



Identificación de disruptores endocrinos en carne de pollo: Revisión documental

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca
Facultad de Ciencias de la salud
Programa de Bacteriología y Laboratorio clínico
Trabajo de Grado
Bogotá D.C, septiembre 03 de 2021



Identificación de disruptores endocrinos en carne de pollo: Revisión documental

Paula Julieth Cubides Acero
Daniela Valentina Diaz Bernal
Lizeth Verónica Giraldo Chaparro

Asesores internos

Jennifer Carolina Gutiérrez Suarez
Mg. Ciencias Farmacéuticas Universidad Nacional

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca
Facultad de Ciencias de la salud
Programa de Bacteriología y Laboratorio clínico
Trabajo de Grado
Bogotá D.C, septiembre 03 de 2021



Identificación de disruptores endocrinos en carne de pollo: Revisión documental

Aprobada: _____

Jurados: _____

Asesores internos

Jennifer Carolina Gutiérrez Suarez

Mg. Ciencias Farmacéuticas Universidad Nacional

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca
Facultad de Ciencias de la salud
Programa de Bacteriología y Laboratorio clínico
Trabajo de Grado
Bogotá D.C, septiembre 03 de 2021

Tabla De Contenido

Resumen	8
Introducción	9
1.Planteamiento del problema	10
2.Objetivos de investigación	11
2.1 Objetivo general	11
2.2 Objetivos Específicos	11
3.Justificación	12
4.Marco teórico	13
4.1 Antecedentes	13
4.2 Bases teóricas	15
4.2.1. Carne de pollo	15
4.2.2. Cadena de producción	15
4.2.3. Producción avícola	16
4.2.4 Consumo de la carne de pollo	18
4.2.5 Disruptores endocrinos (DE)	19
4.2.6 Disruptores Endocrinos más comunes	20
4.2.7 Mecanismos de acción de los Disruptores Endocrinos	20
4.2.8 Vías de entrada de los Disruptres Endocrinos	21
4.2.9 Efectos de Disruptores Endocrinos en el hombre y en los animales	21
4.2.10 Dosis respuesta	22
4.2.11 Disruptores Endocrinos en alimentos	23

4.2.12 Disruptores Endocrinos en pollo	25
5. Diseño Metodológico	27
5.1 Tipo de Investigación: Descriptivo no experimental de corte transversal	27
5.2 Alcance de la investigación:	27
5.3 Universo, Población y Muestra	27
5.4 Criterios de inclusión y exclusión	28
6. Resultados	29
7. Discusión	33
8. Conclusiones	37
Referencias	38
Anexos	51

Índice de Figuras

Figura 1 Razas de pollo más utilizadas en Colombia.....	15
Figura 2 Producción de carne de pollo en Colombia periodo 2018-2019.....	17
Figura 3 Consumo per cápita de carne de pollo a nivel mundial y en Colombia.....	18
Figura 4 Clasificación de algunos Disruptores Endocrinos según su naturaleza.....	19
Figura 5 Palabras claves para la búsqueda	29
Figura 6 Año de publicación y categorización de los artículos	30
Figura 7 País de publicación.....	31
Figura 8 Disruptores Endocrinos reportados en carne de pollo y Partes del pollo con Disruptores Endocrinos respectivamente.....	32

Lista de anexos

Anexo 1 Tabla Valores nutricionales de las diferentes partes del pollo al ser cocinado (asado)...	51
Anexo 2 Tabla Disruptores Endocrinos más comunes.....	52
Anexo 3 Tabla general de resultados.....	54
Anexo 4 Tabla Disruptores Endocrinos en alimentos.....	56
Anexo 5 Tabla Disruptores Endocrinos en carne de pollo.....	57

Resumen

Los Disruptores Endocrinos (DE) son sustancias consideradas como alteradores de la homeostasis del organismo animal, vegetal y humano, sus orígenes pueden darse de forma natural del cuerpo biótico o de forma externa por contacto con algún tipo de compuesto químico, generando tanto efectos acumulativos como perjudiciales en cualquier etapa del ciclo vital. Al verse esta afectación en cualquier organismo, la cadena alimentaria puede ser considerada una de las principales vías de exposición de los DE, siendo los grandes mamíferos, grandes depredadores, y en especial los humanos quienes terminen con la mayor concentración de DE resguardado en su ser. La carne de pollo, al ser un producto de alto consumo global, y debido a los procesos industriales a los que se ve expuesto, puede contaminarse por diferentes fuentes a DE y llevarlos a los potenciales consumidores. Para ello, se realizó una revisión documental de 76 artículos científicos y 13 documentos oficiales donde se obtuvieron los siguientes resultados: Los principales DE encontrados en carne de pollo eran plastificantes (ftalatos, bisfenol A), dietilestilbestrol, bifenilos (polibromados y policlorados) con 16,7% y las principales presas donde se encontraban fueron pechuga 28.2%, vísceras 20.5% y muslo 17.9%. La industria avícola junto a las entidades nacionales e internacionales deben vigilar, normar y controlar estas sustancias toda vez que su exposición genera impactos irreversibles en la salud pública.

Palabras clave: Disruptor Endocrino, Carne de Pollo, Consumo de Pollo, Efectos disruptores endocrinos.

Introducción

Un problema creciente para la ciencia, industria y salud es la presencia de DE en un gran porcentaje de productos. Los DE son sustancias químicas que alteran el sistema endocrino del humano ocasionando una disfunción. Según la base de datos The Endocrine Disruption Exchange (TEDX) para el 2011, habían 881 moléculas identificadas como DE, las cuales para 2017 alcanzaron un total de 1419 ¹. En su primera declaración científica durante 2009, la sociedad endocrina ha expresado su grave preocupación por el papel perjudicial de estos compuestos en la reproducción y el desarrollo sexual, en los distintos tipos de cáncer, obesidad y afectaciones a nivel cardiovascular ⁴.

La exposición a los DE se da principalmente a través del polvo, agua, absorción por piel, mediante inhalación de gases y partículas en el aire; no obstante, los humanos también están expuestos continuamente a estas moléculas por medio del consumo de una variedad de productos alimenticios como es el caso de la carne de pollo ². Se estima que aproximadamente 1.000 de cada 100.000 productos fabricados para consumo humano, utilizan sustancias químicas para mejorar su producción y características organolépticas, así como para favorecer su conservación, sin tener en cuenta la acción de estas sobre el sistema endocrino ³.

Uno de los productos cárnicos con mayor consumo a nivel mundial según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) es la carne de pollo, cuya ingesta anual alcanza un 14.2 kg por persona; lo que conlleva a que la industria avícola genere estrategias para cumplir con la creciente demanda, pero sin descuidar la calidad del producto que ofrece.

Los DE pueden considerarse sustancias omnipresentes en el ambiente ya que se han encontrado en varios productos de uso industrial o doméstico, así como en el pienso utilizado en la cadena de producción avícola, por lo que teniendo en cuenta el impacto de estos compuestos sobre la salud del consumidor se evidencia la importancia de su identificación como parte de los requisitos

mínimos en seguridad alimentaria. En este contexto el objetivo del presente trabajo es realizar una revisión documental sobre los DE encontrados y reportados en carne de pollo.

Identificación de disruptores endocrinos en carne de pollo: Revisión documental

1.Planteamiento del problema

La sociedad científica endocrina define un DE como “un agente exógeno que interfiere con la síntesis, secreción, transporte, metabolismo, acción de unión o eliminación de las hormonas naturales transmitidas por la sangre que están presentes en el cuerpo y son responsables de la homeostasis, la reproducción y el proceso de desarrollo”⁴.La persistencia de sustancias químicas capaces de alterar el funcionamiento hormonal en el hombre, ha recobrado importancia durante las últimas décadas teniendo en cuenta la presencia de estas moléculas en diferentes productos alimenticios incluyendo la carne de pollo. Tras la creciente demanda de productos avícolas es necesario determinar si el consumo de los mismos es seguro o si por el contrario contribuye al desarrollo de múltiples enfermedades convirtiéndose en un problema de salud.

Teniendo en cuenta este excesivo consumo, la industria avícola se ha visto abocada a implementar estrategias para cumplir con la demanda en menor tiempo, lo cual en algún momento durante la cadena de producción le implique el uso de sustancias químicas para acelerar el proceso, de manera directa sobre el pollo o sobre su alimentación. En este sentido la pregunta a resolver es ¿Existen reportes de sustancias con actividad endocrina que contaminen de manera indirecta y directa durante la producción y comercialización de la carne de pollo?

2.Objetivos de investigación

2.1 Objetivo general

Realizar una revisión documental sobre la identificación de disruptores endocrinos en carne de pollo

2.2 Objetivos Específicos

-Determinar las tasas de consumo de carne de pollo a nivel nacional y mundial

-Identificar mediante revisión bibliográfica las sustancias utilizadas en la cadena de producción y comercialización de carne de pollo reportadas como posibles disruptores endocrinos

-Evidenciar los posibles efectos asociados al consumo de carne de pollo contaminada con disruptores endocrinos

3. Justificación

Uno de los productos cárnicos con mayor consumo a nivel mundial según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) es la carne de pollo cuya ingesta anual alcanza un 14.2 kg por persona; lo que conlleva a que la industria avícola genere estrategias para cumplir con la creciente demanda, pero sin descuidar la calidad del producto que ofrece

La carne de pollo es uno de los alimentos de origen animal, que más se consumen en el mundo según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en la última década a nivel mundial el consumo per cápita de carne de pollo aumentó en un 15%, estimándose en 14.2 kg por persona por año. En 2018 se reportó que el consumo fue de 105.6 millones de toneladas, siendo Brasil, Estados Unidos, Israel y Países Bajos, los de mayor consumo de esta proteína animal ^{5 6}. En cuanto al consumo de carne de pollo en Colombia según la Federación Nacional de Avicultores de Colombia (FENAVI) este creció notablemente en la población, siendo que para 2018 se reportó 32.1 kg/habitante, comparándolo con años anteriores como son 2014 y 2013 en donde el consumo fue 27,4 kg/habitante y 28,9 kg/habitante respectivamente ⁷.

Debido a que los DE podrían considerarse sustancias omnipresentes en el ambiente, al encontrarse en varios productos de uso industrial o doméstico e incluso en algunos concentrados, desde que el pollo nace se encuentra expuesto a este tipo de compuestos de manera constante a lo largo de la cadena de producción ya sea por la comida, promotores de crecimientos, residuos de pesticidas en el agua, o incluso durante el proceso de traslado y comercialización por la liberación de compuestos sobre el producto, como por ejemplo el reconocido bisfenol A (BPA) presente en algunos recipientes plásticos utilizados para transportar alimentos, lo que convierte a la carne de pollo en un posible acumulador de DE perjudiciales para la salud ⁸.

Por lo anterior, la presente revisión documental se enfocará en identificar y recopilar información sobre aquellas sustancias con actividad endocrina en carne de pollo.

4.Marco teórico

4.1 Antecedentes

El término “disruptor endocrino” (endocrine disruptor) fue adjudicado por primera vez en la literatura científica en 1993 por Colborn T. et al.⁹, colocando este tipo de sustancias como foco de preocupación en relación a los efectos deteriorantes de la salud humana y animal. Este tema ha evolucionado, y ha sido evaluado por diferentes organizaciones mundiales, como por ejemplo la OMS, que en 2012 define: “Los disruptores endocrinos son compuestos químicos que interfieren de alguna manera con la acción hormonal y al hacerlo pueden alterar la función endocrina tal que dé lugar a efectos adversos en la salud humana y la vida silvestre”¹⁰. La ingesta de alimentos, junto a la inhalación de aire contaminado con DE, el agua y la absorción por la piel ¹⁰, son los principales medios para la exposición a estos compuestos.

El consumo de carne de pollo ha crecido notablemente en los últimos años por lo que se busca que los pollos de engorde cumplan con características como: el peso ideal, la jugosidad y la ternura en la carne de pollo. Para esto se han establecido prácticas como la hormonización con sustancias químicas, por ejemplo los estrógenos, los cuales incrementan el tamaño del animal y la calidad de la carne; siendo demostrado por Wesley et al ¹¹ quienes observaron un incremento significativo en la suavidad y jugosidad de la carne del pollo, en especial en las hembras, por efecto de la hormonización, al disminuir los niveles de proteína en la alimentación de pollos masculinos y femeninos a diferentes edades inyectándoles con dietilestilbestrol y suministrando pastillas de metimazol; por lo tanto el consumo de alimentos de alta demanda por parte de la población mundial es de vital vigilancia ⁵⁷.

Debido a que el pollo tiene diferentes fuentes de exposición a DE, una vez consumidas este tipo de sustancias es necesario conocer en qué lugar del animal se depositan, cómo por ejemplo en el caso de afectación accidental de piensos por bifenilos polibromados (PBB). En 1977 y 1979 se estudió este hecho, al analizar la presencia del isómero y los niveles en el que se encontraban en la carne de pollo, allí se observó que algunos contaminantes pueden bioacumularse en el tejido graso del pollo, más frecuentemente en la piel del muslo y en la pechuga ^{12 13}.

Adicionalmente, se ha descrito la administración directa de DE en pollos, como es el caso de Diethylstilbestrol (DES) el cual es un anabolizante que promueve su crecimiento y aumenta su musculatura, por lo que se espera que el animal metabolice y elimine el compuesto naturalmente. No obstante, Agthe et al ¹⁴ evaluó la eliminación del DES, encontrando que 2 semanas y 3 meses después de su administración, no disminuyó la concentración por la acumulación en hígado y riñón al ser los metabolizantes del compuesto. Otro compuesto que demostró una bioacumulación fue el bifenilo policlorado en pollos de engorde, al darse principalmente en las 2 primeras semanas de alimentación, siendo el sitio de depósito la grasa abdominal ¹⁵.

Por otra parte, 15 años después del reconocimiento de este tipo de compuestos, se ha descubierto que la contaminación persistente del medio ambiente con DE afecta la composición hormonal de la vida silvestre, los peces y los humanos por medio de diferentes mecanismos. Los principales efectos demostrados en humanos fueron la obesidad, la diabetes tipo 2 y la pubertad precoz y con respecto a los animales de vida silvestre, se lograron encontrar efectos reproductivos, cómo por ejemplo la aparición de órganos masculinos en hembras ¹⁶.

Con el paso del tiempo los DE afectarán y se almacenarán en el animal, ascendiendo en la cadena trófica, por lo que al momento de ser consumido por el humano genera efectos dañinos a largo plazo. Por lo tanto, la exposición a DE a través de alimentos de origen animal es cada vez mayor, lo anterior se demuestra en un estudio realizado por Shao, B. et al ¹⁷ donde determinaron la presencia de sustancias químicas como lo son nonilfenol (NP), octil-fenol (OP) y bisfenol A

(BPA), ya que se ha evidenciado y reportado contaminación de estos compuestos en alimentos de origen animal gracias a que son lipofílicos.

Debido a la diversidad de compuestos y fuentes de exposición, así mismo cómo las consecuencias en salud pública, se han implementado regulaciones que buscan limitar su uso e incluso prohibirlos en diferentes industrias según los efectos que causen. Sin embargo, pese a los esfuerzos, estas regulaciones han sido insuficientes, ya que cada vez es mayor la lista de sustancias con potencial de DE y algunos de estos no son ni testeados y mucho menos regulados

18

4.2 Bases teóricas

4.2.1. Carne de pollo

La industria avícola hace parte de las productoras de alimentos proteicos más importantes para una población mundial que aumenta en cantidad, y para la cual se necesitan productos cada vez más eficientes en tiempo, con un alto contenido nutricional, generando adaptaciones oportunas en respuesta a estas condiciones.

Por lo tanto, es importante resaltar la influencia de la selección de la especie y razas de pollos que mejoren esta eficiencia y ofrezcan un producto adecuado para el consumo. La especie usada para el engorde es el *Gallus domesticus*, y en Colombia, las razas más utilizadas en esta industria son el Pollo Ross 308, Pollo Cobb 500 y Pollo Hubbard¹⁹ (Figura 1). Una vez estos pollos son engordados, durante su procesamiento para obtener la carne de pollo, se pueden obtener diferentes presas, las cuales pueden ser preparadas de diversas maneras ofreciendo a los consumidores distintas opciones para su disfrute con diferentes aportes nutricionales (Ver Anexo 1).

Figura 1. Razas de pollo más utilizadas en Colombia



Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) ¹⁹

4.2.2. Cadena de producción

La cadena de producción de esta industria globalizada tiene distintas fases con múltiples operaciones, objetivos y diferentes localizaciones. Comienza en la granja reproductora, la cual tiene como objetivo producir huevos fértiles aptos y dentro de sus funciones tiene el recolectar, almacenar y transportar los huevos a la planta incubadora, siendo esta última la encargada de supervisar la incubación y el nacimiento, para así producir pollitos saludables y comenzar el proceso de engorde en la granja productora ^{20 21}.

En estas granjas se da la crianza, el engorde y en ocasiones el sacrificio de las aves. Para la alimentación de las razas, entre los principales ingredientes utilizados se encuentra el maíz, el trigo, la soja y la soja con grasa y se tiene en cuenta la fase de crecimiento del pollo para así, tener un programa de alimentación bien establecido para su dieta de engorde ^{20 21}

A lo largo del proceso de sacrificio se tienen diversas etapas que llevan al producto final de la carne; comenzando con la manipulación de los pollos vivos y el aturdimiento por medio de electricidad o por la utilización de dióxido de carbono y luego se da el sacrificio. Se continúa con el escaldado, que consiste en aflojar los folículos de las plumas a través de la inmersión del pollo en agua caliente, se sigue con el desplume, el eviscerado y el procesamiento de las menudencias como un proceso de limpieza al interior del cuerpo del animal ²².

Una vez completada esta parte de sacrificio y limpieza, se realiza un proceso de refrigeración para obtener niveles adecuados de vida útil. Una vez finalizado el ciclo de refrigeración, se

realiza un pesaje y una clasificación, seguido de un troceado, el deshuesado, y según el producto, se marina y se porciona o se lonchea. Por último, se realiza el procesamiento de los lotes; sin embargo, para aprovechar aún más el valor que puede dar el animal se muelen de igual forma los cuellos, huesos y otros desperdicios que pueden ser vendidos como proteína animal o para la fabricación de otros productos como los nuggets ²².

4.2.3. Producción avícola

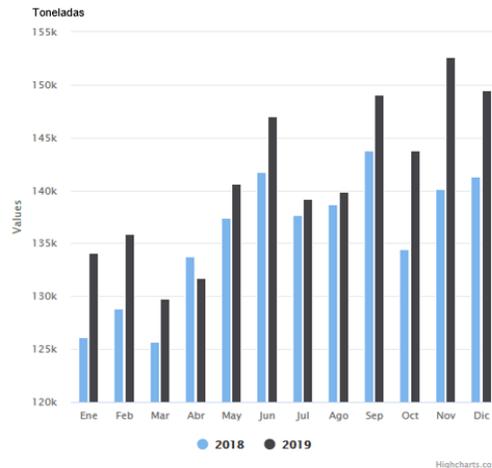
Los productos provenientes de la industria avícola han tomado importancia a la hora de usarse para la alimentación a nivel mundial, creciendo así su consumo y producción lo que ha generado la consolidación, posicionamiento de esta industria, como una de las que mayor requerimiento presenta a medida que crece la población. Esto ha llevado a que la carne proveniente de aves de corral representa casi un tercio de la carne producida y consumida mundialmente, ubicando la carne de pollo como favorita por encima de otras carnes de aves como la de pavo, pato y ganso ²¹ ²³.

Según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura) el crecimiento del consumo de pollo se ha derivado del precio de este cárnico el cual resulta asequible para un porcentaje significativo de la población, de allí la continua demanda de este producto ha generado que la industria responda de manera eficiente, rápida conllevando a un ciclo de producción más corto, pero a su vez mejorando aspectos como sanidad, alimentación y genética de las aves ²⁴. A nivel mundial la producción avícola incrementó de 9 a 122 millones de toneladas entre 1961 y 2017, para 2017 esta carne representó el 37% de la producción mundial de carne posicionándose como una de las favoritas de los consumidores. Los países que se catalogan como mayores productores de carne avícola a nivel mundial son Estados Unidos representando el 18% de la producción mundial, seguido de China, Brasil y la Federación Rusa ²⁵.

Según FENAVI (Federación Nacional de Avicultores de Colombia) para 2017 Colombia tuvo una producción de 1.563.569 toneladas (130.297 toneladas/mes), evidenciando un récord para la industria avícola y representando un crecimiento económico para el país del 5.7%. En este

sentido, el sector avícola se ha ido preparando hasta llegar a un crecimiento productivo de 160.000 toneladas al mes para el 2018, con una tasa de incremento del 3,9% en comparación con el 2017 . En este mismo año el consumo per cápita tuvo una cifra de 32,8 Kg/habitante, de la cual el 96.3% de esta demanda fue suplida por la industria avícola nacional ^{6 26} .

Figura 2. Producción de carne de pollo en Colombia periodo 2018-2019



Fuente: Federación Nacional de Avicultores de Colombia (FENAVI)²⁷

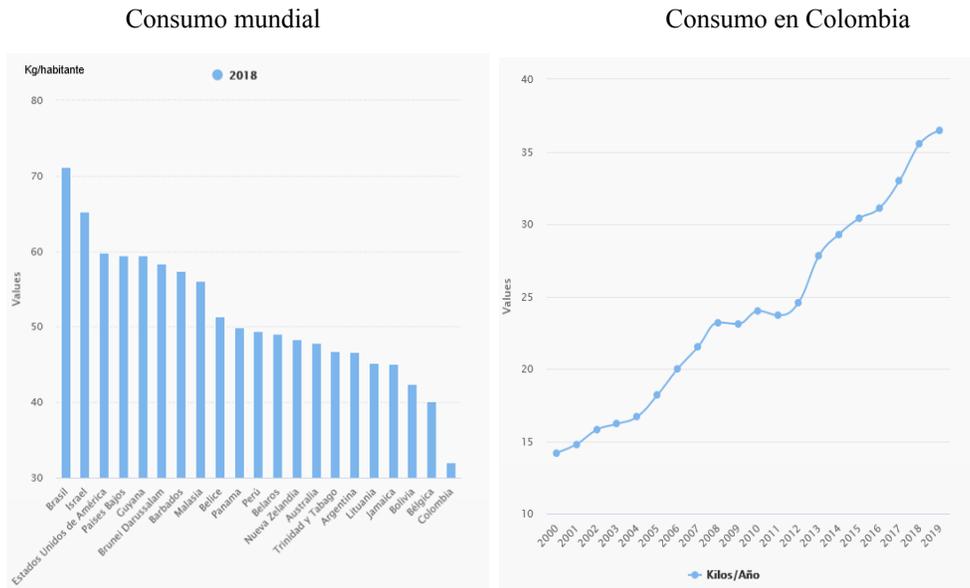
La figura 2 nos muestra que los meses donde hubo mayor producción de carne de pollo respecto al año 2018 fueron septiembre con 143.772 toneladas y junio con 141.775 toneladas. Respecto al año 2019 se tuvo una producción anual de carne de pollo de 1.693.178 toneladas donde se observa un crecimiento notable respecto a años como 2017 y 2018, en cuanto a los meses donde la producción fue mayor tenemos noviembre con 152.613 toneladas seguido de diciembre con 149.507 toneladas, septiembre con 149.043 toneladas y junio con 147.000 toneladas ²⁷ .

4.2.4 Consumo de la carne de pollo

El consumo mundial para el 2018 estaba liderado por Brasil con 71.2 kg/ habitante, seguido de Israel con 65,23 kg/ habitante, Estados Unidos 59,82 kg/ habitante, Países bajos 59,52 kg/ habitante, Guyana 59,46 kg/ habitante, consolidándose como los cinco países que más consumen

carne de pollo. En cuanto a Colombia este se encuentra en la posición 28 a nivel mundial siendo su consumo de 32,07 kg/ habitante, como se evidencia en la (Figura 3)²⁷.

Figura 3. Consumo per cápita de carne de pollo a nivel mundial y en Colombia



Fuente: Federación Nacional de Avicultores de Colombia (FENAVI) ²⁷.

El consumo de carne de pollo para Colombia como lo muestra la figura 3 en el año 2017 fue de 33.00 kilos/ año, para 2018 fue de 35,55 kilos/ año y para el 2019 fue de 36,37 kilos / año donde se puede hacer visible que hay una constante demanda del producto y a su vez esto deduce que la carne de pollo es un alimento que se encuentra en la dieta habitual de los consumidores ²⁷. En un estudio realizado por FENAVI en el año 2017 que denominaron hábitos de compra y consumo de pollo segmentos de ama de casa, se observó que generalmente la carne de pollo era la segunda opción de compra con un 40%. Asimismo, se determinó que el lugar donde más se compra el pollo crudo son las famas y carnicerías con un 36%, seguido de tiendas de barrio o graneros con un 24%, tiendas de pollo de marca con un 15% y plazas de mercado con un 9% ⁷.

4.2.5 Disruptores endocrinos (DE)

Tras la conferencia de Wingspread de la Federación Mundial de Vida Silvestre (WWF) se definió un DE como “Una sustancia exógena que causa efectos adversos para la salud en un organismo intacto y/o su progenie, como consecuencia de cambios en la función endocrina”²⁸.

Existen diferentes formas de clasificar este tipo de sustancias disruptoras, una de ellas es según su naturaleza como sustancia natural o artificial (Figura 4); cómo los los fitoestrógenos⁴ y algunos micoestrógenos^{28 29}; en cuanto a las sustancias artificiales, estas son producidas sintéticamente y utilizadas en las diferentes industrias^{4 30}.

Figura 4: Clasificación de algunos Disruptores Endocrinos según su naturaleza.



Fuente: Propia: Endocrine-Disrupting Chemicals: An Endocrine Society Scientific Statement. Diamanti-Kandarakis et al⁴, Endocrine Disrupting Chemicals: Effects on Endocrine Glands Lauretta R, Sansone A, Sansone M, Romanelli F, Appetecchia AM³¹

También hacen parte de los DE algunos metales de los cuales se reconoce al plomo, el mercurio, entre otros. Otra de las clasificaciones es de acuerdo a su uso: agricultura, productos de consumo, industria, medicina, entre otras^{31 32}.

La OMS reconoce cerca de 800 sustancias confirmadas o con sospecha de poder alterar el sistema endocrino¹⁰. En ese contexto se ha evidenciado que los estudios realizados se hacen con mayor frecuencia en ciertas clases de disruptores endocrinos esto explicado por presentar una

mayor producción del mismo o por tener mayor prevalencia en la afectación y exposición a los animales afectados incluido el hombre (Ver Anexo 2).

4.2.6 Disruptores Endocrinos más comunes

En cuanto al origen de los DE los podemos agrupar según el entorno donde son utilizados ³¹. En el entorno industrial encontramos los PCBs, los cuales son empleados como sustancias dieléctricas o lubricantes en equipos eléctricos, también presentes en pinturas y tintas. En el entorno residencial podemos encontrar los Ftalatos empleados como plastificantes y encontrados en cosméticos, tubos médicos, juguetes, entre otros, los cuales han demostrado ser contaminantes de alimentos y bebidas; el BPA es utilizado en resinas y plásticos, presente en los envases de algunos alimentos lo cual contribuye a la exposición continua del mismo en el hogar y el medio ambiente.^{7 30}. Por su parte en el entorno agrícola se utilizan herbicidas como ATR, el cual es empleado para el control de las malezas de cultivos de maíz y caña de azúcar. Finalmente, los fármacos como los parabenos, se encuentran presentes en el entorno urbano como agrícola, igualmente este compuesto es utilizado en los cosméticos y algunos alimentos.^{29 33 34}.

Algunos DE como bifenilos polibromados (PBB), DDT, PCB, entre otros; se caracterizan por ser contaminantes orgánicos persistentes (COP), es decir que tienen la capacidad de bioacumularse en el medio ambiente, son altamente tóxicos y tienen periodos prolongados de duración en los organismos; estos a su vez poseen la propiedad de lipofilia la cual le permite acumularse en el tejido graso, siendo este un factor de riesgo para los animales silvestres, domésticos y el humano ^{33 34}.

4.2.7 Mecanismos de acción de los Disruptores Endocrinos

El sistema endocrino es una compleja red de órganos que se encuentran conectados por hormonas, controlando así múltiples procesos del cuerpo humano tales como el crecimiento, el desarrollo sexual y el mantenimiento funcional de otros órganos ³⁵. En este contexto los DE intervienen de manera significativa en estas funciones, imitando total o parcialmente las hormonas, logrando así alterar el metabolismo in vivo.

Estos DE pueden ejercer sus efectos en el cuerpo de diferentes maneras:

- a. Se pueden unir a un receptor hormonal activando su vía de señalización
- b. Unión a un receptor inactivando su vía de señalización hormonal
- c. Interacción con componentes de la vía de señalización hormonal luego de la activación del receptor
- d. Estimulación o inhibición de la biosíntesis de hormonas endógenas
- e. Unión a la proteína transportadora de hormonas
- f. Estimulación o inhibición de la síntesis o degradación de proteínas de unión a hormonas

36.

Algunos de los receptores a los cuáles se pueden unir los DE se encuentran los receptores androgénicos, receptores estrogénicos, receptor de la hormona tiroidea, entre otros. De igual forma, se ha demostrado que algunos DE pueden ser inofensivos por sí solos, pero pueden presentar sinergismo junto a otras sustancias de este tipo, llevando a cabo un efecto cóctel en donde pueden llegarse a presentar alteraciones en el sistema endocrino, siendo los ejes del hipotálamo-glándula pituitaria-tiroideas (HPT), hipotálamo-glándula pituitaria-gónadas (HPG), hipotálamo-glándula pituitaria-suprarrenal (HPA) los más afectados por este tipo de sustancias³¹.

4.2.8 Vías de entrada de los Disruptores Endocrinos

Existen diversas rutas de entrada de los DE, siendo las más frecuentes la inhalación, ingestión y contacto directo con la piel³¹ y a su vez estas rutas se relacionan con las fuentes de exposición a los mismos, la cual puede ser de forma involuntaria como es el caso de: los envases plásticos de uso común para almacenamiento de alimentos y bebidas, plásticos utilizados en la fabricación de juguetes, consumo de alimentos contaminados, uso de herbicidas en actividades agrícolas, derrames tóxicos accidentales, contaminación por desechos animales, e industriales junto a los productos químicos con capacidad de filtración en el suelo y agua⁴³².

4.2.9 Efectos de Disruptores Endocrinos en el hombre y en los animales

Se ha demostrado que los DE pueden generar una afectación en cualquier momento de la vida sin embargo se conoce que el momento de exposición suele ser crucial al impacto que pueda generar

el mismo. En edades tempranas del desarrollo humano suele haber una interacción con el material genético lo que conlleva a un cambio o mutación generando susceptibilidad frente a algunas enfermedades a corto o largo plazo e incluso estas mutaciones pueden transmitirse de generación a generación ³⁵.

Algunas de las enfermedades resultantes de la exposición a los DE son de origen endocrino, inmunológico, digestivo, cardiovascular, reproductivo y metabólico (incluida la obesidad, obesidad infantil y diabetes) ¹⁰. Algunos de los efectos que se han evidenciado en la población mundial son: disminución de la fertilidad, pubertad precoz, criptorquidia, síndrome de ovario poliquístico, cáncer de mama, de próstata, de tiroides y de testículo, desequilibrio en las respuestas inmunitarias proinflamatorias y antiinflamatorias, el aumento del riesgo de alergias y autoinmunidad, alteraciones en el desarrollo del sistema neurológico (déficit de atención, deterioro motor, pérdida de memoria), y otros como el síndrome metabólico ^{30 37 38}.

En cuanto a la afectación en los animales algunas de las manifestaciones que se han presentado son alteraciones en la conducta sexual, modificación de caracteres sexuales secundarios, disfunciones tiroideas, alteraciones en el crecimiento, alteraciones óseas, pérdida de densidad ósea y malformaciones ³⁸.

4.2.10 Dosis respuesta

Respecto al análisis de las dosis que puedan generar algún efecto nocivo en la salud humana, se establece la relación de las dosis bajas de DE, y el comportamiento de la curva dosis-respuesta, siendo esta de vital importancia para el estudio de estos compuestos ³⁹. Normalmente la cinética de algún tipo de sustancia tóxica en la curva dosis-respuesta muestra un comportamiento lineal lo que indica un mayor efecto a mayor concentración, sin embargo, cuando se han analizado los DE se ha observado que presentan un comportamiento no monótono en forma de U, lo cual puede indicar que las dosis bajas pueden ocasionar una afectación, como también las concentraciones más altas ⁴⁰.

Numerosos DE han evidenciado efectos a dosis bajas, siendo los más frecuentes aquellos que tienen características tipo COP, de acuerdo a la frecuencia constante de exposición que se tenga³³. Los efectos reportados a bajas dosis se relacionan con la interrupción o modificación endocrina que pueda causar en el cuerpo, mientras que las dosis altas se relacionan con la saturación del receptor hormonal⁴⁰.

Adicional a los efectos acumulativos dependientes de dosis, existe otro fenómeno generado por la mezcla y acumulación de diferentes DE denominado efecto cóctel, el cual tiene mayor influencia en las etapas del desarrollo humano (embarazo e infancia), provocando enfermedades tales como: síndrome de disgenesia testicular, obesidad, Diabetes Mellitus, cáncer de mama, entre otras^{41 42}.

4.2.11 Disruptores Endocrinos en alimentos

La presencia de DE en los alimentos está relacionada con los siguientes factores asociados a las etapas de producción de los mismos: contaminación ambiental, bioacumulación en la red alimentaria, procesamiento de fabricación del alimento, migración del material utilizado para el embalaje, almacenamiento y comercialización^{42 43}.

A lo largo de los años, diversos estudios han sido realizados sobre la presencia de DE en diferentes alimentos agrupados en productos provenientes de cultivos, productos de origen animal y productos procesados. Los estudios en frutas y verduras demostraron la presencia del isómero 4-NPs (concentración de: 3.7 a 16 µg / kg) proveniente del APEO (plaguicida) el cual promovía la acumulación en la cáscara de la fruta. Entre los productos procesados se analizó la presencia de ftalatos (ftalato de di-2-etilhexilo DEHP) en aceite de oliva extra virgen el cual presentó una concentración media de 2.84 mg / kg. En los productos de origen animal se ha informado la presencia de DE como PCB en atún, crustáceos marinos, pescados, huevos, leche, productos lácteos⁴⁴; dioxinas (PCDD) y furanos (PCDF) en crustáceos marinos comestibles, carne de vacuno, pollo y mantequilla⁴⁴; también se informó la presencia de ftalatos en leche y mantequilla⁴².

La importancia de los ftalatos se ha incrementado debido a que son utilizados ampliamente como elementos plastificantes que entran en contacto con el alimento ya sea en un proceso de recolección, producción, embalaje o almacenamiento del alimento ⁴⁵. Es importante mencionar algunos procesos que pueden contribuir a la contaminación del alimento, uno de ellos es la *migración* definido como “La transferencia de componentes de los materiales en contacto con los alimentos, a los alimentos” ⁴², otro el deterioro del empaque y el tiempo de almacenamiento; ejemplo de ello es la presencia de nonilfenol en botellas plásticas de agua y envases para bebida de leche entera ⁴⁶.

Entre los plastificantes ampliamente usados en la industria alimentaria está el BPA, la presencia de este en alimentos enlatados, se debe a la resina epoxi que recubre algunas latas. En una investigación realizada en Dallas, Texas L. Birnbaum y equipo demostraron la presencia de BPA en alimentos enlatados de supermercados, en una concentración media de 3 ng/g en carnes y 12 ng/g en pescado, la mayoría de muestras (alimentos enlatados) tuvieron alguna presencia de BPA lo cual confirmaba su alta prevalencia en este tipo de alimentos ^{47 48}. Por otra parte otro tipo de sustancias como ftalatos y metales (específicamente el níquel (Ni)) se han reportado reciente en el mercado como son las cápsulas de café ; demostrando la falta de control de la utilización de estos materiales ⁴⁹.

Para el control de sustancias químicas presentes en la cadena alimentaria, existen varias entidades reguladoras que expiden normatividad respecto a las ingesta diaria tolerable, como lo son la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria, United States Environmental Protection Agency (US EPA), OMS, entre otros, mientras en Colombia, este control es ejercido por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA), Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y Entidades Territoriales de Salud (ETS) ; donde alimentos que superen la concentración de sustancias químicas permitidas en la ingesta diaria, se deberán vigilar y controlar ya sea disminuyendo la concentración, o restringiendo el uso de ese tipo de sustancias presentes ya sea en el envase, en el entorno y durante su producción o en el producto alimenticio

15 42 50 51 52 53 54

Frente a la regulación colombiana con respecto a la presencia de DE en alimentos no es muy amplia, sin embargo, la Resolución 2115/2007 establece los límites de plaguicidas presentes en el agua de consumo humano⁵⁵, la Resolución 2638/2010 prohíbe el uso industrial y comercial del dietilestilbestrol⁵⁶, la Resolución 4143/2012 prohíbe el uso del Bisfenol-A (BPA) como material plastificante que esté en contacto con alimentos y bebidas⁵⁷, y la Resolución 4506/2013 establece los límites de algunos contaminantes como las micotoxinas⁵⁴. Para 2019 la Unión Europea y la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos financió un estudio sobre Mitigación de las exposiciones tóxicas a la salud en países de ingresos bajos y medios, mediante el cual publicaron un documento titulado “Plan de acción en salud y contaminación” en donde concluyen que a la fecha Colombia no ha tomado acciones concretas frente a un contaminante prioritario como son los DE, para los cuales se requiere estrategias para su identificación y control⁵⁸.

4.2.12 Disruptores Endocrinos en pollo

Acercas de la existencia de DE en animales específicamente en aves, se ha evidenciado la presencia de diferentes organoclorados como dicloro difenil tricloroetano (DDT), Los policlorobifenilos(PCBs), hexaclorobenceno(HCB), dioxinas y dieldrin; todos ellos generan afectaciones en el sistema reproductor de la ave^{38 59}. Por otro lado, se ha reportado que polibromodifenil éteres (PBDE), DDT, PCBS y dioxinas generan afectaciones en las hormonas tiroideas causando trastornos en el desarrollo de los huevos de estas aves. Los cambios en la conducta de reproducción también se le atribuye a la exposición de estos compuestos y a pesticidas organoclorados³⁸.

Otro compuesto encontrado en pollos y que causa alteraciones en la salud del animal es el BPA siendo este un compuesto que tiene efectos xenoestrogénicos y antiandrogénicos, generando afectaciones en el desarrollo gonadal y en las características sexuales secundarias del pollo. Esto se demostró en un estudio realizado a pollos Leghorn blancos machos, que al ser suministrados con BPA y ser sacrificados se obtuvo como resultado la inhibición en el crecimiento del peine de manera considerable, así mismo el peso de los testículos fue menor, la espermatogénesis se vio

alterada ya que los túbulos seminíferos eran pequeños y apenas se observaron algunos espermatozoides maduros, comprobando que este compuesto químico tiene alteraciones en las hormonas reproductivas, dando como resultado final la feminización de pollos machos expuestos a esta sustancia tipo DE ⁶⁰.

El pollo al ser un animal productor y del que depende en gran parte la industria avícola hace que sea importante asegurar la calidad de este producto para el consumidor. Al haber diversidad de sustancias tipo DE a las que puede estar expuesto el pollo se hace necesario evaluarlas, controlarlas, vigilarlas. En un estudio hecho por Jarosova et al realizaron una investigación que tenía como objetivo analizar la distribución y nivel de acumulación de ésteres de ácido ftálico (PAE) como ftalato de dibutilo (DBP) y ftalato de di- (2-etilhexilo) (DEHP) a partir de pollos de engorde Ross 308, de los cuales se obtuvo músculo, grasa, piel e hígado para el análisis. Como resultado se obtuvo que, en el músculo, la grasa, la piel y el hígado el contenido de DEHP fue siempre superior al de DBP, a pesar de que para ambos compuestos la mayor concentración se tuvo en grasa. Así mismo se reportó que los pollos a los que se les dio dietas ricas en ftalatos mostraron mayor acumulación de estos en grasa, piel e hígado, concluyendo que las materias primas como aceites vegetales y grasa animal utilizados para la alimentación de pollos, presentan contaminación con ftalatos, los cuales al ser consumidos generan un efecto bioacumulador en los órganos del pollo lo cual afectará de manera indirecta en la salud del consumidor ⁶¹.

Sin embargo, así como se han encontrado altas cantidades de DE en la carne de pollo, también hay DE que se encuentran en bajas concentraciones en este producto de consumo habitual como es el caso de los éteres de difenilo polibromados (PBDE) ⁶²; y dado que no están químicamente unidos a algún material, pueden ser liberados por medio de polímeros y ser transportados a través del polvo, llegando a ser encontrados en leche materna, sangre humana, grasa corporal, organismos acuáticos y algunos productos alimenticios, teniendo efectos perjudiciales a nivel neurológico y tiroideo. En un estudio realizado con diferentes productos cárnicos, se reportaron bajas concentraciones de PBDE en la carne del pollo y en la carne de pavo ⁶³.

Por otro lado, la contaminación de la carne de pollo con DE puede darse de manera indirecta a través de las envolturas utilizadas para su almacenamiento como por ejemplo los plastificantes usados en los empaques que brindan mayor flexibilidad al plástico. Es así como en un estudio con pollo rostizados, empacados junto con acompañamiento de especias, se halló la presencia de ftalato de diisobutilo y ftalato de dibutilo (dos tipos de plastificantes), tanto en la carne de pollo como en las especias, pero una mayor concentración en esta última ⁶⁴.

5. Diseño Metodológico

5.1 Tipo de Investigación: Descriptivo no experimental de corte transversal

Se realizó una revisión completa y exhaustiva de la literatura utilizando las bases de datos: Croatian Journal of Food Science and Technology, Czech Academy of Agricultural Sciences, Frontiers, Karger, Nature, Oxford Academy Journals, PubMed, Revista Colombiana de Endocrinología, Royal Society Publishing, Sage Journals, Science Direct, Springer Link, Taylor & Francis y Wiley Online Library. Así como se tuvo en cuenta publicaciones expedidas por la Comisión Europea FAO, FENAVI, INVIMA, Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, OMS, Parlamento Europeo, Sociedad Endocrina de EE UU. La revisión incluyó artículos publicados entre 1958 hasta el año 2021. Se consideraron artículos en inglés y español para la revisión documental. Se utilizaron 35 combinaciones de palabras clave. Se obtuvieron artículos, documentos y publicaciones de páginas oficiales que harán parte de la revisión documental que se clasificaron en cinco categorías las cuales son: Producción de carne de pollo, Conceptualización de DE, DE en alimentos, Presencia y/o efectos de los DE en seres vivos y DE en carne de pollo.

5.2 Alcance de la investigación:

La presente investigación de tipo revisión documental abrirá camino para el análisis y discusión sobre los DE en carne de pollo, abarcando temas desde su definición y efectos en el hombre y en los animales, pasando por las posibles sustancias que son catalogadas como DE, finalizando con las fuentes que pueden afectar la carne de pollo, producto consumido a nivel mundial de forma masiva. Esta investigación permitiría profundizar sobre el riesgo alimentario al que están expuestos los consumidores dada la variedad en las formas de contaminación de DE a las que se exponen los productos cárnicos como el pollo durante su cadena de producción, almacenamiento, distribución y comercialización.

5.3 Universo, Población y Muestra

Universo: Artículos científicos y documentos oficiales que hablen sobre DE en alimentos.

Población: Artículos científicos que hablen de DE en productos cárnicos.

Muestra: Artículos científicos que hablen de DE en carne de pollo

5.4 Criterios de inclusión y exclusión

- Los criterios establecidos para la inclusión de artículos y documentos oficiales luego de su revisión fueron: La fecha de publicación se encontrará después del año 1958 hasta el año 2021, por último, que tuvieran relación con DE, sus efectos en seres bióticos y alimentos con énfasis en carne de pollo.
- En cuanto a criterios de exclusión se descartaron de la revisión documental los artículos que no cumplieran con los anteriores criterios de inclusión.

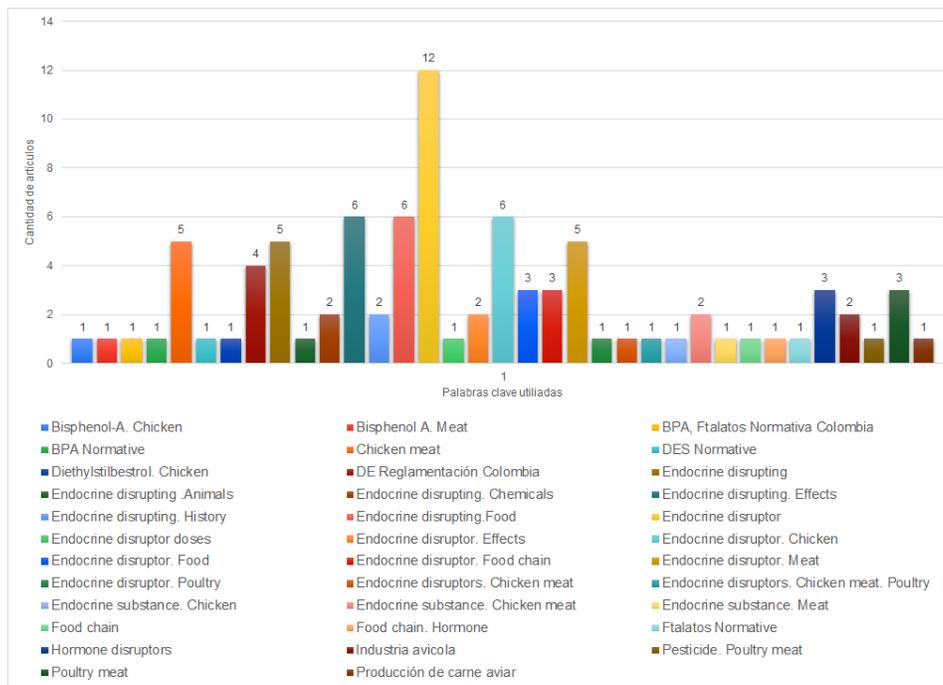
6. Resultados

A través de los años, se le ha dado mayor reconocimiento a los DE y su importancia para la salud humana, debido a las diversas formas en las que pueden ingresar al organismo y de este modo causar un problema a largo plazo en el desarrollo de grandes y pequeños. Como producto de la revisión documental usando buscadores académicos tales como Google académico, NCBI y Semantic Scholar y utilizando las siguientes palabras clave se lograron recuperar 89 documentos entre artículos científicos y documentos oficiales.

Se utilizaron 35 palabras clave que permitieron la recuperación de los artículos y documentos oficiales (Figura 5); la combinación de palabras claves más utilizadas fue “*Endocrine disruptor*” en un 13.8%; seguido de “*Endocrine disrupting. Food*” 6.74%, “*Endocrine disruptor. Chicken*”

6.74% y “*Endocrine disrupting. Chemicals*” 6.74%; como se pudo observar se utilizaron una gran variedad de palabras combinadas para la obtención de los artículos.

Figura 5. Palabras claves para la búsqueda



Fuente: Propia

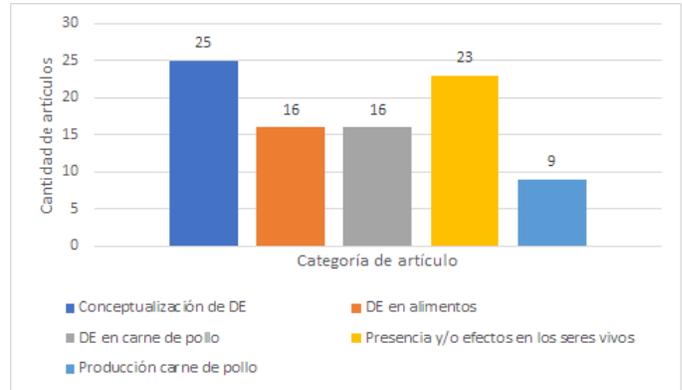
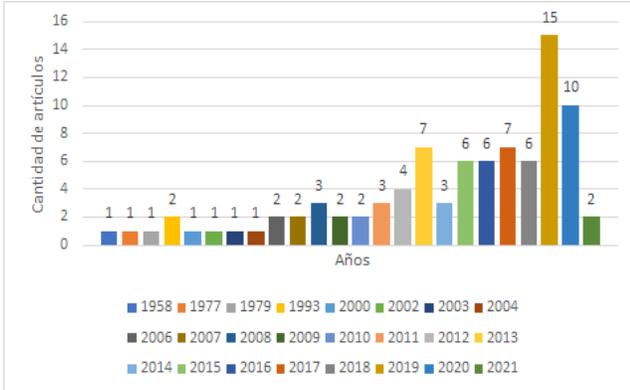
Referente a las bases de datos utilizadas, se registraron 14 bases de datos donde se recuperaron 76 artículos científicos y 13 documentos oficiales de diferentes entidades de control, la base de datos donde se encontró mayor cantidad de artículos fue Science Direct (40.78%), seguida de PubMed (28.94%); la base de datos que permitió la mayor recuperación de artículos que demostraran la presencia de DE en alimentos o carne de pollo fue Science Direct con un 61.29% dentro de estas categorías. Por otro lado, se halló que el 53.84% de documentos oficiales fueron emitidos por entidades internacionales y el 46.15% por entidades nacionales (Ver Anexo 3)

Con relación al año de publicación, se tiene que los 89 artículos científicos y documentos oficiales se encontraron en un rango de 1958 a 2021 con la siguiente distribución a lo largo de las fechas.

Figura 6: Año de publicación y categorización de artículos

Año de publicación

Categorización de artículos



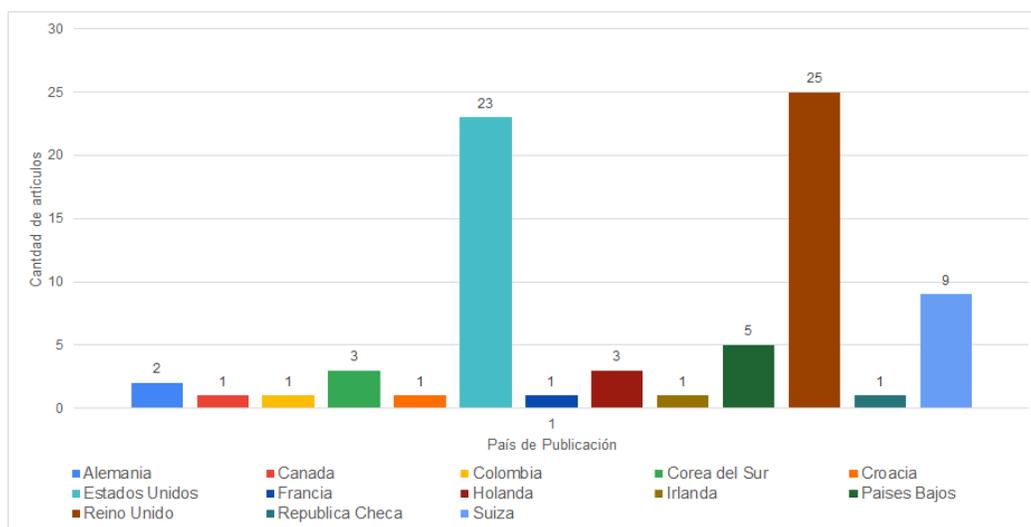
Fuente: Propia

A medida que transcurren los años, la investigación frente a la presencia, contaminación y efectos de los DE sobre la salud humana con respecto a los alimentos, adquiere una mayor relevancia como un problema de salud pública, siendo los años 2019 y 2020 en los cuales se presentaron más artículos y documentos oficiales sobre este tema con un 16.85% y un 11.23% respectivamente, y el rango con más relevancia fue entre 2015 a 2020. Este tema se reporta desde el año 1958, por lo cual este sería el primer antecedente (Figura 6).

La categoría que tuvo más relación en los documentos fue la de Conceptualización de DE con un 28.08% dando a entender la relevancia de conocer y estudiar estas sustancias. En cuanto a la categoría de nuestro principal interés, DE en carne de pollo se obtuvieron un 17.97% de artículos que reportan la presencia de estos compuestos con actividad disruptora en un alimento de consumo habitual y mundial como es el pollo (Figura 6).

Así mismo las publicaciones realizadas por las diferentes revistas en el mundo que reportan la importancia de los DE tienden a tener una frecuencia en determinados países como se muestra en la siguiente figura; se observa que los dos países con mayor número de publicaciones son: Reino Unido con un 32.89% y Estados Unidos con un 28.94%. (Figura 7).

Figura 7. País de publicación

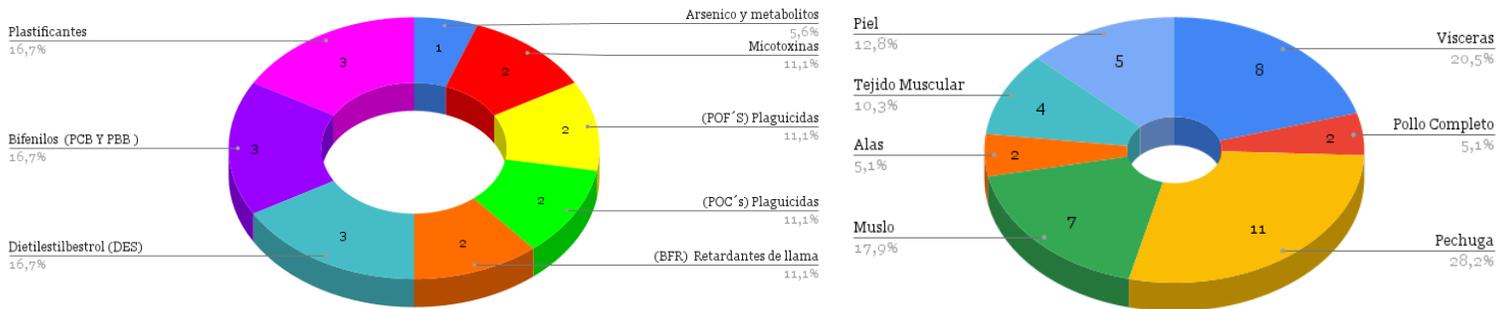


Fuente: Propia

Los reportes de DE en alimentos por diferentes autores y equipos de trabajo permitieron observar la importancia del tipo de alimento contaminado y la prevalencia de la sustancia en diferentes productos. Teniendo así que los DE reportados en alimentos (Ver Anexo 4) con mayor frecuencia fueron los Ftalatos con un 71.42%, seguidos del BPA con un 57,14% y los COP en un 42.85% ; por otro lado la categoría donde se registró la mayor cantidad de DE fue en los productos de origen animal (12 DE endocrinos reportados) resaltando la alta prevalencia de estos y la importancia que se le debe dar debido a que estos productos son de alto consumo en la canasta familiar.

Una vez establecida la clasificación de la información encontrada de acuerdo a la presencia de DE en productos alimenticios, establecimos la frecuencia de la misma específicamente en la carne de pollo encontrando que el 17.9% de artículos contenían información de estos contaminantes en carne de pollo (Figura 8).

Figura 8. Disruptores Endocrinos reportados en carne de pollo y Partes del pollo con Disruptores Endocrinos respectivamente



Fuente: Propia

Los DE que más se han encontrado en carne de pollo fueron los plastificantes, bifenilos (polibromados y policlorados) y dietilestilbestrol con un 16,7%, demostrando que estos son los mayor impacto y uso en la industria avícola, con respecto al tema DE, afectando la seguridad alimentaria. En cuanto a la relación de piezas de pollo y DE, se observa que las presas de mayor consumo cómo lo son la pechuga y el muslo, cuentan con un reporte de estas sustancias disruptoras en un 28,2% y un 17,9% respectivamente. A pesar de no ser de consumo habitual, las vísceras (hígado, riñón, intestinos y estómago) se reportó la presencia de estos compuestos en un 20.5% Figura 8

Según la revisión documental se pudo encontrar que las fuentes de exposición con mayor frecuencia son dados en la dieta del animal y contaminantes presentes en el ambiente, lo que lleva a un deterioro del alimento a lo largo de la cadena de producción, por consiguiente, se da una alteración en el producto final que se da cómo apta para el consumo humano, generando efectos indeseables en la salud de todo consumidor sin importar su rango de edad. Así mismo se logró categorizar la presencia de DE de acuerdo a las diferentes partes del animal resultantes del sacrificio y despiece del pollo (Ver Anexo 5).

7. Discusión

Los DE son sustancias xenobióticas, es decir, ajenas al ambiente natural que pueden llegar a causar trastornos metabólicos que pueden llevar a problemas de salud pública en una población a largo plazo, que se encuentre en contacto constantemente por diferentes tipos y vías de exposición ^{65 66 67}. Sus orígenes se han descrito desde la parte sintética, como fracciones del proceso industrial, o natural, al ser parte de la composición innata del organismo como es el caso de los micoestrógenos ⁶⁸.

De este modo, la importancia de estos compuestos químicos radica en el cómo pueden actuar y causar sinergias entre diferentes clases a lo largo del tiempo, lo que causa que sus efectos sean percibidos y se conviertan en perjudiciales años después por la constante exposición gracias a su capacidad de bioacumulación y biomagnificación ^{31 103}. La forma de actuar de los DE en el cuerpo humano es a través de diversos mecanismos que tienen como fin alterar el equilibrio hormonal ya que estos compuestos pueden intervenir las vías de señalización hormonales al mimetizar y antagonizar hormonas, afectando la síntesis y metabolismo de las mismas, incluyendo alteraciones en los receptores hormonales como el estrogénico, androgénico, y el de progesterona; a su vez de poseer características como obesógenos y carcinógenos ^{67 68 69 70}.

Se sabe que el comportamiento de dosis - respuesta de estos compuestos no es lineal es decir puede tener variaciones dependiendo de la concentración, asimismo pueden combinarse varios compuestos desencadenando efectos en menor tiempo o en mayor proporción, y sus consecuencias estarán dadas por la frecuencia de la exposición ^{38 71}. Las evaluaciones toxicológicas frente a DE establecen dosis umbrales que afirman ser seguras, sin embargo, se han encontrado efectos por debajo de esos límites establecidos, incluyendo que los lineamientos para definir estos umbrales no son los apropiados para la medición o predicción de enfermedades humanas ^{39 72}

Ahora bien, los efectos de los DE pueden llegar a ser independientes o variables, según la fisiología del sexo biológico. Para el hombre, pueden llegar a causar disminución de la calidad

del semen, criptorquidia (no descenso testicular), pospadias, cáncer de testículo y próstata. En la mujer, se ha reportado reducción de la fecundidad, SOP, endometriosis, fibroides uterinos, cáncer de mama: además de alteraciones en la fase gestacional, pudiendo ocasionar abortos, alteración de tamaño y forma de la placenta, retraso del crecimiento fetal y preeclampsia ^{73 74}. En el ser humano puede causar pubertad precoz, reducción de la fertilidad y años congénitos, cáncer de tiroides, déficit sensoriales, neurofisiológicos, desórdenes de movimientos, cognitivos y de aprendizaje, disfunción tiroidea, síndrome metabólico, alteración del microbiota intestinal, obesidad y diabetes ^{38 68 69 75 76 77}.

Con el pasar de los años, el tema relativo a la presencia de DE en diferentes fuentes ha sido de mayor acogida por la comunidad científica, especialmente la de Reino Unido y Estados Unidos, junto a autoridades gubernamentales que han desarrollado distintos criterios de regulación nacional para su identificación, cómo en el caso de la Unión Europea, dando como resultado que estos países creen entidades y comités especializados que muestran una percepción de conciencia al considerar los DE como una situación de afectación de bienestar público para la población en general, incluyendo las implicaciones económicas que pueden alcanzar. En la Unión Europea llega a cubrir el 1,28% PIB con costes de al menos €163 mil millones al año, mientras que en Estados Unidos pueden llegar a costes que representan más del 2% PIB con valores que alcanzan los \$340 mil millones al año ^{18 78 79}.

En Colombia, el marco normativo frente a DE es incipiente, debido a que las principales resoluciones son en las que limita los niveles de plaguicidas en agua, la prohibición de BPA en materiales plásticos, límites de algunos contaminantes y el uso del dietilestilbestrol ^{54 55 56 57}. La falta de normativa a nivel nacional, hasta el momento, demuestra que las autoridades sanitarias no le brindan la adecuada atención a la ingesta y exposición de DE al reportarse este tipo de sustancias en diferentes clases de aguas con presencia importante de ftalatos y BPA en Bogotá, exponiendo a los consumidores en la capital y en otras ciudades a las que provee ⁸⁰. Sin embargo, en 2016, se implementa el plan de vigilancia sobre migración de sustancias químicas provenientes de envases que tengan contacto con alimentos y bebidas y en 2019 se establece el plan de acción inicial para la identificación y regulación de estas sustancias ^{58 81}.

El ser humano puede verse afectado por DE provenientes de diferentes fuentes, directas e indirectas, cómo lo pueden ser los alimentos y la contaminación ambiental ^{10 82}, siendo el primero el de mayor relevancia con referencia a la salud pública ⁸³. En consecuencia, las industrias alimentarias, al satisfacer la demanda y cumplir con la oferta de las poblaciones, se convierten en actores fundamentales sobre la seguridad alimentaria, por lo tanto deberían asegurar la inocuidad de sus productos, debido a que los DE podrían entrar en la cadena de producción por la bioacumulación en animales y plantas, por el uso directo de sustancias disruptoras (p. ej. pesticidas), materiales de contacto con los alimentos y DE presentes de forma natural en los alimentos ^{8 46} y que pueden llegar a tener diferentes efectos sobre la fisiología del ser humano ^{73 84}.

La carne de pollo es una proteína animal habitual en las dietas de consumo a nivel global, por lo que su calidad y seguridad debe ser prioridad en la industria avícola. ⁸⁵ A nivel global, el consumo de esta proteína llegó a 64, 00 y a 61,00 kg/habitante en el año 2019 para Brasil y Estados Unidos, respectivamente y en Colombia, su consumo llegó a 34.02 kg/año en 2020 ^{23 27}. Por lo tanto, al ser un producto de tan alta demanda, podría considerarse un foco importante de exposición en el consumidor habitual, ya que se ha demostrado mediante diferentes investigaciones que existe la presencia de este tipo de sustancias en este producto cárnico ^{86 87 88}.

De manera más específica, la acumulación de DE en la carne de pollo se ha visto de manera más constante en la pechuga y el muslo, consideradas estadísticamente cómo las presas de mayor preferencia y compra, por lo menos, en Colombia. Este almacenamiento específico puede deberse a la afinidad que tienen estos DE con los ácidos grasos gracias al carácter lipofílico de la mayoría de estas sustancias, y que incluso a bajas concentraciones, pueden acumularse con otros y afectar de forma considerable ^{8 11 12 38 40 67}.

Las fuentes a las que puede verse expuesta la carne de pollo a DE durante la cadena de producción son: el pienso, el agua que consumen, las condiciones ambientales y los contaminantes recurrentes que los rodean junto con los materiales empleados para su empaque y embalaje ^{86, 87 89}; siendo estas sustancias pertenecientes a las principales categorías de DE

reportadas hasta el momento: micotoxinas (fumonisinas B1 y B2, zearalenona, Aflatoxinas, ocratoxina A)^{84 90, 91, 92, 93}, los ftalatos (ftalato de dibutilo, de di- (2-etilhexilo), de diisobutilo)^{61 63 94 95}, los bifenoles (polibromados, policlorados)^{12 13 15 44}, COP (Retardantes de llama bromados y éteres difenilicos polibromados, Plaguicidas organoclorados, Plaguicidas organofosforados, arsénico, Éteres de difenilo polibromados)^{96, 97, 98, 99, 100}, plastificantes (bisfenol A)^{48 52 101}, dietilestilbestrol^{11 14 102}.

La acumulación y presencia de DE se ha visto en carne de pollo y ha sido reportado por diferentes autores tales como: Ersoy et al, donde determinó DES en 20 pollos, observando que las concentraciones presentes en hígado, músculo y riñón fueron de 0,78, 0,74 y 1,33 ppb, respectivamente y en heces fue 151 ppb¹⁴. A partir de 1996 el uso de esta sustancia fue prohibida por el consejo europeo por la legislación 96/22/CE¹⁰³. Por otra parte, se encontró que la carne de pollo asada en bolsas con especias presentaba concentraciones de 0.01 a 4,57 µg/ kg para DIBP y de 0,1 a 1,17 µg/ kg para DBP; asimismo, se encontró una concentración de BPA de 63,78 ng /gr en bolsas utilizadas para hornear el pollo^{63 101}.

También se tienen directrices para la migración de compuestos utilizados en el embalaje o cocción que puedan contaminar la carne de pollo; la Unión Europea establece límites de migración específica (LME) a través de su Reglamento (UE) 2018/213 para BPA (0,05 mg por kg de alimento)¹⁰⁵, y Reglamento (UE) No 10/2011 para Ftalatos (0.3 mg/kg de alimento)¹⁰⁶ los resultados descritos anteriormente para estos plastificantes cumplieron con la normativa^{63 99}. Ahora bien, la legislación belga a través de la Real Orden de 19/05/2000 establecía una concentración permisible de 200 ng de PCB / g de grasa en aves de corral, Marvoet et al¹⁵ reportó valores inferiores en la grasa abdominal en carne pollo lo cual indicaría el cumplimiento de la norma, de lo anterior podemos recalcar la exposición de dosis bajas al consumidor de PCB, BPA y Ftalatos, siendo estos los que han sido reportados más frecuentemente en la carne de pollo.

8. Conclusiones

- Teniendo en cuenta lo presentado en esta revisión, la carne de pollo es un producto cárnico consumido a nivel mundial. Se sabe que para 2018 se reportó que el consumo fue de 105.6 millones de toneladas, siendo Brasil, Estados Unidos, Israel y Países Bajos, los de mayor consumo. En cuanto a Colombia según FENAVI este fue 32.1 kg/habitante en el mismo año, la preferencia de la población mundial por esta proteína animal se debe a su precio asequible, su contenido nutricional, sus distintas dinámicas a la hora de su preparación, y la facilidad de acceso en varios puntos de venta.
- La carne de pollo a lo largo de su cadena de producción puede contaminarse desde el alimento que se le da al animal hasta el empaque que tiene contacto con el producto en el cual el consumidor tendrá exposición a los DE encontrados en este. Las principales sustancias que fueron reportadas durante este proceso fueron: sustancias disruptoras como el dietilestilbestrol (DES), plastificantes (ftalato de diisobutilo (DIBP), Bisfenol A (BPA)), bifenilos polibromados PBB, Bifenilos policlorados PCB y los COP. Por lo anterior, la industria avícola es el principal responsable de cómo sus procesos e insumos empleados son partícipes en la calidad de un producto con una alta demanda razón por la cual la importancia de incrementar los estudios sobre la influencia de DE en este producto de consumo habitual, cómo también generar estrategias de mayor control, vigilancia y rigidez de la normativa actual.

- La reciente preocupación por los DE ha llevado a un análisis más profundo sobre las posibles fuentes y efectos que pueden llegar a causar en diferentes poblaciones, tales como problemas reproductivos (disminución fertilidad), metabólicos (diabetes, obesidad) y desarrollo de distintos tipos de cáncer (cáncer de tiroides, mama, testículo). La ingesta de DE es una de las principales vías de exposición cotidiana a la que se ve sometida la mayor parte del mundo, por lo que considerar y evaluar alimentos como la carne de pollo y su relación con DE se vuelve fundamental para la discusión del problema.

Referencias

1. Lee D-H. Evidence of the Possible Harm of Endocrine-Disrupting Chemicals in Humans: Ongoing Debates and Key Issues. *Endocrinol Metab* [Internet]. 2018 [Cited 3 Apr 2020];33(1):44–52. Available from: <https://www.e-enm.org/journal/view.php?doi=10.3803/EnM.2018.33.1.44>
2. Organización Mundial de la Salud (OMS). Effects of human exposure to hormone-disrupting chemicals examined in landmark UN report.[Internet] Ginebra: OMS 2013 [Cited 5 Apr 2020]. Available from: https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2013/hormone_disrupting_20130219/en/
3. Ruiz D, Patisaul H. Endocrine-Disrupting Chemicals EDCs [Internet]. Hormone Health Network. [Cited 5 Apr 2020]. Available from: <https://www.hormone.org/your-health-and-hormones/endocrine-disrupting-chemicals-edcs>
4. Diamanti-Kandarakis E, Bourguigno J-P, Giudice LC, Hauser R, Prins GS, Soto A, et al. Endocrine-Disrupting Chemicals: An Endocrine Society Scientific Statement. *Endocr Rev* [Internet]. 2009 [Cited 30 May 2020];30(4):293–342. Available from: <http://dx.doi.org/10.1210/er.2009-0002>
5. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). Panorama Agroalimentario Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial Carne de pollo 2019.[Internet]. FIRA. [Citado 17 Septiembre 2020]. Disponible en:

<https://www.inforural.com.mx/wp-content/uploads/2019/09/Panorama-Agroalimentario-Carne-de-pollo-2019.pdf>

6. Federación Nacional de Avicultores de Colombia (FENAVI). El sector avícola en Colombia creció 4,5% en 2018 [Internet]. FENAVI. 2018 [citado 20 Octubre 2020]. Disponible en: <https://fenavi.org/comunicados-de-prensa/el-sector-avicola-crecio-45-en-2018/>
7. Federación Nacional de Avicultores de Colombia (FENAVI). Consumo Per Cápita Mundial De Pollo [Internet]. FENAVI. 2020 [Citado 17 de Septiembre de 2020]. Disponible en: <https://fenavi.org/estadisticas/consumo-per-capita-mundo-pollo/>
8. Mantovani A. Endocrine Disrupters and the Safety of Food Chains. *Horm Res Paediatr* [Internet]. 2016 [cited 5 Sep 2020];86(4):279–88. Available from: <https://www.karger.com/Article/Abstract/441496#>
9. Colborn T, vom Saal FS, Soto AM. Developmental effects of endocrine-disrupting chemicals in wildlife and humans. *Environ Health Perspect.* [Internet]. 1993 [cited 6 Sep 2020];101(5):378-384. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1519860/>
10. Bergan A, et al. Estado de la ciencia de los disruptores endocrinos 2012. [Internet] OMS 2012.[citado 30 Agosto 2020] Disponible en: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/12223/EDCSP.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
11. Wesley RL, Korslund HJJ, Stadelman WJ. The Effect of Hormonization on Juiciness and Tenderness of Chicken Meat. *Poult Sci* [Internet]. 1958 [cited 17 Mar 2020];37(6):1443–6. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119577616>
12. Smith SK, Zabik ME, Dawson LE. Polybrominated biphenyl levels in raw and cooked chicken and chicken broth. *Poult Sci.* [Internet]. 1977. [cited 17 Mar 2020];56(4):1289-96. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119548271?via%3Dihub>
13. Zabik M, Smith S, Cala Ro. Polybrominated Biphenyl Isomer Distribution in Raw and Cooked Chicken and Chicken Broth. *Poult Sci.* [Internet] 1979. [cited 17 Mar] 2020]; 58 (6): 1435-38. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119344724>

14. Ersoy E, Agthe O, Ergun H, Sel T, Güldür T. The determination of diethylstilbestrol (DES) in the faeces and tissues of chickens treated with DES and in the faeces and tissue samples of calves, lambs and chickens collected from various areas of Turkey. *Dtsch Tierarztl Wochenschr.* [Internet]; 1993 [cited 17 Mar 2020];100(11):450-3. Available from: https://doi.org/10.1501/vetfak_0000001446
15. Maervoet J, Chu SG, De Vos, Covaci A, Voorspoels S, De Schrijver, et al. Accumulation and tissue distribution of selected polychlorinated biphenyl congeners in chickens. *Chemosp* [Internet]. 2004 [cited 17 Mar 2020];57(1):61–6. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653504004643>
16. Hotchkiss AK, Rider CV, Blystone CR, Wilson VS, Hartig PC, Ankley GT, et al. Fifteen Years after “Wingspread”—Environmental Endocrine Disrupters and Human and Wildlife Health: Where We are Today and Where We Need to Go. *Toxsci* [Internet]. 2008 [cited 4 Oct 2020];105(2):235–59. Available from: <https://academic.oup.com/toxsci/article/105/2/235/1648354>
17. Shao B, Hana H, Li D, Ma Y, Tu X, Wu Y. Analysis of alkylphenol and bisphenol A in meat by accelerated solvent extraction and liquid chromatography with tandem mass spectrometry. *food che* [Internet]. 2007 [cited 10 Nov 2020];105(3):1236–41. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030881460700221X?via%3Dihub>
18. Kassotis CD, Vandenberg LN, Demeneix BA, Porta M, Slama R, Trasande L. Endocrine-disrupting chemicals: economic, regulatory, and policy implications. *Lancet Diabetes Endocrinol* [Internet]. [cited 10 Oct 2020];8(8):719–30. Available from: [https://www.thelancet.com/journals/landia/article/PIIS2213-8587\(20\)30128-5/fulltext#articleInformation](https://www.thelancet.com/journals/landia/article/PIIS2213-8587(20)30128-5/fulltext#articleInformation)
19. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Boletín mensual Insumos Y Factores Asociados A La Producción Agropecuaria El Pollo de engorde (*Gallus domesticus*), fuente proteica de excelente calidad en la alimentación y nutrición humana [Internet]. DANE 2015. [Citado 20 de Julio 2020].Boletín Núm. 36. Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_jun_2015.pdf
20. Federación Nacional de Avicultores de Colombia (FENAVI). Aspectos Productivos y Administrativos De La Industria Avicola [Internet]. Fenavi.org. 2019 [citado el 20 de agosto

de 2021]. Disponible en:

<https://fenavi.org/wp-content/uploads/2019/02/aspectos-productivos-y-administrativos-en-la-industria-av%3%8dcola.pdf>

21. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura . REVISIÓN DEL DESARROLLO AVÍCOLA [Internet]. Fao.org. 2013 [Citado 12 de Julio de 2021].
Disponible en: <http://www.fao.org/3/i3531s/i3531s.pdf>
22. Marel. El mundo del procesado avícola. [Internet]. Marel. [citado 19 noviembre 2020].
Disponible en: https://marel.com/media/65274/p1_poultry_industry_brochure_es.pdf
23. Scanes CG. The global importance of poultry. Poult Sci.[Internet] 2007[cited 4 Oct 2020]86(6):1057-8. doi: 10.1093/ps/86.6.1057. PMID: 17495072.
24. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos OCDE, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO.Perspectivas Agrícolas 2019-2028 [Internet]. FAO,OCDE.2019. [citado 20 octubre 2020].Disponible en:
<http://www.fao.org/3/ca4076es/CA4076ES.pdf>
25. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).Producción y productos avícolas [Internet]. FAO. [citado 20 Octubre 2020].Disponible en:
<http://www.fao.org/poultry-production-products/production/es/>
26. Federación Nacional de Avicultores de Colombia (FENAVI). Pollo en cifras. En el 2017 alcanzó una tasa de crecimiento de 5,7% [Internet]. FENAVI. 2018 [citado 20 de Octubre de 2021]. Disponible en:
<https://fenavi.org/centro-de-noticias/noticia-destacada-del-centro-de-noticias/pollo-en-cifras/>
27. Federación Nacional de Avicultores de Colombia (FENAVI).Información Estadística. Estadísticas del Sector [Internet]. FENAVI. 2018. [citado 20 Octubre 2020].Disponible en:
<https://fenavi.org/informacion-estadistica/#1552493998475-e6f6f123-90da>
28. Darbre PD. The history of endocrine-disrupting chemicals. Curr. Opin. Endocr. Metab. Res. [Internet]. 2019 [cited 4 Oct 2020];7:26–33. Available from:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S245196501830067X?via%3Dihub>
29. Nilsson R. Endocrine modulators in the food chain and environment. Toxicol Pathol [Internet]. 2000 [Cited 9 July 2021];28(3):420–31. Available from:
<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/019262330002800311>

30. a guide for public interest organizations. plastics, edcs & health [Internet]. Endocrine.org. [citado el 20 de agosto de 2021]. Disponible en:
https://www.endocrine.org/-/media/endocrine/files/topics/edc_guide_2020_v1_6chqennew-version.pdf
31. Lauretta R, Sansone A, Sansone M, Romanelli F, Appetecchia AM. Endocrine Disrupting Chemicals: Effects on Endocrine Glands. *Front Endocrinol* [Internet]. 2019 [cited 9 Oct 2020];10:178. Available from:
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fendo.2019.00178/full>
32. Encarnação T, Pais AA, Campos MG, Burrows HD. Endocrine disrupting chemicals: Impact on human health, wildlife and the environment. *Science prog* [Internet]. 2019 [cited 2020 Nov 24];102(1):3–42. Available from: <http://dx.doi.org/10.1177/0036850419826802>
33. Gore AC, Chappell VA, Fenton SE, Flaws JA, Nadal A, Prins GS, et al. EDC-2: The Endocrine Society’s Second Scientific Statement on Endocrine-Disrupting Chemicals. *Endocrine review* [Internet]. 2015 [cited 2020 Aug 9];36(6):E1–150. Available from:
<https://academic.oup.com/edrv/article/36/6/E1/2354691>
34. Monneret C. What is an endocrine disruptor? *Comptes Rendus Bi* [Internet]. 2017 [cited 2020 Aug 20];340(9–10):403–5. Available from:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1631069117301257?via%3Dihub>
35. Kabir ER, Rahman MS, Rahman I. A review on endocrine disruptors and their possible impacts on human health. *Environmental Toxicology and Pharmacolog* [Internet]. 2015 [cited 2020 Aug 25];40(1):241–58. Available from:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1382668915300120?via%3Dihub>
36. Combarous Y, Nguyen TMD. Comparative Overview of the Mechanisms of Action of Hormones and Endocrine Disruptor Compounds. *Toxics* [Internet]. 2019 [cited 2020 Aug 25];7(1):5. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6468742>
37. Bansal A, Hena J, Simmons R. Immune System: An Emerging Player in Mediating Effects of Endocrine Disruptors on Metabolic Health. *Endocrinology* [Internet]. 2017 [cited 20 Oct 2020]; 259(1):32–45. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29145569/>
38. Romano D. Disruptores Endocrinos Nuevas respuestas para nuevos retos [Internet]. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS) 2012 [citado 20 Octubre 2020]. Disponible

en:

https://saludsindanio.org/sites/default/files/documents-files/2177/disruptores_endocrinos_final.pdf

39. Godfray HCJ, Stephens AEA, Jepson PD, Jobling S, Johnson AC, Matthiessen P, et al. A restatement of the natural science evidence base on the effects of endocrine disrupting chemicals on wildlife. *Proc Biol Sci* [Internet]. 2019 [Cited 18 July 2021];286(1897):20182416. Available from:
<https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspb.2018.2416>
40. Fernández MF, Román M, Arrebola JP. Endocrine Disruptors: Time to Act. *Curr Envir Health*. [Internet] 2014 [Cited 17 Mar 2021]; 1:325–32. Available from:
<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs40572-014-0025-9>
41. Carvalho D, Marques-Pinto A. Human Infertility: are endocrine disruptors to blame?. *Endocr. Connect.* [Internet] 2013 [Cited 20 Oct 2020];2(3):15–29. Available from:
<http://dx.doi.org/10.1530/EC-13-0036>
42. Mezcua M, Martínez-Uroz MA, Gómez-Ramos MM, Gómez MJ, Navas JM, Fernández-Alba AR. Analysis of synthetic endocrine-disrupting chemicals in food: A review. *Talanta* [Internet]. 2012 [cited 20 Oct 2020];100:90–106. Available from:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0039914012006674?via%3Dihub>
43. Omoruyi IM, Kabiersch G, Pohjanvirta R. Commercial processed food may have endocrine-disrupting potential: soy-based ingredients making the difference. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess* [Internet]. 2013 [Cited 9 July 2021];30(10):1722–7. Available from:
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19440049.2013.817025?journalCode=tf>
44. Fontcuberta M, Arqués JF, Villalbí JR, Martínez M, Serrahima E, Centrich F, et al. Surveillance of dioxins and polychlorinated biphenyls (PCBs) in food commercialized in Barcelona, Spain. *Food Addit Contam Part B Surveill* [Internet]. 2009 [Cited 9 July 2021];2(1):66–73. Available from:
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02652030902926496>
45. Ierapetritis I, Lioupis A, Lampi E. Determination of Phthalates into Vegetable Oils by Isotopic Dilution Gas Chromatography Mass Spectrometry. *Food Anal Methods* [Internet]. 2014

[Cited 20 Mar 2021];7:1451–7. Available from:

<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12161-013-9770-x>

46. Muncke J. Exposure to endocrine disrupting compounds via the food chain: Is packaging a relevant source? *Sci Total Environ* [Internet]. 2009 [Cited 20 Mar 2021];407(16):4549–59. Available from:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969709004598?via%3Dihub>
47. Birnbaum L, Christensen K, Lorber M, Paepke O, Schecter A, Shropshire W. Exposure assessment of adult intake of bisphenol A (BPA) with emphasis on canned food dietary exposures. *Environ Int* [Internet]. 2015 [Cited 04 Apr 2021];77:55–62. Available from:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412015000197?via%3Dihub>
48. Koroğlu M, Özkan A, Sungur Ş. Determination of bisphenol a migrating from canned food and beverages in markets. *Food Chem* [Internet]. 2014 [Cited 04 Apr 2021];142:87–91. Available from:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030881461300962X?via%3Dihub>
49. De Toni L, Tisato F, Seraglia R, Roverso M, Gandin V, Marzano C, et al. Phthalates and heavy metals as endocrine disruptors in food: A study on pre-packed coffee products. *Toxicol Rep* [Internet]. 2017 [Cited 10 Mar 2021];4:234–9. Available from:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214750017300264>
50. Siddique MAB, Harrison S, Monahan F, Cummins E, Brunton N. Bisphenol A and Metabolites in Meat and Meat Products: Occurrence, Toxicity, and Recent Development in Analytical Methods. *Foods* [Internet]. 2021 [Cited 11 July 2021] ;10(4):714. Available from:
<http://dx.doi.org/10.3390/foods10040714>
51. Dervilly-Pinel G et al. Micropollutants and chemical residues in organic and conventional meat. *Food Chem* [Internet]. 2017 [Cited 11 July 2021];232:218–28. Available from:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.013>
52. .Ministerio de Salud de Colombia .ABECÉ de la inocuidad de alimentos [Internet]. Minsalud 2017 [citado 5 Abril 2021]. Disponible en:
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/abc-inocuidad.pdf>

53. IAlimentos E. ICA INVIMA Quien manda en que .[Internet]. Revista IAlimentos. 2015 [Citado 5 Abril 2021]. Disponible en:
<https://www.revistaialimentos.com/ediciones/edicion-2/quien-manda-en-que>
54. Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución 004506 de 2013 [Internet]. Gov.co. 2013 [citado el 20 de agosto de 2021]. Disponible en:
<https://www.invima.gov.co/documents/20143/441309/Resolucion+4506+de+2013.pdf/8b857597-b948-5bd7-c0a6-f06d217b6bce>
55. Colombia. Ministerio De La Protección Social Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial. Resolución 2115 de 2007.. Diario oficial 46.679 (Jul 4 2007) [Internet]. Minambiente.Gov.co. [Citado el 5 abril de 2021]. Disponible en:
https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Res_2115_de_2007.pdf
56. Avance Jurídico Casa Editorial Ltda. Derecho del Bienestar Familiar [RESOLUCIÓN ICA 2638 2010] [Internet]. Gov.co. [citado el 20 de agosto de 2021]. Disponible en:
https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_ica_2638_2010.htm
57. Colombia. Ministerio de Salud y Protección social. Resolución 4143 de 2012. Diario oficial 48.642 (Dic 12 2012). [Internet]. icbf.gov.co. [Citado el 5 de abril de 2021]. Disponible en:
https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minsaludps_4143_2012.htm
58. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). Plan de Acción en Salud y Contaminación Colombia [Internet].ONUDI; 2019 [citado 5 Abril 2021]. Disponible en :
<https://www.unido.org/sites/default/files/files/2019-10/Colombia%20HPAP.Spanish.pdf>
59. Zhang C, Fang C, Liu L, Xia G, Qiao H. Disrupting effects of polychlorinated biphenyls on gonadal development and reproductive functions in chickens. J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng [Internet]. 2002 [Cited 9 July 2021];37(4):509–19. Available from:
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1081/ESE-120003232>

60. Furuya M, Sasaki F, Hassanin AMA, Kuwahara S, Tsukamoto Y. Effects of bisphenol-A on the growth of comb and testes of male chicken. *Can J Vet Res* [Internet]. 2003 [cited 5 Apr 2021];67(1):68–71. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC227031>
61. Jarosova A, Harazim J, Suchy P, Kratka L, Stancova V. The distribution and accumulation of phthalates in the organs and tissues of chicks after the administration of feedstuffs with different phthalate concentrations. *Veterinarni medicina* [Internet]. 2009 [cited 5 Apr 2021];54(9):427–34. Available from: https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/2_2009-VETMED.pdf
62. Kim HS, Lee BM. Endocrine Disrupting Chemicals and Human Cancer. In: Nriagu JO, editor. *Encyclopedia of Environmental Health* [Internet]. Kidlington, England: Elsevier Science; 2011 [cited 5 Apr 2021]. p. 296–305. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444522726000271>
63. Pietron W, Pajurek M, Mikolajczyk S, Maszewski S, Warenik-Bany M, Piskorska-Pliszczynska J. Exposure to PBDEs associated with farm animal meat consumption. *Chemosphere* [Internet]. 2019[cited 5 Apr 2021];224:58–64. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653519302735>
64. Moreira MA, André LC, Cardeal Z de L. Analysis of plasticiser migration to meat roasted in plastic bags by SPME-GC/MS. *Food Chem* [Internet]. 2015 [cited 5 Apr 2021];178:195–200. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814615000898>
65. Sánchez P, Zanabria M, Latorre S, Calvache J, Coy A, Rojas W. Disruptores endocrinos y su camino hacia el desequilibrio metabólico. *RevACE* [Internet]. 2020 [citado el 20 de agosto de 2021];7(1):38–42. Disponible en: <http://revistaendocrino.org/index.php/rcedm/article/view/567>
66. Paterni I, Granchi C, Minutolo F. Risks and benefits related to alimentary exposure to xenoestrogens. *Crit Rev Food Sci Nutr* [Internet]. 2017 [Cited 9 July 2021];57(16):3384–404. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2015.1126547>

67. Yilmaz B, Terekeci H, Sandal S, Kelestimur F. Endocrine disrupting chemicals: exposure, effects on human health, mechanism of action, models for testing and strategies for prevention. *Rev Endocr Metab Disord* [Internet]. 2020 [Cited 10 July 2021];21(1):127–47. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s11154-019-09521-z>
68. Darbre PD. Endocrine disruptors and obesity. *Curr Obes Rep* [Internet]. 2017 [cited 9 July 2021];6(1):18–27. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s13679-017-0240-4>
69. Soto A, Sonnenschein C. Environmental causes of cancer: endocrine disruptors as carcinogens. *Nat Rev Endocrinol* [Internet]. 2015 [cited 7 July 2021];6(7):363–70. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/nrendo.2010.87>
70. La Merrill MA et al. Consensus on the key characteristics of endocrine-disrupting chemicals as a basis for hazard identification. *Nat Rev Endocrinol* [Internet]. 2020 [Cited 11 July 2021];16(1):45–57. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41574-019-0273-8>
71. Vandenberg LN et al. Hormones and Endocrine-Disrupting Chemicals: Low-Dose Effects and Nonmonotonic Dose Responses. *Endocr Rev* [Internet]. 2012 [Cited 11 July 2021];33(3):378–455. Available from: <http://dx.doi.org/10.1210/er.2011-1050>
72. Vandenberg LN. Low dose effects challenge the evaluation of endocrine disrupting chemicals. *Trends Food Sci Technol* [Internet]. 2019 [Cited 18 July 2021];84:58–61. Available from : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224417303503>
73. Basak S, Das MK, Duttaroy AK. Plastics derived endocrine-disrupting compounds and their effects on early development. *Birth Defects Res* [Internet]. 2020 [Cited 9 July 2021];112(17):1308–25. Available from <http://dx.doi.org/10.1002/bdr2.1741>
74. Tang Z-R, Xu X-L, Deng S-L, Lian Z-X, Yu K. Oestrogenic endocrine disruptors in the placenta and the fetus. *Int J Mol Sci* [Internet]. 2020 [cited 9 July 2021];21(4):1519. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/ijms21041519>
75. Alonso-Magdalena P, Quesada I, Nadal A. Endocrine disruptors in the etiology of type 2 diabetes mellitus. *Nat Rev Endocrinol* [Internet]. 2011 [cited 9 July 2021];7(6):346–53. Available from: <https://www.nature.com/articles/nrendo.2011.56>

76. Kim MJ, Park YJ. Bisphenols and thyroid hormone. *Endocrinol Metab (Seoul)* [Internet]. 2019 [cited 9 July 2021];34(4):340–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.3803/EnM.2019.34.4.340>
77. Monteagudo C, Gálvez-Ontiveros Y, Páez S, Rivas A. Endocrine Disruptors in Food: Impact on Gut Microbiota and Metabolic Diseases. *Nutrients* [Internet]. 2020 [cited 5 jul 2021];12(14):1158. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/nu12041158>
78. Attina TM et al. Exposure to endocrine-disrupting chemicals in the USA: a population-based disease burden and cost analysis. *Lancet Diabetes Endocrinol* [Internet]. 2016 [Cited 11 July 2021];4(12):996–1003. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S2213-8587\(16\)30275-3](http://dx.doi.org/10.1016/S2213-8587(16)30275-3)
79. Trasande L et al. Burden of disease and costs of exposure to endocrine disrupting chemicals in the European Union: an updated analysis. *Andrology* [Internet]. 2016 [Cited 11 July 2021];4(4):565–72. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/andr.12178>
80. Bedoya-Ríos DF, Lara-Borrero JA. Occurrence of endocrine disruptor chemicals in the urban water cycle of Colombia. En: G. AR, editor. *Endocrine Disruptors* [Internet]. Londres, Inglaterra: InTech; 2018 [citado el 12 de julio de 2021]. Disponible en: <https://www.intechopen.com/chapters/62763>
81. Plan nacional subsectorial de vigilancia y control de migración específica de sustancias químicas en envases que están en contacto con alimentos y bebidas de consumo humano [Internet]. *Invima.gov.co*. 2016 [citado el 3 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.invima.gov.co/documents/20143/441038/Documento-tecnico-Programa-MOES-a%C3%B1o-2016-publicari.pdf/11d9b56f-68ef-587d-7cc0-8b4f54a39c0d#:~:text=Aunque%20la%20EFSA%20se%20ha,de%20Salud%20y%20Protecci%C3%B3n%20Social>.
82. Giuliani A, Zuccarini M, Cichelli A, Khan H, Reale M. Critical review on the presence of phthalates in food and evidence of their biological impact. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2020 [Cited 9 July 2021];17(16):5655. Available from : <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17165655>
83. Acerini CL, Hughes IA. Endocrine disrupting chemicals: a new and emerging public health problem? *Arch Dis Child* [Internet]. 2006 [Cited 11 July 2021] ;91(8):633–641. Available from: <http://dx.doi.org/10.1136/adc.2005.088500>

84. Wielogórska E, Elliott CT, Danaher M, Connolly L. Endocrine disruptor activity of multiple environmental food chain contaminants. *Toxicol In Vitro* [Internet]. 2015 [Cited 9 July 2021];29(1):211–20. Available from:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0887233314002057>
85. Mottet A, Tempio G. Global poultry production: current state and future outlook and challenges. *Worlds Poult Sci J* [Internet]. 2017 [Cited 9 July 2021];73(2):245–56. Available from:
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1017/S0043933917000071?src=recsys&journalCode=twps20>
86. Püssa T. Toxicological issues associated with production and processing of meat. *Meat Sci* [Internet]. 2013 [Cited 9 July 2021];95(4):844–53. Available from:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030917401300154X>
87. Gerber PF, Gould N, McGahan E. Potential contaminants and hazards in alternative chicken bedding materials and proposed guidance levels: a review. *Poult Sci* [Internet]. 2020 [Cited 13 July 2021];99(12):6664–84. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.psj.2020.09.047>
88. Filazi A, Yurdakok-Dikmen B, Kuzukiran O, Sireli UT. Chemical contaminants in poultry meat and products. En: Manafi M, editor. *Poultry Science* [Internet]. Londres, Inglaterra: InTech; 2017 [citado el 12 de julio de 2021]. Disponible en:
<https://www.intechopen.com/chapters/52046>
89. Abalos M, Parera J, Abad E, Rivera J. PCDD/Fs and DL-PCBs in feeding fats obtained as co-products or by-products derived from the food chain. *Chemosphere* [Internet]. 2008 [Cited 13 July 2021];71(6):1115–26. Available from:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2007.10.03>
90. Haque MA, Wang Y, Shen Z, Li X, Saleemi MK, He C. Mycotoxin contamination and control strategy in human, domestic animal and poultry: A review. *Microb Pathog* [Internet]. 2020 [Cited 15 July 2021];142:104095. Available from:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.micpath.2020.104095>
91. Akinmusire O, et al. Mycotoxins in poultry feed and feed ingredients in Nigeria. *Mycotoxin Res* [Internet]. 2019 [Cited 15 July 2021];35:149–55. Available from:
<https://link.springer.com/article/10.1007/s12550-018-0337-y>

92. Hort V et al. Carry-over assessment of fumonisins and zearalenone to poultry tissues after exposure of chickens to a contaminated diet – A study implementing stable-isotope dilution assay and UHPLC-MS/MS. *Food Control* [Internet]. 2020 [Cited 10 July 2021];107:106789. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106789>
93. Iqbal SZ, Nisar S, Asi MR, Jinap S. Natural incidence of aflatoxins, ochratoxin A and zearalenone in chicken meat and eggs. *Food Control* [Internet]. 2014 [Cited 11 July 2021];43:98–103. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.02.046>
94. Schecter A, Lorber M, Guo Y, Wu Q, Yun SH, Kannan K, et al. Phthalate concentrations and dietary exposure from food purchased in New York State. *Environ Health Perspect* [Internet]. 2013 [Cited 9 July 2021];121(4):473–94. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3620091/>
95. Tsai MY et al. Analysis of Pollution of Phthalates in Pork and Chicken in Taiwan Using Liquid Chromatography–Tandem Mass Spectrometry and Assessment of Health Risk. *Molecules* [Internet]. 2019 [Cited 13 July 2021];24(21):3817. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/molecules24213817>
96. Shoeb M, Mahim A, Mamum M, Nahar N. Organochlorine pesticide residues in poultry meats of Bangladesh. *Croat. J. Food Sci. Technol.* [Internet], 2016. [Cited 8 July 2021];8(1):30-33. Available from: <http://hrcak.srce.hr/file/236461>
97. Wang JX, Bao LJ, Luo P, Shi L, Wong CS, Zeng EY. Intake, distribution, and metabolism of decabromodiphenyl ether and its main metabolites in chickens and implications for human dietary exposure. *Environ Pollut* [Internet]. 2017 [Cited 11 July 2021];231(Pt1):795–801. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2017.08.084>
98. Márquez-Lázaro JP, Mora L, Méndez-Cuadro D, Rodríguez-Cavallo E, Toldrá F. In vitro oxidation promoted by chlorpyrifos residues on myosin and chicken breast proteins. *Food Chem* [Internet]. 2020 [Cited 11 July 2021];326:126922. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126922>
99. Mahugija JAM, Chibura PE, Lugwisha EHJ. Residues of pesticides and metabolites in chicken kidney, liver and muscle samples from poultry farms in Dar es Salaam and Pwani, Tanzania. *Chemosphere* [Internet]. 2018 [Cited 11 July 2021];193:869–74. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.11.094>

- 100.Liu Q, Peng H, Lu X, Zuidhof MJ, Li XF, Le XC . Arsenic Species in Chicken Breast: Temporal Variations of Metabolites, Elimination Kinetics, and Residual Concentrations. Environ Health Perspect [Internet]. 2016 [Cited 13 July 2021];124(8):1174–81. Available from: <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1510530>
- 101.Savaş A, Oz E, Oz F. Is oven bag really advantageous in terms of heterocyclic aromatic amines and bisphenol-A? Chicken meat perspective. Food Chem [Internet]. 2021 [Cited 10 July 2021] ;355:129646. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129646>
- 102.Chen X, Liu M, Yuan H, Huang S, Tao J, Zhao J. Analysis of Diethylstilbestrol Residues in Chicken Using Surface-Enhanced Raman Spectroscopy (SERS) Coupled with Multivariate Analysis. Appl Spectrosc [Internet]. 2018 [Cited 13 July 2021];72(12):1798–806. Available from: <http://dx.doi.org/10.1177/0003702818797344>
- 103.Diario Oficial de la Unión Europea . DIRECTIVA 2003/74/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 22 de septiembre de 2003 [Internet]. Boe.es. 2003 [citado el 20 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://www.boe.es/doue/2003/262/L00017-00021.pdf>
- 104.M. Heshmati H. Human health consequences of endocrine-disrupting chemicals. En: Sarvajayakesavalu S, Charoensudjai P, editores. Environmental Issues and Sustainable Development [Internet]. Londres, Inglaterra: IntechOpen; 2021 [citado el 12 de julio de 2021]. Disponible en: <https://www.intechopen.com/chapters/74214>
- 105.Diario Oficial de la Unión Europea . REGLAMENTO (UE) 2018/213 DE LA COMISIÓN de 12 de febrero de 2018 [Internet]. Europa.eu. 2018 [citado el 20 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0213&from=EN>
- 106.Diario Oficial de la Unión Europea . REGLAMENTO (UE) No 10/2011 DE LA COMISIÓN de 14 de enero de 2011 [Internet]. Europa.eu. 2011 [citado el 20 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0010&from=es>

Anexos

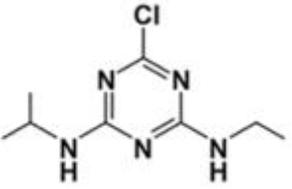
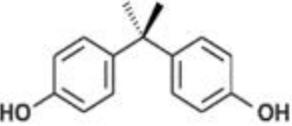
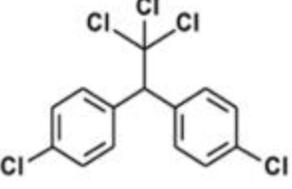
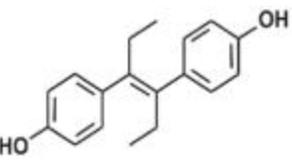
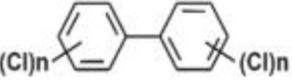
Anexo 1: Tabla Valores nutricionales de las diferentes partes del pollo al ser cocinado (asado)

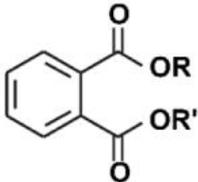
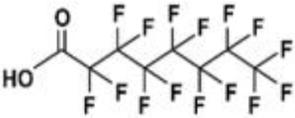
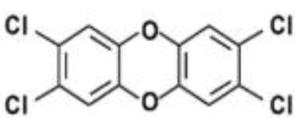
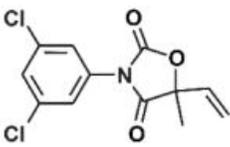
Nutriente	Pechuga sin piel y sin huesos	Pechuga con hueso y piel	Pata de pollo, sin piel	Pata de pollo con piel	Muslo sin piel	Muslo con piel	Alas con piel	Alas sin piel	Pollo entero solo carne	Pollo entero, piel y carne
Calorías	165	197	175	216	209	229	290	203	167	239
Proteína (gramos)	31	30	28	27	26	25	27	30	25	24
Grasa total (gramos)	3.6	7.8	5.7	11.2	10.9	15.5	19.5	8.1	6.6	13.4
Grasa saturada (gramos)	1	2.2	1.5	3	3	4.3	5.4	2.3	1.8	3.7
Grasa monosaturada (gramos)	1.2	3	1.9	4.2	4.1	6.1	7.6	2.6	2.5	5.4
Grasa poliinsaturada (gramos)	0.7	1.7	1.4	2.5	2.5	3.4	4.1	1.8	1.5	2.9
Colesterol (miligramos)	85	84	93	91	95	93	84	85	75	76
Sodio (miligramos)	74	71	95	90	88	84	82	92	75	73
Hierro (miligramos)	1	1	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.3

Fuente: FoodData Central. Base de datos nacional de nutrientes del United States Department of Agriculture (USDA). Disponible en:

<https://fdc.nal.usda.gov/>

Anexo 2: Tabla Disruptores Endocrinos más comunes

EDC	Estructura/ Grupo	Ruta de exposición	Recursos	Vida media	Efectos
ATR	 <p>Herbicida clorotriazina</p>	Ingestión, inhalación	Pesticida-herbicida, agua y suelo contaminado	10-12 horas	Efecto endocrino, nervioso y daño hepático
BPA	 <p>Bifenilos</p>	Inhalación, ingestión, absorción dérmica	Plásticos de policarbonato, resinas epoxi, juguetes y botellas de plástico, revestimiento de latas de alimentos	4-5 horas	Efecto estrogénico, obesogénico, neurológico, reproductivo y de desarrollo
DTT	 <p>Organoclorados</p>	Inhalación, ingestión, grasa animal, absorción dérmica,	Agua, cultivos y peces contaminados	6-10 horas	Efectos estrogénicos, antiandrogénicos, reproductivos, carcinógenos, efectos sobre el sistema nervioso central, riñones, hígado y sistema nervioso periférico
DES	 <p>Estrógeno sintético no esteroideo</p>	Ingestión, inyección, supositorio vaginal	Farmacéutico para humanos y ganado	2-3 días	Carcinogeno transplacentario, teratogénico
PCBs	 <p>Organoclorados</p>	Inhalación, ingestión, absorción dérmica, grasa animal en la dieta	Aire y alimentos contaminados, contacto de la piel con equipos eléctricos viejos	12 días-16 años	Carcinógeno, daño al estómago y al hígado, efectos sobre el sistema nervioso y reproductivo, incluida la pérdida del coeficiente intelectual, daño a la tiroides

Ftalatos	 <p>Plastificantes</p>	Inhalación, ingestión, absorción dérmica	Alimentos contaminados, plásticos y pisos de PVC, productos de cuidado personal, fragancias, dispositivos médicos y tubos	12 horas	Actividad antiandrogénica, carcinógena, daño hepático, efectos reproductivos y de desarrollo, asma, obesógeno, posible disruptor neuroendocrino
PFOA	 <p>Fluoro Tensioactivo</p>	Ingestión, inhalación	Alimentos y agua contaminados, polvo, ceras para pisos, espuma contra incendios, cableado eléctrico, revestimiento de envoltorios de alimentos, alfombras resistentes a las manchas	2-4 años	Tóxico para el hígado, el desarrollo y el sistema inmunológico, carcinógeno
TCDD	 <p>Dibenzo-p-dioxina policlorada</p>	Ingestión, inhalación	Subproducto de la producción de herbicidas clorados, fundición, blanqueo de papel con cloro; puede ocurrir naturalmente	7-11 años	Daño hepático, pérdida de peso, atrofia del timo, inmunosupresión, efectos reproductivos y cáncer
Vinclozolina	 <p>Fungicida de dicarboximida</p>	Inhalación, ingestión, absorción dérmica	Dieta y ocupacional		Actividad antiandrogénica, efectos reproductivos y neurológicos masculinos, efectos reproductivos transgeneracionales, carcinógeno potencial

ATR =Atrazina; BPA = bisfenol A; DDT = dicloro difenil tricloroetano; DES = dietilestilbestrol;; PCBs = bifenilos policlorados; PFOA = ácido perfluorooctanoico; TCDD = 2,3,7,8-tetraclorodibenzodioxina

Tabla modificada EDC-2: The Endocrine Society's Second Scientific Statement on Endocrine-Disrupting Chemicals , Gore AC et al³³.

Anexo 3: Tabla general de resultados

BASE DE DATOS	DE en alimentos	De en carne de pollo	Conceptualización DE	Presencia y/o efectos DE en seres vivos	Producción de carne de pollo	Total	Rango de fechas de publicación
Croatian Journal of Food Science and Technology		1				1	2016
Czech Academy of Agricultura Sienes		1				1	2009
Frontiers				1		1	2019
Karger				1		1	2016
Nature			1	2		3	2010-2020
Oxford Academy Journals			1	2		3	2008-2017
PubMed	4	2	6	9	1	22	1993-2021
Revista Colombiana de Endocrinología, Diabetes y Metabolismo				1		1	2019
Royal Society Publishing			1			1	2019
Sage Journals		1		2		3	2000-2019
Science Direct	8	11	6	3	3	31	1958-2021
Springer Link	1		1		1	3	2013-2018
Taylor & Francis	2			1	1	4	2006-2019

Wiley Online Library				1		1	2020
ENTIDAD	DOCUMENTOS OFICIALES						
Comisión Europea			3			3	2003-2018
FAO					2	2	2013-2019
FENAVI					1	1	2019
ICA			1			1	2010
INVIMA	1					1	2016
Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial			1			1	2007
Ministerio de Salud y Protección Social			2			2	2012-2013
OMS			1			1	2012
Sociedad Endocrina			1			1	2020
Total	16	16	25	23	9	89	1958-2021

Fuente: Propia

Anexo 4: Tabla Disruptores Endocrinos en alimentos

Alimentos	DE encontrados	Referencias
Productos de origen animal	Ftalatos, Bisfenoles, hormonas esteroideas, dioxinas (PCDD), furanos (PCDF), retardantes de llama bromados, fenoles, bifenilos policlorados (PCB), sustancias alquiladas per fluoradas (PFASs), bifenilos policlorados no similares a las dioxinas (NDL-PCB), bisfenol A (BPA), micotoxinas, plaguicidas, contaminantes orgánicos persistentes (COP)	16 Referencias 17,42,44,45,48,49,50,51,63,81,83,89,93,94
Productos de origen vegetal	Bisfenoles, hormonas esteroideas, furanos, dioxinas, bisfenoles policlorados, plaguicidas, bisfenol A BPA, contaminantes orgánicos persistentes (COP)	3 Referencias 42,76,93
Grasas de origen vegetal y animal	Ftalatos, retardantes de llama bromados	2 Referencias 45,81
Bebidas	Ftalatos, bisfenol A BPA	3 Referencias 81, 93
Granos y cereales	Ftalatos, Bifenoles, dioxinas, furanos, bisfenoles policlorados, micotoxinas, plaguicidas, contaminantes orgánicos persistentes (COP)	2 Referencias 42,81
Condimentos	Ftalatos	1 Referencia 93
Alimentos procesados	Xenoestrógenos, bisfenol A BPA	1 Referencia 43

Fuente: Propia

Anexo 5: Tabla Disruptores Endocrinos en carne de pollo

DE	Fuente de exposición DE	Parte de la carne de pollo	Referencia
Dietilestilbestrol	-Inyección -Vía oral -Residuos presentes en el pollo (Espectroscopia Raman de superficie (SERS))	-Pollo completo -Músculo, hígado, riñón - Pechuga	3 Referencias -11 -14 -102
Bifenilos policlorados PCB	Dado en la dieta	Pechuga, muslo, grasa abdominal,	1 Referencia 15
Ftalatos (ftalato de dibutilo (DBP) y ftalato de di- (2-etilhexilo) (DEHP))	- Bolsa de plástico para hornear con especias y sin especias	- Ala, muslo y pechuga	1 Referencias -61 -64
Ftalatos (ftalato de diisobutilo (DIBP))	Bolsa de plástico para hornear con especias y sin especias	Pechuga, ala, muslo	1 Referencia 64
Plaguicidas organoclorados (diclorodifeniltricloroetano (DDT) y sus metabolitos diclorodifenildicloroetileno (DDE) y diclorodifenildicloroetano (DDD))	Contaminantes presentes en el medio ambiente	-Pollo completo (parte comestible sin hueso) -Riñón, hígado y músculo de pollo	2 Referencias -95 -98
Bisfenol A (BPA)	Bolsa para hornear	Pechuga y muslo	1 Referencia 101
Bifenilos polibromados PBB	Dado en la dieta, alimentación	-Carne del muslo, la piel del muslo, el muslo y la pechuga (con piel) crudas y cocinadas - Trozos de pechuga cruda y cocida, muslos, carne de muslo, piel de muslo y caldo de pollo	2 Referencias -12 -13
Éteres de difenilo polibromados PBDE	Dado en la dieta, alimentación	Hígado, piel, intestino, estómago, muslo y pechuga	1 Referencia 96
Plaguicidas organofosforados (clorpirifos)	Contaminación in vitro de la	Pechuga de pollo	1 Referencia

	carne		97
Plaguicidas organoclorados (aldrina, dieldrin, metabolitos de DDT, DDD Y DDE, a-endosulfan, b-endosulfan, isómeros del hexaclorociclohexano (a-HCH, bHCH, g-HCH y d-HCH))	Contaminantes presentes en el medio ambiente	Riñón, hígado y músculo de pollo	1 Referencia 98
Plaguicidas organofosforados (a clorpirifos., fenitrotión y pirimifos metilo)	Contaminantes presentes en el medio ambiente	Riñón, hígado y músculo de pollo	1 Referencia 98
(Micotoxinas fumonisinas B1 y B2 (FB), zearalenona (ZEA)	Dado en la dieta	Hígado y músculo de pollo	1 Referencia 92
Micotoxinas Aflatoxinas (AF), ocratoxina A (OTA) y zearalenona (ZEN)	Contaminantes presentes en el medio ambiente (contaminación del pienso o alimentos)	Alas, pechuga, muslo, hígado	1 Referencia 93
Arsénico y metabolitos (arsenobetaina, arsenito, ácido monometilarsónico, ácido dimetilarsínico)	Alimentación con ROX (ácido 3-nitro-4-hidroxifenilarsónico) aditivo en el pienso	Pechuga	1 Referencia 99

Fuente Propia