norte ahora usan rayón hecho de pulpa blanqueada con dióxido de cloro. También se calcula que la exposición a dioxinas se encuentra entre 5.43×10^{-7} pg/kg/día.

La endometriosis hace referencia al crecimiento de las células del revestimiento de la matriz se expanden y crecen en otros lugares que no deberían estar.

Se tienen además de los DE estudiados, otros de menor frecuencia estudiados como Benzofenonas, canfenos y cinamatos los cuales Según estudios anteriores como los realizados por Svechnikove et al² en el año 2006, encontraron que los ésteres de ftalato causaban efectos nocivos sobre la reproducción y la fertilidad de los mamíferos. Este estudio se realizó en ratas hembras de 20 días de edad aplicando 500 mg de ésteres de ftalatos por sonda oral una vez al día durante 10 días, lo que produjo una reducción de los niveles séricos de progesterona y estradiol, mientras que tendía a aumentar los niveles de hormona luteinizante (LH).

Ya en estudios posteriores como es el de Romano⁴ en el 2012, se encuentran respuestas más puntuales a la pregunta que surge <<Que es un disruptor endocrino?>> cuando dice: “Los disruptores endocrinos son sustancias químicas capaces de alterar el equilibrio hormonal y la regulación del desarrollo embrionario y, por tanto, con capacidad de provocar efectos adversos sobre la salud de un organismo o de su progenie”. Esta respuesta da a grandes rasgos una idea de la importancia que hay en encontrar los DE en distintos productos de uso cotidiano, ya que sin saberlo, se podría estar poniendo en riesgo la salud propia o incluso la de futuras generaciones.

Sin embargo, para poder hablar sobre los DE se tienen ideas más profundas sobre qué son exactamente, por ejemplo Cifuentes⁶ en el 2013, cuyo principal objetivo es mostrar cómo es el desarrollo y la implementación de la técnica “Yeast Estrogen Screen” vuelve a dar una muy contundente explicación sobre qué son en sí los DE al plantear el concepto como “Plaguicidas, productos químicos industriales, farmacéuticos, cosméticos y fitoquímicos que pueden interactuar con el sistema endocrino de los organismos induciendo alteraciones o cambios en el funcionamiento de este sistema. Estos compuestos son capaces de imitar la acción de las hormonas endógenas, antagonizar su acción, alterar su patrón de síntesis y metabolismo y/o modular los niveles de los receptores correspondientes”.

Con esta explicación ya se puede hacer una idea mucho más elaborada sobre los DE e incluso comenzar a vislumbrar la gravedad de que se presenten estas sustancias en artículos que se consumen día a día. Se llega a dimensionar la magnitud del problema y si bien con estos conceptos se aclaran las ideas con el fin de ir aún más profundo. Monneret⁷ en el 2017 donde, plantea los DE como “sustancias que son en su mayoría sintéticas y se encuentran en diversos materiales”. Al interferir con el sistema endocrino del cuerpo, los disruptores endocrinos producen efectos adversos de desarrollo, reproductivos, neurológicos e inmunológicos en los seres humanos, patrones de crecimiento anormales y retrasos en el desarrollo neurológico de los niños”.

Con esta explicación ya se puede hacer una idea mucho más elaborada sobre los DE e incluso comenzar a vislumbrar la gravedad de que se presenten estas sustancias en artículos que se consumen día a día. Se llega a dimensionar la magnitud del problema y si bien con estos conceptos se aclaran las ideas con el fin de ir aún más profundo. Monneret⁷ en el 2017 donde, plantea los DE como “sustancias que son en su mayoría sintéticas y se encuentran en diversos materiales”. Al interferir con el sistema endocrino del cuerpo, los disruptores endocrinos producen efectos adversos de desarrollo, reproductivos, neurológicos e inmunológicos en los seres humanos, patrones de crecimiento anormales y retrasos en el desarrollo neurológico de los niños”.

Teniendo esto en cuenta se puede buscar otras afectaciones de los disruptores endocrinos, tal como habla Darbre⁸ en el 2017, donde muestra que “es posible que la reducción de la exposición a los DE obesogénicos, especialmente durante las primeras etapas de la vida, también contribuya a reducir la obesidad en la población”. Ya que se destaca el momento de susceptibilidad a estas sustancias durante una vida temprana, en el útero, lugar donde se

puede desarrollar. Este estudio se realizó mediante modelos murinos expuestos a estrógeno sintético DES donde los ratones fueron tratados en el día 1 - 5 de edad con 1 µgDES / kg de peso corporal / día, y la obesidad fue evidente a los 4 - 6 meses de edad. Aun así se debe entender que el único momento de la vida en donde hay peligro de entrar en contacto con los disruptores endocrinos no son las primeras etapas de vida, por eso mismo se realizó la búsqueda de exposición en edad adulta. Rattan et al⁹ en el año 2017, presenta la relación del hipotálamo, la pituitaria, ovario y útero durante la vida adulta y la forma en que éste se encuentra directamente relacionado con la fertilidad femenina al encontrarse expuesto a pesticidas (organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides y triazinas), metales pesados (arsénico, plomo y mercurio), dietilestilbestrol, 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina, nonilfenol, bifenilos policlorados, triclosán y parabenos, mediante la implementación de modelos murinos para tener como resultado que la exposición a plaguicidas durante la edad adulta afecta el hipotálamo y la pituitaria en modelos animales y mujeres.

También se tiene un aumento en los niveles de GnRh a la exposición de plaguicidas, frecuencia de pulso de LH suprimida e inhibición de la liberación de LH en modelos animales, sin embargo, faltan datos en humanos. No obstante, también se tiene en cuenta otras afecciones que no involucran de forma directa la fertilidad ya sea fertilidad masculina o fertilidad femenina, por eso Calsolaro et al¹⁰ en el año 2017, considera la importancia de la función tiroidea en el funcionamiento físico y cognitivo normal, también se da a conocer el difícil desafío que es realizar estudios sobre disruptores endocrinos que impactan la función tiroidea, por lo cual se revisan 30 estudios para confirmar sus resultados y así obtener una fuente confiable de información respecto a diferentes disruptores endocrinos y su peligro frente a la función tiroidea, sin dejar a un lado los resultados más esperados, los cuales en su mayoría confirman las sospechas de alteraciones hormonales en la función tiroidea a causa de disruptores endocrinos.

Yildirim et al¹¹ en el año 2019, demuestra que se puede estar expuestos a los disruptores endocrinos en cualquier momento, ya que estos se encuentran presentes en el agua de consumo, en la comida e incluso en el aire; lo cual facilita el contacto con sustancias químicas capaces de alterar el correcto funcionamiento del sistema endocrino, es importante hacer anotación en que la etapa prenatal, la juventud y la pubertad, tres periodos frágiles ya que en esos momentos el desarrollo de los diferentes sistemas son críticos y demasiado sensibles a la exposición de sustancias químicas ya sean antiandrogénicas o de carácter

estrogénico, ya que estas pueden llegar a alterar su correcto funcionamiento por la producción de alteraciones hormonales.

Se indaga en busca de una fuente que reuniera diferentes enfermedades causadas por disruptores endocrinos, por ende, Laurretta et al¹² en el año 2019, presenta diferentes estudios de impacto en cuanto a los riesgos de salud como cáncer, diabetes, trastornos de función tiroidea, disfunción corticoide, trastornos metabólicos, interferencia con la regulación de la retroalimentación hormonal y células neuroendocrinas, efectos sobre el sistema nervioso, desarrollo lento o tardío, irregularidades en el ciclo menstrual, SOP y Fertilidad.

Sargis et al¹³ en el año 2019, en su investigación muestra que la exposición a estas sustancias a lo largo del tiempo, conlleva a la predisposición de sufrir diabetes, ya que éstos al producir una alteración en el sistema endocrino presentan mayor riesgo de ocasionar enfermedades relacionadas con la disfunción del mismo; teniendo en cuenta esto, es importante aclarar que “Estas exposiciones ocurren a lo largo de la vida; sin embargo, ciertos períodos de desarrollo son ventanas especialmente sensibles durante las cuales el metabolismo puede interrumpirse permanentemente tanto en el individuo expuesto como en las generaciones posteriores”.

Rashtian et al¹⁴ en el 2019, muestra como la contaminación que presenta el agua y el suelo en base a la presencia de los disruptores endocrinos puede afectar el desarrollo hormonal normal de la mujer, ocasionando una pubertad anormal y al mismo tiempo afectando su fertilidad, de igual forma puede ser consecuencia de que las mujeres presenten la patología de síndrome de ovario poliquístico (SOP), ya que se presentan alteraciones en la endometriosis y la función ovárica normal; En algunos casos hasta se pueden presentar pérdidas de embarazo.

Al comienzo, Svechenikove et al² resalta la importancia que tienen algunos disruptores endocrinos en diferentes productos, pero, planteando el problema de la influencia de estas sustancias en la esteroidogénesis dando como resultado que las ratas hembras de 20 días que fueron tratadas con DEHP van a tener menores niveles de estradiol y progesterona por lo cual se va a bajar también los niveles de producción en la progesterona y el colesterol. Este es un ejemplo de cómo el DEHP evita la producción de determinadas hormonas que, de manera normal, estarían presentes en mayores niveles en ratas de 20 días.

Confirmando de esta manera los efectos negativos para la salud que trae el uso de estos disruptores endocrinos en modelos murinos, el estudio presente se dio mediante el

aislamiento y cultivo de GC, aislamiento y cultivo de células pituitarias, determinación de concentraciones hormonales, monitoreo del transporte de colesterol a las mitocondrias y análisis estadístico.

Teniendo en cuenta las afecciones en modelos animales surgen preguntas respecto a la vida humana, pues los disruptores endocrinos como ya se ha dicho antes, está presente en gran variedad de artículos, entre ellos los utensilios de aseo, pues Según Monnetter⁷. “Los ftalatos, que a menudo se denominan plastificantes, son un grupo de sustancias químicas que se utilizan para hacer que los plásticos sean más flexibles y más difíciles de romper. Se utilizan en una amplia variedad de productos, como pisos de vinilo, adhesivos, detergentes, aceites lubricantes, plásticos automotrices, ropa de plástico (impermeables) y productos de cuidado personal (jabones, champús, lacas para el cabello y esmaltes de uñas). El ftalato de dibutilo (DBP), el ftalato de di (2 etilhexilo) (DEHP) y el ftalato de dimetilo (DMP) son los ftalatos más utilizados”.

El uso de este tipo de sustancia junto con los momentos y zonas del cuerpo humano donde se emplean dan puerta abierta a un contacto directo con cavidades corporales altamente susceptibles a alteraciones hormonales, afectando de esta manera a la mujer o el desarrollo normal de la vida dentro del útero, gracias a los daños causados a diferentes órganos del sistema reproductor femenino, afectando la fertilidad, justo como indica Rattan et al⁹ ya que en el ovario “los estudios en animales han indicado que los plaguicidas organoclorados afectan negativamente al ovario al reducir el peso del ovario, crecimiento del folículo y viabilidad de los ovocitos y aumento de la atresia disminuyendo la viabilidad y la competencia de los ovocitos”. En cuanto al útero se tiene que “los pesticidas pueden alterar la estructura y / o función uterina en modelos animales. Por ejemplo, el plaguicida organoclorado metoxicloro (500 y 1500 ppm) aumentó el peso uterino en ratas” y los estudios referentes a la fertilidad “muestran que las alternativas de plastificantes afectan la fertilidad en las hembras. La exposición a ATBC (Citrato de acetil tri-n-butilo) (100 a 1000 mg / kg / día), una alternativa a los ftalatos, disminuyó el número de sitios de implantación y el tamaño de la camada en ratas (CPSC 2010), pero (5-10 mg / kg / día) no afectó las tasas de implantación ni el tamaño de la camada en ratones”.

Siguiendo con el sistema reproductivo, los disruptores endocrinos cuentan con la capacidad de alterar la actividad hormonal encargada de este sistema puesto que la mayoría de ellos cuentan con una estructura capaz de imitar a las hormonas gonadales sexuales y de esta

manera unirse a los receptores endocrinos impidiendo así la señalización hormonal, ya que este es uno de los sistemas más vulnerables a las acciones de los DE; Así como expresa Lauetta et al¹² “Los efectos de la EDC sobre el desarrollo ovárico se han investigado principalmente utilizando modelos animales o sistemas in vitro. En conjunto, los datos recopilados en la literatura han demostrado que algunas exposiciones a EDC dañan el ovario en desarrollo al interferir con la destrucción del nido de células germinales, la meiosis, la formación de folículos y la vitalidad”.

Como se viene diciendo los DE juegan un papel importante a la hora de la fisiopatología, ya que conllevan al desarrollo de diversas enfermedades, basándonos en la mujer las cuales pueden llegar a ser “la aparición de endometriosis y patología ovárica, Los ftalatos, dietilestilbestrol, bisfenol A (BPA), TCCD pueden estar involucrados en la aparición de endometriosis que ocurre en el 10% de las mujeres fértiles, causando infertilidad en el 50% de los sujetos afectados”.

Por otra parte, la exposición continua a los disruptores endocrinos presenta susceptibilidad al desarrollo de obesidad Darbre⁸, demuestra que, “Los modelos animales han demostrado que la exposición de ratones preñados a TBE da como resultado crías que son más pesadas que las no expuestas; También se ha informado que los ratones recién nacidos expuestos al estrógeno sintético DES tienen un peso corporal aumentado”. Esto se debe a que se presenta un desequilibrio hormonal, impidiendo así que el sistema endocrino funcione con normalidad, regulando así el metabolismo de las grasas; ya que estas sustancias “alteran la homeostasis de los lípidos para promover la adipogénesis y la acumulación de lípidos, esto puede ocurrir aumentando el número de adipocitos, aumentando el tamaño de los mismos o alterando las vías endocrinas responsables del control del desarrollo del tejido adiposo”.

Continuando con la investigación, se encontró que se cuentan con diferentes tipos de disruptores endocrinos que pueden afectar la parte genital de la mujer siempre y cuando se encuentren en contacto con esas zonas pues Rasthian et al¹⁴ presenta que “se ha demostrado que la exposición al bisfenol en el útero altera la morfología de la glándula mamaria en las crías. Después de exponer ratones a dosis ambientalmente relevantes de BPA. Las yemas terminales eran más numerosas y tenían áreas más grandes en relación con las áreas de los conductos.” Pues también se debe tener en cuenta que la exposición ambiental puede ser un factor determinante, sin olvidar que los tampones por lo general vienen hechos a partir de materiales orgánicos en su interior como viene siendo el algodón, dicho material se

encuentra en un principio a la intemperie y es muchas veces sometido a diferentes procesos de fumigación con los pesticidas los cuales ya aclaramos anteriormente que son también una fuente potencial de disruptores endocrinos, estas sustancias que se pueden encontrar en ese ambiente son como Sargin et al¹³ comenta “arsénico, bisfenol A, ftalatos, bifenilos policlorados y plaguicidas organoclorados.” Estas sustancias cuentan con la capacidad de generar en su mayoría diabetes pues “estas exposiciones ocurren a lo largo de la vida; sin embargo, ciertos períodos de desarrollo son ventanas especialmente sensibles durante las cuales el metabolismo puede interrumpirse permanentemente tanto en el individuo expuesto como en las generaciones posteriores”.

Para dar fin a las bases teóricas, se quiere resaltar el riesgo ambiental el cual se hace énfasis en cada artículo consultado, pues en más de una ocasión se hace un llamado a los gobiernos para realizar controles más estrictos y evitar caídas en la salud de la población pues todas las enfermedades más comunes causadas por la exposición prolongada a los DE que plantea Yildirim et al¹¹ estas son:

1. Generales
 - a. Cáncer
 - b. Diabetes
 - c. Trastornos de función tiroidea
 - d. Disfunción corticoide
 - e. Trastornos metabólicos
 - f. Interferencia con la regulación de la retroalimentación hormonal y células neuroendocrinas
 - g. Efectos sobre el sistema nervioso
2. De mayor interés en el estudio
 - a. Desarrollo lento o tardío
 - b. Irregularidades en el ciclo menstrual
 - c. SOP
 - d. Fertilidad

6. Conclusiones

El sistema endocrino es un sistema natural de nuestro organismo que nos acompaña desde el comienzo de nuestras vidas hasta el fin de la misma, es un sistema completo que desarrolla todas las funciones y también lo que seremos a lo largo de la existencia, cumple con diferentes requisitos necesarios y esenciales para la vida e incluso complementan funciones dadas por otros sistemas además de estar presentes en todo el organismo. Nada en la vida es perfecto y el sistema endocrino no está exento de ello, pues el error más mínimo en esta red hormonal puede desencadenar alteraciones que van desde cosas leves como falta de vello corporal hasta situaciones que pueden provocar la muerte como lo son la diabetes y el cáncer. Por esta razón decidimos realizar una investigación profunda frente al sistema endocrino para ubicar desde 0 a cualquier persona interesada en el tema además de también explicar todo referente a los disruptores endocrinos, desde su forma de actuar hasta el modo en el cual son empleados en la industria.

Se logró identificar disruptores endocrinos en tampones de venta libre además de poder afirmar que dichos disruptores se encontraran en todos los tampones sin importar la región en las cuales se encuentre, pues estas sustancias hacen parte del producto final gracia a las características que son necesarias para cumplir su función, los principales disruptores relacionados con este producto son los ftalatos, los parabenos y las dioxinas. Cada uno de estos compuestos tienen una finalidad dentro del producto final, que van desde el blanqueamiento del algodón/rayón hasta el control microbiológico de los tampones, estas características son necesarias en este producto debido a presentación por la tonalidad del algodón o rayón que se emplee en el producto y por evitar infecciones de algún tipo debido a contaminación presente en las materias que lo componen. La función tiroidea, estrogénica y el peso son las funciones más afectadas además de presentar también alteraciones que pueden desencadenar en cáncer de diferente tipo y afectaciones como lo son la endometriosis, confirmando de esta manera el peligro latente que hay escondido bajo productos aparentemente inofensivos.

También se puede decir que, los disruptores endocrinos presentes en los tampones son un tema ambiental que debería tener un mayor impacto en la comunidad científica y en los organismos de salud de cada país, pues existen diferentes DE y miles de PCP en los cuales se pueden emplear, para los tampones los ftalatos, los parabenos y las dioxinas son los que se

lograron relacionar de forma contundente con la composición y forma de actuar de un tampón, aun así, se invita a toda la comunidad a complementar o realizar investigaciones prácticas referentes a lo ya establecido, por eso mismo se da permiso de usar este documento con fines educativos.

Referencias bibliográficas

1. Forero de saade M, Samper E, Decreto 1545 de 1998, Diario oficial N°43.357 departamento administrativo de salud pública [Internet] 1998 [Citado 20 de abril de 2022]; Disponible en:https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=9241
2. Svecnikove Y, Svecnikov K, Söder O. The influence of di-(2-ethylhexyl) phthalate on steroidogenesis by the ovarian granulosa cells of immature female rats. Journal of endocrinology [Internet] 2006 [Cited 14 April 2021]; 194(3). Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17761899>
3. Stan M, Gilbert S, Wendt H. Proceso para producir tampones plegados y comprimidos. Oficina española de patentes y marcas [Internet] 2009 [Citado 20 de abril 2022]; Disponible en:http://www.oepm.es/pdf/ES/0000/000/02/38/65/ES-2386576_T3.pdf
4. Keel K, Miguez D, Soares A, Parodi A. Optimización de una técnica de medida de disrupción endocrina por medio de *Saccharomyces cerevisiae* recombinantes. Revista del laboratorio tecnológico del Uruguay [internet] 2010; 5. [citado 14 abril 2021]. Disponible en: <https://ojs.latu.org.uy/index.php/INNOTECH/article/view/60/51>
5. Romano D. Disruptores endocrinos, nuevas respuestas para nuevos retos [Internet]. Iistas.net. 2012 [citado 14 abril 2021]. Disponible en: http://istas.net/descargas/disruptores_endocrinos_final.pdf
6. Cifuentes P. Implementación de la técnica “Yeast Estrogen Screen” para evaluar la presencia de sustancias estrogénicas en agua. [internet] Universidad Nacional de Colombia; 2013. [citado 14 abril 2021]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/20219/01186314.2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

7. Monneret C. What is an endocrine disruptor? *Comptes Rendus Biologies* [Internet]. 2017 [cited 14 april 2021];340(9-10):403-405. Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1631069117301257>
8. Darbre P. Endocrine Disruptors and Obesity. *Current Obesity Reports* [Internet]. 2017 [cited 14 april 2021];6(1):18-27. Available in: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13679-017-0240-4>
9. Rattan S, Zhou C, Chiang C, Mahalingam S, Brehm E, Flaws J. Exposure to endocrine disruptors during adulthood: consequences for female fertility. *Journal of Endocrinology* [Internet]. 2017 [cited 14 april 2021];233(3):R109-R129. Available in: <https://joe.bioscientifica.com/view/journals/joe/233/3/R109.xml>
10. Calsolaro V, Pasqualetti G, Nicolai F, Caraccio N, Monzani F. Thyroid Disrupting Chemicals. *International Journal of Molecular Sciences* [Internet]. 2017 [cited 14 april 2021];18(12):2583. Available in: <https://www.mdpi.com/1422-0067/18/12/2583/htm>
11. Yildirim N, Serdar O, Tartar S, Yilderin N. Endocrine Disruptor Chemicals And Health Effects. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences* [Internet]. 2019 [Cited 14 april 2021];13(3):65-69. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30300430/>
12. Lauretta R, Sansone A, Sansone M, Romanelli F, Appetecchia M. Endocrine Disrupting Chemicals: Effects on Endocrine Glands. *Frontiers in Endocrinology* [Internet]. 2019 [cited 14 april 2021];10(62). Available in: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fendo.2019.00178/full>
13. Sargis RM, Simmons RA. Environmental neglect: endocrine disruptor as underappreciated but potentially modifiable diabetes risk factors. *Diabetología* [internet]. 2019 [cited 14 april 2021];62:1811-1822. Available in: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00125-019-4940-z>
14. Rashtian J, Chavkin D, Merhi Z. Water and soil pollution as determinant of water and food quality/contamination and its impact on female fertility. *Reproductive Biology and*

- Endocrinology [Internet]. 2019 [cited 14 april 2021];17(1). Available in:
<https://rbej.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12958-018-0448-5#citeas>
15. Gao C, Wang F, Shen H, Kannan K, Guo Y. Feminine Hygiene Products—A Neglected Source of Phthalate Exposure in Women. *Environmental Science & Technology* [Internet]. 2019 [cited 14 April 2021];54(2):930-937. Available in:
<https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.est.9b03927>
 16. ONUDI, Mitigación de las exposiciones tóxicas a la salud en países de ingresos bajos y medios, financiado por la unión europea y la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos. [Internet]. 2019 [citado 20 Abril 2022] Disponible en:
<https://www.unido.org/sites/default/files/files/2019-10/Colombia%20HPAP.Spanish.pdf>
 17. Gao C, Kannan K. Phthalates, bisphenols, parabens, and triclocarban in feminine hygiene products from the United States and their implications for human exposure. *Environment International* [Internet]. 2020 [cited 14 April 2021];136:105465. Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412019333859>
 18. FDA, información sobre los tampones y como usarlos con seguridad. [Internet]. 2020 [citado 20 de Abril 2022]; Disponible en:<https://www.fda.gov/consumers/consumer-updates/facts-tampons-and-how-use-them-safely>
 19. Hendry C, Farley A, McLafferty E, Johnstone C. Endocrine system: part 2. *Nurs Stand*. [Internet]. 2014 [cited 20 April 2022]; Available in:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=Endocrine+system%3A+part+2>
 20. Johnstone C, Hendry C, Farley A, McLafferty E. Endocrine system: part 1. *Nurs Stand*. [Internet] 2014 May 27 [cited 20 April 2022]; Available in:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24844520/>
 21. K Bruce, S Bruce, Berne y Levy fisiología séptima edición [Internet] 2018 [cited 20 April 2022]; Available in:
<https://www.elsevier.com/es-es/connect/medicina/9-efectos-fisiologicos-de-la-hormona-tir>

22. Witorsch RJ, Thomas JA. Personal care products and endocrine disruption: A critical review of the literature. *Crit Rev Toxicol.* [Internet] 2010 Nov [cited 20 April 2022]; Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20932229/>
23. Gao CJ, Kannan K. Phthalates, bisphenols, parabens, and triclocarban in feminine hygiene products from the United States and their implications for human exposure. *Environ Int.* [Internet] 2020 March [cited 25 April 2022]; Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31945693/>
24. Guo Y, Kannan K. A survey of phthalates and parabens in personal care products from the United States and its implications for human exposure. *Environ Sci Technol.* [Internet] 2013 Dec 17 [cited 25 April 2022]; 47(24); Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24261694/>
25. Upson K, Shearston JA, Kioumourtzoglou MA. Menstrual Products as a Source of Environmental Chemical Exposure: A Review from the Epidemiologic Perspective. *Curr Environ Health Rep.* [Internet] 2022 Mar [cited 27 April 2022];9(1):38-52; Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35302185/>
26. Singh J, Mumford SL, Pollack AZ, Schisterman EF, Weisskopf MG, Navas-Acien A, Kioumourtzoglou MA. Tampon use, environmental chemicals and oxidative stress in the BioCycle study. *Environ Health.* [Internet] 2019 Feb 11 [cited 27 April 2022];18(1):11; Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30744632/>
27. Berger, Kimberly & Kogut, Katherine & Bradman, Asa & She, Jianwen & Gavin, Qi & Zahedi, Rana & Parra, Kimberly & Harley, Kim. Personal care product use as a predictor of urinary concentrations of certain phthalates, parabens, and phenols in the HERMOSA study. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology.* [Internet] 2019 January [cited 27 April 2022]; Available in: https://www.researchgate.net/publication/322351188_Personal_care_product_use_as_a_predictor_of_urinary_concentrations_of_certain_phthalates_parabens_and_phenols_in_the_HERMOSA_study

28. Darbre P. D, Byford J R, Shaw L. E, Horton R. A, Pope G. S, Sauer M. J. Oestrogenic activity of isobutylparaben in vitro and in vivo, *Journal of Applied Toxicology* [Internet] 2002 July 18 [cited 27 April 2022]; 23(1):43-51 Available in: <https://analyticalsciencejournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jat.860>
29. Darbre, P. D., Aljarrah, A., Miller, W. R., Coldham, N. G., Sauer, M. J., & Pope, G. S. Concentrations of parabens in human breast tumors. *Journal of Applied Toxicology* [Internet] 2004, [cited 27 April 2022] 24(1), 5–13. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14745841/>
30. Darbre PD, Byford JR, Shaw LE, Hall S, Coldham NG, Pope GS, Sauer MJ. Oestrogenic activity of benzylparaben. *Journal of Applied Toxicology*. [Internet] 2003 Jan-Feb; [cited 27 April 2022] 23(1):43-51. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12518336/>
31. Scialli R Anthony. Tampons, dioxins, and endometriosis. *Reproductive Toxicology* [Internet] 2001 May-June; [cited 27 April 2022] 15(3):231-238. Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0890623801001344>
32. Alves Chacon Silvia, Endometriosis, *Revista de Salud y Bienestar* [Internet] 2022 julio 28; [citado 27 Agosto 2022] Disponible en: <https://www.webconsultas.com/endometriosis/endometriosis-498>
33. Martínez-Zamora MA, Mattioli L, Parera J, Abad E, Coloma JL, van Babel B, Galceran MT, Balasch J, Carmona F. Increased levels of dioxin-like substances in adipose tissue in patients with deep infiltrating endometriosis. *Hum Reprod.*[Internet] 2015 May; [cited 27 August 2022] 30(5):1059-68. Available in <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25743783/>
34. Bustamantes Montes P, Lizama Soberanis B, Olaiz Fernandez G, Vazque Moreno F. Ftalatos y efectos en la salud. *Revista internacional de contaminación ambiental* [Internet] 2011 [citado 27 Agosto 2022] 17(4): 205-215. Disponible en: <https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/25362>

35. Huang PC, Kuo PL, Chou YY, Lin SJ, Lee CC. Association between prenatal exposure to phthalates and the health of newborns. *Environ Int.* [Internet] 2009 [citado 27 Agosto 2022];35(1):14-20 Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18640725/>
36. Guo Y, Kannan K. Comparative Assessment of human exposure to phthalates esters from house dust in China and the United States, *Environmental science & technology.* [Internet] 2011 [citado 27 Agosto 2022]; 45(8), 3788-3794 Available from: <https://pubs.acs.org/action/showCitFormats?doi=10.1021%2Fes2002106&href=/doi/10.1021%2Fes2002106>
37. Ortega A, Asociación de cáncer de mama con ftalatos seleccionados: modificación por el consumo de flavonoides. Instituto nacional de salud pública, Escuela nacional de salud pública de México. [Internet] 2015[citado 27 Agosto 2022] Available from: <http://catalogoinsp.mx/files/tes/054495.pdf>
38. Paredes C, Ortiz A, Romero P. Exposición laboral a sustancias químicas que actúan como disruptores endocrinos asociados con el desarrollo de cáncer, revisión sistemática de 2009 a 2019. Universidad del Rosario. [Internet] 2019 [citado 27 Agosto 2022] Available from: <https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/20647/OrizRevelo-GustavoAndres-2019-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
39. Sáenz L, Efectos nocivos en la salud de los disruptores endocrinos: revisión bibliográfica, Facultad de medicina, Universidad de Zaragoza, [Internet] 2021 [citado 27 Agosto 2022] Available from: <https://zaguan.unizar.es/record/111290/files/TAZ-TFG-2021-649.pdf>
40. Abellán A, Los disruptores endocrinos: ¿qué son y cómo nos afectan? - Blog. (n.d.). ISGlobal. Retrieved [Internet] Febrero 02 2020, [citado 31 Agosto 2022] Disponible en: <https://www.isglobal.org/healthisglobal/-/custom-blog-portlet/los-disruptores-endocrinos-que-son-y-como-nos-afectan-/6113487/0>
41. Archer JC, Mabry-Smith R, Shojaee S, Threet J, Eckert JJ, Litman VE. Dioxin and furan levels found in tampons. *J Womens Health (Larchmt).* [Internet] 2005 May; [citado 27

Agosto 2022]14(4):311-5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15916504/>

42. Ashelby L, Fox R. Chronic vaginal ulceration associated with continuous use of cotton tampons. *J Obstet Gynaecol.*[Internet] 2006 Jan. [citado 27 Agosto 2022] 26(1):75-6 Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16390723/>

43. Kogevinas M. Human health effects of dioxins: cancer, reproductive and endocrine system effects. *Hum Reprod Update.* [Internet] 2001 May-Jun;[citado 27 Agosto 2022]7(3):331-9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11392380/>

44. Hussain A, Ahsan F. The vagina as a route for systemic drug delivery. *J Control Release.* [Internet] 2005 Mar 21; [citado 27 Agosto 2022] 103(2):301-13. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15763615/>