



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE MEDICINA

**“LOS ALIMENTOS TRANSGÉNICOS COMO DISRUPTORES
ENDOCRINOS”**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MÉDICO**

AUTOR: ROMEL DARIO BRABO ABRIL

DIRECTOR: DRA. PATRICIA ELIZABETH VANEGAS IZQUIERDO

CUENCA - ECUADOR

2024

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE MEDICINA

**“LOS ALIMENTOS TRANSGÉNICOS COMO DISRUPTORES
ENDOCRINOS”**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MÉDICO**

AUTOR: ROMEL DARIO BRABO ABRIL

DIRECTOR: DRA. PATRICIA ELIZABETH VANEGAS IZQUIERDO

CUENCA - ECUADOR

2024

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

Romel Dario Brabo Abril portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0106395825**. Declaro ser el autor de la obra: "**Los alimentos transgénicos como disruptores endocrinos**" sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, 17 de mayo del 2024

F. 

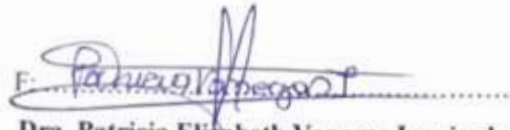
Romel Dario Brabo Abril

C.I. 0106395825

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR / TUTOR

Certifico que el presente trabajo denominado "**Los alimentos transgénicos como disruptores endocrinos**" realizado por **Romel Dario Brabo Abril** con documento de identidad **Nº. 0106395825**, previo a la obtención del título profesional de Médico, ha sido asesorado, supervisado y desarrollado bajo mi tutoría en todo su proceso, cumpliendo con la reglamentación pertinente que exige la Universidad Católica de Cuenca y los requisitos que determina la investigación científica.

Cuenca, 17 de mayo del 2024


F:
Dra. Patricia Elizabeth Vanegas Izquierdo
DIRECTOR / TUTOR

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado a mis padres, quienes han sido una fuente constante de apoyo, motivación y amor incondicional a lo largo de mi vida. Su sacrificio y entrega han sido la luz que ha guiado este camino de aprendizaje y crecimiento. Su amor incondicional me ha permitido soñar alto y perseguir mis objetivos con confianza y pasión.

A mi esposa, por estar a mi lado en todo este trayecto universitario, quien gracias a su apoyo incondicional he podido llegar hasta aquí. Ha sido una compañera de viaje valiosa. Su presencia ha sido un refugio de paz y tranquilidad, y su amor es el motor que me hace seguir adelante. Gracias por ser parte integral de este camino, y espero que esta obra sea un testimonio de la importancia que le doy a nuestra relación y a la familia que hemos construido juntos.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido de alguna manera a la realización de este proyecto. A mi orientador, por su guía experta y apoyo constante. Agradezco también a la institución académica por brindarme los recursos y la plataforma para llevar a cabo esta investigación. Y, especialmente, a todas aquellas personas que han sido parte de mi trayecto universitario, incluyendo a profesores, colegas y personal administrativo.

Este proyecto es un tributo a su dedicación y compromiso con la educación. Agradezco especialmente su apoyo y guía, sin el cual no habría podido lograr este objetivo.

1. RESUMEN

Introducción: los alimentos transgénicos han sido objeto de debate y preocupación debido a su potencial impacto en la salud humana y el medio ambiente. Uno de los aspectos menos comprendidos de esta controversia es su posible papel como disruptores endocrinos, sustancias que pueden interferir con el sistema endocrino y tener efectos perjudiciales en la salud.

Objetivo General: el objetivo general de esta investigación es caracterizar a los alimentos transgénicos como disruptores endocrinos, explorando sus propiedades y mecanismos de acción que podrían afectar el sistema endocrino humano.

Metodología: se llevó a cabo una revisión bibliográfica exhaustiva de estudios científicos y publicaciones relacionadas con alimentos transgénicos y su potencial como disruptores endocrinos. Se seleccionaron investigaciones que abordaban propiedades específicas de los alimentos transgénicos y sus posibles mecanismos de acción disruptiva en el sistema endocrino.

Resultados: la revisión bibliográfica reveló evidencia significativa que sugiere que ciertos componentes presentes en alimentos transgénicos pueden tener propiedades disruptoras endocrinas. Se identificaron estudios que resaltan el impacto en la salud reproductiva, la función tiroidea, la obesidad y otros aspectos de la salud humana.

Conclusiones: los alimentos transgénicos pueden actuar como disruptores endocrinos, lo que plantea preocupaciones sobre sus efectos en la salud humana. Es fundamental llevar a cabo investigaciones adicionales para comprender mejor los mecanismos subyacentes y evaluar la seguridad de los alimentos transgénicos en relación con la exposición a disruptores endocrinos. Además, se destaca la necesidad de regulaciones efectivas y concienciación pública para abordar este tema de manera integral.

Palabras clave: alimentos transgénicos, disruptores endocrinos, salud humana, regulación, exposición, sistema endocrino.

2. ABSTRACT

Introduction: Genetically modified foods have been the subject of debate and concern due to their potential impact on human health and the environment. One of the less understood aspects of this controversy is their possible role as hormonal disruptors, substances that can interfere with the endocrine system and have harmful effects on health.

Objective: This research aims to characterize genetically modified foods as endocrine disruptors, exploring their properties and mechanisms of action that could affect the human endocrine system.

Methodology: An exhaustive literature review of scientific investigations and publications on genetically modified foods and their potential as endocrine disruptors was conducted. Studies addressing specific properties of transgenic foods and their possible mechanisms of disruptive action on the endocrine system were selected.

Results: The literature review revealed significant evidence suggesting that specific components in genetically modified foods may have endocrine-disrupting properties. Studies highlighting the impact on reproductive health, thyroid function, obesity, and other aspects of human health were identified.

Conclusions: Genetically modified foods may act as endocrine disruptors, raising concerns about their effects on human health. Further research is essential to understand the underlying mechanisms better and assess the safety of genetically modified foods regarding exposure to endocrine disruptors. Additionally, effective regulations and public awareness are also necessary to address this issue comprehensively.

Keywords: genetically modified foods, endocrine disruptors, human health, regulation, exposure, endocrine system.

TABLA DE CONTENIDO

1.	RESUMEN	7
2.	ABSTRACT	8
3.	INTRODUCCIÓN.....	11
4.	MÉTODOLOGÍA.....	12
4.1.	Tipo de Estudio	12
4.2.	Diseño del Estudio	12
4.3.	Criterios de Elegibilidad	13
4.4.	Palabras Clave.....	13
4.5.	Fuentes de Información.....	13
4.6.	Criterios de Inclusión.....	13
4.7.	Criterios de Exclusión.....	13
4.8.	Estrategia de Búsqueda	13
4.9.	Selección de Estudio	13
4.10.	Proceso de Recopilación y Extracción de Datos	14
4.11.	Síntesis de Resultados	14
4.12.	Sesgo	14
5.	MARCO TEÓRICO	14
5.1.	Alimentos Transgénicos	14
5.1.1.	Definición y Características	14
5.1.2.	Historia y Desarrollo de los Alimentos Transgénicos.....	14
5.1.3.	Ventajas y Beneficios Agronómicos	15
5.1.4.	Controversias y Preocupaciones.....	15
5.2.	Disruptores Endocrinos	15
5.2.1.	Definición y Clasificación.....	15
5.2.2.	Mecanismos de Acción	16
5.2.3.	Fuentes y Exposición	16
5.2.4.	Efectos en la Salud Humana.....	17
5.3.	Relación entre Alimentos Transgénicos y Disruptores Endocrinos.....	17
5.3.1.	Evidencia Científica Actual.....	17
5.3.2.	Estudios Relevantes y Hallazgos.....	17
5.3.3.	Implicaciones para la Salud Pública	18
5.4.	Seguridad Alimentaria y Regulación.....	18
5.4.1.	Estándares y Protocolos Internacionales.....	18
5.4.2.	Organismos y Entidades Reguladoras	19
5.4.3.	Desafíos y Consideraciones en la Regulación de Alimentos Transgénicos	19

	10
5.5. Percepción Pública y Educación	20
5.5.1. Conocimiento y Actitudes del Público hacia los Alimentos Transgénicos	20
5.5.2. Rol de los Medios de Comunicación	20
5.5.3. Estrategias de Educación y Sensibilización	21
6. OBJETIVOS	21
6.1. Objetivo General	21
6.2. Objetivos Específicos	21
7. RESULTADOS	22
8. DISCUSIÓN	36
8.1. Principales Hallazgos:	36
8.2. Significado de los Hallazgos:	36
8.3. Relación con Investigaciones Previas:	37
8.4. Limitaciones de las Conclusiones:	37
8.5. Resultados Sorprendentes o Inesperados:	37
8.6. Sugerencias para Futuras Investigaciones:	37
9. CONCLUSIONES	38
10. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	39

3. INTRODUCCIÓN

La revolución de la agroindustria en las últimas décadas ha sido marcada por la introducción y proliferación de alimentos transgénicos en la cadena alimentaria global. Estos productos, desarrollados por sus ventajas agronómicas y potenciales beneficios nutricionales, han transformado la forma en que producimos y consumimos alimentos (1). Sin embargo, junto con estos avances, han surgido preocupaciones sobre su impacto en la salud humana, en particular, sobre la posibilidad de que actúen como disruptores endocrinos (2).

Los disruptores endocrinos son sustancias que pueden interferir con el sistema endocrino del cuerpo, llevando a desequilibrios hormonales. Estos desequilibrios pueden manifestarse en una variedad de trastornos, desde problemas menores hasta condiciones más severas (3). La idea de que los alimentos transgénicos puedan tener este efecto ha generado debates intensos y, a menudo, polarizados entre diferentes sectores de la sociedad (4).

A pesar de los esfuerzos investigativos en esta área, la comunidad científica aún no ha llegado a un consenso. Las evidencias disponibles son en ocasiones, contradictorias o insuficientes, lo que ha llevado a una sensación de incertidumbre tanto en profesionales de la salud como en el público en general (5). Esta situación se complica aún más cuando consideramos que estos alimentos ya forman parte de la dieta diaria de millones de personas en todo el mundo (6).

Ante este escenario, surge una pregunta esencial: ¿Cuál es el impacto real de los alimentos transgénicos en el sistema endocrino y, por extensión, en la salud global? Abordar esta cuestión es vital, no solo para determinar las posibles implicaciones para la salud pública, sino también para guiar las decisiones futuras en relación con la producción y regulación de estos alimentos (7).

La necesidad de respuestas claras y basadas en evidencia es imperativa. La sociedad merece entender los riesgos y beneficios asociados con el consumo de alimentos transgénicos (8). Solo a través de una investigación rigurosa y un debate informado podremos tomar decisiones que equilibren la innovación agrícola con la salud y el bienestar de la población (9).

La seguridad alimentaria y la salud pública son esenciales para garantizar el bienestar y desarrollo sostenible de cualquier sociedad. En el contexto actual, donde los alimentos transgénicos han ganado un espacio prominente en la cadena de suministro alimentario global, es crucial comprender a fondo las posibles implicaciones de su

consumo en la salud humana (10). La revisión bibliográfica propuesta tiene un alto valor teórico, ya que busca consolidar el conocimiento existente sobre la relación entre los alimentos transgénicos y su potencial como disruptores endocrinos, llenando posibles vacíos y aclarando contradicciones en la literatura actual.

Desde una perspectiva de conveniencia, esta revisión es oportuna. A medida que la demanda y el consumo de alimentos transgénicos continúan creciendo, es esencial tener una base sólida de conocimiento que informe tanto a los productores como a los consumidores sobre los riesgos y beneficios asociados (11). Esta investigación tiene una relevancia social innegable. Si se confirman los efectos adversos de estos alimentos, las consecuencias para la salud pública podrían ser significativas, afectando a generaciones presentes y futuras. Por otro lado, si se demuestra que son seguros, podría disiparse el miedo y la desinformación que rodean a estos productos (12).

En términos de implicaciones prácticas, los resultados de esta revisión podrían influir en las políticas y regulaciones alimentarias, guiando la producción, etiquetado y distribución de alimentos transgénicos (3). Esto no solo garantizaría una alimentación más segura, sino que también podría tener un impacto económico, al influir en las decisiones de compra de los consumidores y en las inversiones de la industria agroalimentaria. Finalmente, en cuanto a la utilidad metodológica, esta revisión puede servir como modelo para futuras investigaciones en áreas relacionadas, estableciendo un estándar de rigor y exhaustividad en el estudio de los alimentos y su impacto en la salud. En resumen, esta investigación no solo busca ampliar el corpus de conocimiento científico, sino que también se alinea con un compromiso ético y social de proteger y mejorar la salud y el bienestar de la población global (8).

4. MÉTODOLOGÍA

4.1. Tipo de Estudio

Revisión bibliográfica.

4.2. Diseño del Estudio

Narrativa, con el objetivo de proporcionar una visión general y crítica de la literatura existente sobre alimentos transgénicos y su potencial como disruptores endocrinos.

4.3. Criterios de Elegibilidad

Artículos que aborden directamente la relación entre alimentos transgénicos y disruptores endocrinos, con una metodología claramente definida y que hayan pasado por un proceso de revisión por pares.

4.4. Palabras Clave

"Alimentos transgénicos", "Disruptores endocrinos", "Salud humana", "Efectos adversos".

4.5. Fuentes de Información

PubMed, Scopus, Web of Science, Latindex 2.0.

4.6. Criterios de Inclusión

- Idiomas: Artículos escritos en español e inglés.
- Años: Publicaciones desde el año 2018 hasta la fecha actual.
- Tipos de artículos: Estudios originales, revisiones sistemáticas, metaanálisis y artículos de opinión de expertos en el campo.

4.7. Criterios de Exclusión

- Estudios que no se centren específicamente en alimentos transgénicos y su relación con disruptores endocrinos.
- Publicaciones que no tengan una metodología claramente definida.

4.8. Estrategia de Búsqueda

Se utilizaron MeSH, DeCS y EMTREE para identificar términos relevantes y operadores booleanos (AND, OR, NOT) para afinar la búsqueda.

4.9. Selección de Estudio

Los artículos seleccionados serán sometidos a una revisión completa para determinar su idoneidad para la inclusión.

4.10. Proceso de Recopilación y Extracción de Datos

Se utilizó un formulario estandarizado para extraer datos de los estudios incluidos, como autores, año de publicación, objetivos, metodología, resultados y conclusiones.

4.11. Síntesis de Resultados

Se proporcionó una descripción narrativa de los hallazgos de cada estudio, organizados temáticamente. Se utilizarán tablas y gráficos para presentar y comparar datos cuantitativos.

4.12. Sesgo

Se evaluó el riesgo de sesgo en los estudios incluidos utilizando herramientas estandarizadas. Se discutirán las limitaciones y potenciales sesgos de los estudios en la sección de discusión de la revisión.

5. MARCO TEÓRICO

5.1. Alimentos Transgénicos

5.1.1. Definición y Características

Los alimentos transgénicos son aquellos que han sido producidos a partir de organismos modificados genéticamente mediante técnicas de ingeniería genética. Esto se hace con el objetivo de introducir o modificar ciertas características deseables en el alimento, como una mayor resistencia a plagas, un crecimiento más rápido o un mejor valor nutricional. Estas modificaciones no solo buscan beneficios agrícolas o comerciales, sino también mejorar la calidad y seguridad alimentaria. Sin embargo, su uso y consumo han generado debates en torno a sus posibles efectos en la salud humana y el medio ambiente (13).

5.1.2. Historia y Desarrollo de los Alimentos Transgénicos

La historia de los alimentos transgénicos se remonta a las últimas décadas del siglo XX, cuando los avances en biotecnología permitieron la manipulación directa del ADN de los organismos. En 1983, se logró la primera planta transgénica, y en 1994, el tomate Flavr Savr se convirtió en el primer alimento transgénico comercializado en el mercado estadounidense. Desde entonces, la adopción de cultivos genéticamente modificados ha crecido exponencialmente en todo el mundo, impulsada por la promesa de solucionar problemas agrícolas y satisfacer la demanda alimentaria de una población

en constante crecimiento. A lo largo de los años, se han desarrollado variedades transgénicas de maíz, soja, algodón y muchos otros cultivos, transformando significativamente la industria agrícola y alimentaria (14).

5.1.3. Ventajas y Beneficios Agronómicos

Los alimentos transgénicos ofrecen una serie de ventajas y beneficios agronómicos que han revolucionado la agricultura moderna. Entre estos beneficios destaca la resistencia mejorada a plagas y enfermedades, lo que reduce la necesidad de pesticidas y herbicidas, resultando en una agricultura más sostenible y menos dependiente de químicos. Además, muchos cultivos transgénicos poseen una mayor tolerancia a condiciones adversas, como sequías o suelos salinos, permitiendo su cultivo en regiones anteriormente no aptas. También se ha logrado incrementar el rendimiento de los cultivos y su valor nutricional, como en el caso del arroz dorado, enriquecido con vitamina A. Estas ventajas no solo aumentan la productividad agrícola, sino que también contribuyen a la seguridad alimentaria y a la reducción de los impactos ambientales de la agricultura (15).

5.1.4. Controversias y Preocupaciones

A pesar de las ventajas agronómicas y nutricionales de los alimentos transgénicos, su introducción y expansión han estado rodeadas de controversias y preocupaciones. Una de las principales inquietudes es el potencial impacto en la salud humana, con debates sobre si el consumo de estos alimentos puede causar alergias, toxicidad u otros efectos adversos. Además, existe la preocupación sobre el efecto ecológico, como la posible contaminación genética de cultivos no transgénicos y la pérdida de biodiversidad. También se cuestiona el dominio corporativo en la biotecnología agrícola, ya que pocas empresas detentan las patentes y controlan gran parte del mercado de semillas transgénicas. Estas preocupaciones han llevado a la implementación de regulaciones estrictas en muchos países y a un debate público continuo sobre la conveniencia y seguridad de los alimentos genéticamente modificados (16).

5.2. Disruptores Endocrinos

5.2.1. Definición y Clasificación

Los disruptores endocrinos son sustancias químicas que pueden interferir con el sistema endocrino del cuerpo, alterando la producción, liberación, transporte,

metabolismo o eliminación de las hormonas naturales. Esta interferencia puede causar una variedad de efectos adversos en el desarrollo, reproducción, neurología y sistemas inmunológicos de los seres vivos. Estas sustancias se pueden clasificar según su origen, siendo algunas de origen natural, como ciertas fitohormonas, y otras sintéticas, como pesticidas, plásticos y productos farmacéuticos. Además, según su acción, pueden ser agonistas, que imitan la acción de las hormonas, o antagonistas, que bloquean la acción hormonal. Dada su presencia en muchos productos de uso diario, los disruptores endocrinos son una preocupación creciente para la salud pública y el medio ambiente (17).

5.2.2. Mecanismos de Acción

Los disruptores endocrinos actúan a través de diversos mecanismos para interferir con el sistema hormonal. Uno de los mecanismos más comunes es la imitación de hormonas naturales, uniéndose a los receptores celulares y activando o inhibiendo la respuesta hormonal. Por ejemplo, algunos disruptores pueden actuar como estrógenos sintéticos, uniéndose a los receptores de estrógeno y desencadenando respuestas similares a las de esta hormona. Otros mecanismos incluyen la interferencia con la síntesis y metabolismo de las hormonas, alterando su concentración y actividad. Además, pueden modificar la expresión genética relacionada con la función endocrina o interferir con las señales que regulan la liberación hormonal. Dada la complejidad del sistema endocrino, estos mecanismos pueden tener efectos cascada, afectando múltiples procesos biológicos y fisiológicos en el organismo (18).

5.2.3. Fuentes y Exposición

Las fuentes de disruptores endocrinos son variadas y omnipresentes en nuestro entorno diario. Estas sustancias se encuentran en productos industriales, pesticidas, plásticos, cosméticos, detergentes y muchos otros productos de consumo. Por ejemplo, el bisfenol A (BPA), utilizado en la producción de plásticos policarbonatos y resinas epoxi, es un disruptor endocrino conocido. Otros compuestos, como los ftalatos, se utilizan para aumentar la flexibilidad de los plásticos y también se encuentran en productos cosméticos. La exposición a estos disruptores puede ocurrir a través de la ingestión de alimentos y agua contaminados, inhalación de polvo y partículas en el aire, o contacto directo con productos que los contienen. Dada su prevalencia, la exposición acumulativa

a múltiples disruptores endocrinos es una preocupación significativa, ya que incluso en pequeñas cantidades, pueden tener efectos adversos en la salud a lo largo del tiempo (19).

5.2.4. Efectos en la Salud Humana

La exposición a disruptores endocrinos puede tener consecuencias significativas para la salud humana. Estas sustancias, al interferir con el sistema hormonal, pueden provocar una serie de trastornos y enfermedades. Se ha asociado su presencia con problemas reproductivos, como infertilidad, malformaciones congénitas y pubertad precoz. Además, hay evidencia creciente de su relación con enfermedades crónicas, como obesidad, diabetes y ciertos tipos de cáncer, especialmente aquellos vinculados al sistema endocrino. Los efectos pueden ser particularmente graves en etapas críticas del desarrollo, como el periodo fetal y la infancia, donde una alteración hormonal puede tener repercusiones duraderas. A pesar de la investigación en curso, la naturaleza omnipresente de estos compuestos en el ambiente y su capacidad para actuar en sinergia complican la comprensión completa de su impacto en la salud (20).

5.3. Relación entre Alimentos Transgénicos y Disruptores Endocrinos

5.3.1. Evidencia Científica Actual

La exposición a disruptores endocrinos ha sido vinculada a una amplia gama de problemas de salud en humanos. Estas sustancias pueden alterar el desarrollo fetal, llevando a malformaciones congénitas y afectando el desarrollo neurológico y cognitivo en la infancia. Además, se ha observado una relación entre la exposición a estos compuestos y la aparición de enfermedades endocrinas, como el hipotiroidismo, diabetes y obesidad. También se ha señalado su influencia en la aparición de ciertos tipos de cáncer, especialmente aquellos relacionados con el sistema hormonal, como el cáncer de mama y de próstata. La infertilidad y otros trastornos reproductivos también han sido asociados con la presencia de disruptores endocrinos en el organismo. Es crucial destacar que la susceptibilidad a estos efectos puede variar según la etapa de vida, siendo los periodos de desarrollo, como la gestación y la infancia, particularmente vulnerables (21).

5.3.2. Estudios Relevantes y Hallazgos

A lo largo de los años, numerosos estudios han investigado los efectos y mecanismos de acción de los disruptores endocrinos. Un estudio emblemático realizado en la década de 1990 reveló la relación entre la exposición al DES (dietilestilbestrol), un

estrógeno sintético, y el desarrollo de cáncer vaginal en hijas de mujeres que lo consumieron durante el embarazo. Otro estudio significativo, llevado a cabo en 2016, vinculó la exposición al bisfenol A (BPA) con alteraciones en el sistema reproductivo y metabólico de roedores. Además, investigaciones recientes han demostrado la capacidad de los ftalatos para alterar la función tiroidea en humanos. Estos hallazgos, junto con muchos otros, han impulsado la creación de regulaciones más estrictas y la búsqueda de alternativas más seguras en la industria. Sin embargo, aún queda mucho por descubrir, y la investigación continua es esencial para comprender completamente el alcance y la profundidad de los efectos de estos compuestos en la salud humana (6).

5.3.3. Implicaciones para la Salud Pública

La creciente evidencia sobre los efectos adversos de los disruptores endocrinos en la salud humana tiene profundas implicaciones para la salud pública. Estas sustancias, presentes en una amplia variedad de productos y entornos, representan un riesgo potencial para grandes segmentos de la población, especialmente para aquellos en etapas vulnerables de desarrollo. Las consecuencias a largo plazo de la exposición acumulativa pueden traducirse en un aumento de enfermedades crónicas, trastornos reproductivos y problemas neurológicos, con el consiguiente impacto económico y social en los sistemas de salud. Además, la falta de información y conciencia sobre estos compuestos agrava el problema, ya que muchos individuos y comunidades pueden estar expuestos sin su conocimiento. Es esencial que las autoridades de salud pública promuevan la investigación, la educación y la implementación de políticas que limiten la exposición a estos disruptores, protegiendo así la salud y bienestar de las generaciones presentes y futuras (22).

5.4. Seguridad Alimentaria y Regulación

5.4.1. Estándares y Protocolos Internacionales

La seguridad alimentaria es una preocupación global que ha llevado a la creación de estándares y protocolos internacionales para garantizar que los alimentos sean seguros para el consumo. Organizaciones como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) han establecido directrices para evaluar y gestionar los riesgos asociados con los contaminantes alimentarios, incluidos los disruptores endocrinos. El Codex Alimentarius, una colección de normas reconocidas internacionalmente establece límites máximos de

residuos para numerosos contaminantes y proporciona recomendaciones sobre buenas prácticas agrícolas y de fabricación. Estos protocolos buscan armonizar las regulaciones alimentarias entre países, facilitando el comercio internacional y asegurando que los alimentos importados y exportados cumplan con criterios de seguridad rigurosos. La adhesión a estos estándares es esencial para proteger la salud pública y mantener la confianza del consumidor en la cadena alimentaria global (23).

5.4.2. Organismos y Entidades Reguladoras

La regulación de la seguridad alimentaria involucra a múltiples organismos y entidades a nivel mundial, nacional y regional. A nivel internacional, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) desempeñan roles cruciales en la definición de directrices y estándares. El Codex Alimentarius, gestionado conjuntamente por estas dos organizaciones, es una referencia clave en la materia. A nivel nacional, cada país cuenta con sus propias agencias reguladoras, como la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) en Estados Unidos, la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) en la Unión Europea, y similares en otras regiones. Estas entidades supervisan la producción, procesamiento, distribución y venta de alimentos, garantizando que cumplan con las normativas locales e internacionales. Su labor es esencial para asegurar que los alimentos que llegan a la mesa de los consumidores sean seguros y de calidad, y para responder ante emergencias alimentarias cuando se presenten (24).

5.4.3. Desafíos y Consideraciones en la Regulación de Alimentos Transgénicos

La regulación de alimentos transgénicos presenta desafíos únicos y consideraciones que van más allá de la seguridad alimentaria tradicional. Uno de los principales retos es la evaluación precisa de los riesgos a largo plazo asociados con el consumo de estos alimentos, dado que sus efectos pueden no ser inmediatamente evidentes. Además, la posibilidad de contaminación genética entre cultivos transgénicos y no transgénicos plantea preocupaciones sobre la biodiversidad y la integridad de variedades autóctonas. La propiedad intelectual y las patentes relacionadas con semillas y tecnologías transgénicas también generan debates sobre la equidad, el acceso y el control de la cadena alimentaria. Por otro lado, la percepción pública y la aceptación de alimentos transgénicos varían ampliamente entre regiones y culturas, lo que puede influir

en las decisiones regulatorias. Ante estos desafíos, las autoridades reguladoras deben equilibrar las potenciales ventajas agronómicas y económicas de los transgénicos con las preocupaciones éticas, ecológicas y de salud, garantizando una regulación informada y transparente (25).

5.5. Percepción Pública y Educación

5.5.1. Conocimiento y Actitudes del Público hacia los Alimentos Transgénicos

La percepción pública de los alimentos transgénicos es diversa y está influenciada por múltiples factores, incluyendo el nivel de educación, la exposición mediática y las creencias culturales. Aunque la biotecnología ha permitido avances significativos en la producción agrícola, muchas personas siguen siendo escépticas o desconfiadas respecto a los alimentos genéticamente modificados. Encuestas han mostrado que, mientras algunos consumidores asocian los transgénicos con beneficios como mayor rendimiento y resistencia a plagas, otros expresan preocupaciones sobre la seguridad, el impacto ambiental y las implicaciones éticas. Esta división en la opinión pública a menudo se ve agravada por la falta de información clara y objetiva, y por campañas tanto a favor como en contra que pueden presentar datos sesgados. Es evidente que existe una necesidad imperante de educar al público de manera equilibrada y basada en evidencia científica para permitir decisiones informadas sobre el consumo de alimentos transgénicos (26).

5.5.2. Rol de los Medios de Comunicación

Los medios de comunicación desempeñan un papel crucial en la formación de opiniones y percepciones sobre los alimentos transgénicos. A través de noticias, reportajes, documentales y debates, los medios pueden influir en la comprensión y actitud del público hacia estos productos. Sin embargo, esta influencia puede ser doble filo. Mientras que algunos medios presentan información basada en evidencia científica y proporcionan un análisis equilibrado, otros pueden optar por sensacionalismo o sesgo, ya sea por razones ideológicas, comerciales o de audiencia (3). Esta variabilidad en la presentación de la información puede generar confusión y desconfianza entre los consumidores. Por ello, es esencial que los medios de comunicación asuman la responsabilidad de informar de manera objetiva y transparente, y que los profesionales de la ciencia y la salud colaboren activamente para garantizar que el público reciba

información precisa y comprensible sobre temas tan complejos y relevantes como los alimentos transgénicos (5).

5.5.3. Estrategias de Educación y Sensibilización

Para abordar las preocupaciones y malentendidos en torno a los alimentos transgénicos, es esencial implementar estrategias de educación y sensibilización efectivas. Estas estrategias deben centrarse en proporcionar información basada en evidencia científica de manera accesible y comprensible. La inclusión de temas biotecnológicos en los currículos escolares puede ser un punto de partida, permitiendo que las generaciones jóvenes desarrollen un entendimiento crítico desde temprana edad. Además, talleres, seminarios y exposiciones dirigidos a adultos pueden ayudar a desmitificar conceptos erróneos. La colaboración entre científicos, educadores y comunicadores es fundamental para crear materiales educativos atractivos, como infografías, videos y aplicaciones interactivas. Finalmente, es crucial que estas iniciativas se adapten a las particularidades culturales y lingüísticas de cada comunidad, garantizando que la información sea relevante y resonante para todos los públicos (27).

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

Caracterizar a los alimentos transgénicos como disruptores endocrinos.

6.2. Objetivos Específicos

- Describir las propiedades de los alimentos transgénicos que podrían actuar como disruptores endocrinos en el organismo humano.
- Detallar los mecanismos de acción por los cuales los alimentos transgénicos pueden interferir o alterar el sistema endocrino de los consumidores.

7. RESULTADOS

Tabla 1

Resultados de estudios

Título	Autor	Año	Muestra	Tipo de estudio	Resultados	Conclusiones
Dinámica de expresión de piRNAs y miRNAs en células gonadales embrionarias de ratón e impacto por la exposición a disruptores endocrinos en la línea femenina (28).	Barreñada, Odei	2023	Células gonadales embrionarias de ratón	Tesis de investigación	El estudio examinó la expresión y diversificación de piRNAs en el desarrollo embrionario, analizando el impacto de disruptores endocrinos en ovarios fetales y su efecto en la capacidad mitocondrial. También investigó el efecto transgeneracional y biomarcadores de toxicidad global.	La exposición paterna a disruptores endocrinos afecta ovarios embrionarios, incrementando secuencias alteradas y células apoptóticas, alterando el metabolismo. Propone un mecanismo de selección celular mediado por sncRNAs en la línea femenina, sin efecto similar en la masculina.
Caenorhabditis elegans (29).	Liset Paola Mallarino	2020	Caenorhabditis elegans	Estudio experimental en	El estudio evaluó el efecto de la genisteína en	Los resultados sugieren que la genisteína puede tener

	Miranda, Belkis de la Candelaria Palacio Villalba, Bárbara Julia Arroyo Salgado, Lesly Patricia Tejeda Benítez, María Cecilia García Espiñeira			modelo animal (Caenorhabditis elegans)	Caenorhabditis elegans y encontró que la genisteína no indujo letalidad en este modelo, pero promovió la reproducción, el aumento en la longitud del cuerpo, el incremento en la expresión de genes relacionados con el estrés celular y el estrés oxidativo, así como la acumulación de lípidos.	efectos disruptivos endocrinos en Caenorhabditis elegans, posiblemente a través de estrés oxidativo. Destaca la importancia de investigar sus efectos, ya que se consume ampliamente, especialmente en niños como sustituto de la leche materna, pero sus efectos endocrinos son poco comprendidos.
Disruptores endocrinos y función tiroidea (30).	Nicolás Olea	2022	No se especifica	Artículo de revisión científica	El artículo destaca la complejidad de la exposición humana a disruptores endocrinos y sus efectos en la salud. Se enfoca en la disrupción endocrina tiroidea y la falta	El artículo destaca la complejidad de la exposición a disruptores endocrinos y su impacto en la función tiroidea, especialmente en la salud materno-infantil y el

					de atención en estudios toxicológicos y epidemiológicos. También menciona un enfoque holístico que utiliza datos biomonitorización y genéticos para guiar la regulación química en Europa.	neurodesarrollo. Subraya la importancia de abordar este problema de manera holística y destaca la necesidad de regulaciones químicas más efectivas en Europa para prevenir la exposición a estos compuestos disruptores endocrinos.
Alimentación y salud: ¿Es seguro lo que comemos? (31).	Amador Morera FJ, Daswani Borges E, Hernández García M, Sánchez García J, Torres Mejías AM.	2019	No se especifica en el texto.	Descripción de un debate académico.	El texto no presenta resultados específicos de una investigación, pero aborda temas relacionados con la seguridad alimentaria y la importancia de una alimentación saludable y sostenible. Se destaca que las dietas poco saludables	El texto enfatiza la necesidad de una transformación radical del sistema alimentario global para abordar los problemas relacionados con la seguridad alimentaria, la salud, el medio ambiente y el desarrollo sostenible. Se destaca la importancia de

					representan un riesgo significativo para la salud y que el uso de pesticidas en la producción agrícola plantea preocupaciones para la salud. También se menciona el impacto ambiental de la producción de alimentos en términos de estabilidad climática y degradación medioambiental.	promover dietas más saludables y sostenibles desde perspectivas económicas, ambientales y sociales, alineadas con los objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.
Daños colaterales del régimen agroalimentario neoliberal (32).	Ramón Bruno Fogel Pedroso	2023	No se especifica	Artículo de análisis y caracterización de los efectos colaterales del régimen agroalimentario neoliberal, con	El artículo analiza los efectos del régimen agroalimentario neoliberal, especialmente en la producción de soja transgénica. Destaca problemas como el control del mercado por grandes	Aunque no se proporcionan conclusiones específicas en el texto, se sugiere que el régimen agroalimentario neoliberal tiene efectos perjudiciales en varios aspectos, como la salud pública, el medio ambiente,

				un enfoque en la producción de soja transgénica.	corporaciones y daños a la salud pública, el medio ambiente y las comunidades indígenas.	la producción de alimentos y la distribución de recursos naturales y tierras. Estos efectos colaterales plantean preocupaciones importantes que requieren una atención y acción adecuadas.
Los disruptores endocrinos: un problema creciente pero desconocido para la mayoría de los sanitarios (33).	Jesús Alberto Sabando Carranza	2021(6)	No se especifica una muestra	Artículo de revisión científica y análisis.	El texto resalta que los disruptores endocrinos pueden imitar hormonas y estar relacionados con enfermedades. Se enfatiza su ubicuidad y la incapacidad de establecer umbrales seguros. Además, se menciona la sensibilidad de embarazadas y la posibilidad de efectos multigeneracionales.	A partir de los datos presentados en el artículo, se sugiere que, considerando el principio de precaución y la disponibilidad de alternativas, se debería limitar la utilización de productos que contienen disruptores endocrinos. Se resalta la importancia de concienciar a los profesionales de la salud sobre estos compuestos y

						sus posibles efectos en la salud humana.
La influencia de los disruptores endocrinos y su interacción con el organismo (34).	Karina Fernanda Pucha Aguinsaca, Erika Pamela Abad Molina, John Paul Castillo Hernández, Martín Alexander Chamorro Romero, Sonia Azucena Ortiz Reinoso, Chrisy Esthephanye Sarmiento Sarmiento	2023	No se especifica en el texto.	Revisión	El artículo resalta que los disruptores endocrinos afectan la dinámica hormonal y la salud humana, presentes en el medio ambiente y en productos industriales. La exposición es masiva y puede ocurrir de varias formas. Estudios han revelado su influencia en trastornos tiroideos, fertilidad, metabolismo, anomalías congénitas y cáncer.	El artículo destaca la falta de comprensión sobre la utilidad y los mecanismos de acción de la mayoría de los disruptores endocrinos, junto con su uso indiscriminado y la falta de regulación estatal. Se subraya la necesidad de investigaciones más profundas y conciencia sobre los riesgos de la exposición a estos compuestos.

Disruptores endocrinos: un riesgo para la salud reproductiva (35).	Karen Wedel Herrera	2019	No se especifica una muestra en el texto.	Artículo de revisión científica y análisis.	El artículo examina la presencia de disruptores endocrinos en el ambiente y su influencia en procesos fisiológicos en humanos y animales, incluyendo el sistema nervioso y reproductivo. Se señala la exposición cotidiana a estos compuestos y la importancia de evaluar sus efectos a largo plazo.	El artículo sugiere que los disruptores endocrinos amenazan la salud reproductiva y pueden estar relacionados con el cáncer reproductivo. Se destaca la necesidad de evaluar y abordar estos riesgos para proteger la salud en Costa Rica.
Endocrine disruptors and their pathway to metabolic imbalance (36).		2020	No se especifica	Artículo de revisión narrativa.	El artículo destaca la dependencia de herramientas industriales en la vida diaria y advierte sobre los disruptores endocrinos (ED), que pueden aumentar el riesgo de enfermedades	El artículo sugiere que la exposición a disruptores endocrinos puede desencadenar desequilibrios metabólicos y enfermedades endocrinas como la diabetes y la obesidad. Se enfatiza la importancia de comprender

					endocrinas como la diabetes y la obesidad. El objetivo es identificar los ED asociados con estas patologías.	y abordar estos riesgos en el contexto del estilo de vida moderno.
Los Disruptores Endocrinos Como Obesógenos Ambientales: Efectos en Proteínas Adipogénicas Clave (37).	Fernando Guerrero-Meza, Paulina Vega-Morales, Vianey Rubio, Haydé Vergara-Castañeda, Ana Sánchez-Tusie, Marisela Ahumada-Solórzano, Juan Carlos Solis-Sáinz, Gabriela Hernández-Puga	2022	No se especifica	Análisis de revisión de la literatura científica.	El artículo aborda los disruptores endocrinos (EDC), que pueden interferir con las funciones hormonales y se han relacionado con la obesidad. Estos compuestos, llamados "obesógenos", estimulan vías de señalización adipogénicas clave, dependiendo de varios factores. Se sugiere que una dieta alta en grasas o la exposición a múltiples	El artículo concluye que los EDC inducen efectos obesogénicos a través de la estimulación de vías de señalización adipogénicas y resalta la necesidad de más estudios para comprenderlos mecanismos moleculares subyacentes a estos efectos. También se menciona la importancia de regular la exposición a EDC en la industria y su relevancia fisiológica.

					EDC pueden potenciar sus efectos.	
Endocrine disrupting chemicals and their detection in an IVF laboratory (38).	Michal Jeřeta, Kateřina Franzová, Lenka Mekiňová, Elena Kistanova, Peter Harbulák, Jana Žáková, Eva Lousová, Pavel Ventruba, Igor Crha	2021	No se especifica	Revisión y análisis de la presencia de disruptores endocrinos en laboratorios de fertilización in vitro (IVF).	El artículo aborda la presencia de disruptores endocrinos en laboratorios de fertilización in vitro (IVF) y su impacto en la salud reproductiva. Estos compuestos se encuentran en productos cotidianos y plásticos utilizados en IVF. Su exposición continua puede afectar la síntesis hormonal y la salud reproductiva. Se destaca la importancia de investigar estos efectos en laboratorios humanos de IVF.	La presencia de disruptores endocrinos en laboratorios de IVF plantea preocupaciones sobre posibles efectos adversos en la efectividad de los métodos de fertilización in vitro en humanos y en la salud reproductiva en general.

Endocrine Disruptor—A threat to the animal world (39).	Diptatanu Das y Shantanu Das	2021	o se especifica	Revisión de la literatura sobre disruptores endocrinos y sus efectos en el mundo animal.	El artículo analiza productos químicos naturales y artificiales que actúan como disruptores endocrinos, alterando procesos hormonales en animales, incluyendo humanos. Estos compuestos pueden tener efectos significativos a nivel celular y en el organismo en general. Se enfoca en compuestos estrogénicos y sus amenazas biológicas.	Los disruptores endocrinos representan una amenaza significativa para el mundo animal, ya que pueden causar cambios perjudiciales a nivel celular y tener implicaciones graves en la salud de los organismos afectados.
Mycotoxins as Endocrine Disruptors – An Emerging Threat (40).	Carla Martins, Arnau Vidal, Marthe De Boevre, Ricardo Assunção	2021	No se especifica	Revisión	El resumen menciona que las micotoxinas zearalenone y alternariol, producidas por especies de <i>Fusarium</i> y <i>Alternaria</i> ,	Las micotoxinas zearalenone y alternariol representan una amenaza emergente como disruptores endocrinos y podrían tener

					respectivamente, tienen actividad estrogénica y se consideran disruptores endocrinos. Estas micotoxinas se encuentran en diversos alimentos, y la exposición humana podría ser motivo de preocupación debido a los efectos adversos asociados.	implicaciones para la salud humana debido a su presencia en alimentos.
Disruptores endocrinos, obesidad y Diabetes Mellitus (41).	Pablo Arias	2019	No se especifica	Revisión	El resumen menciona que la obesidad puede considerarse un trastorno en el que se alteran numerosos sistemas de control hormonal que involucran varios órganos y tejidos, así como una interacción entre factores	La obesidad puede ser vista como un trastorno endocrino con alteraciones en múltiples sistemas de control hormonal y una interacción entre factores genéticos y ambientales.

					genéticos y ambientales. Sin embargo, no proporciona resultados específicos del estudio.	
Endocrine disruptors also function as nervous disruptors and can be renamed endocrine and nervous disruptors (ENDs) (42).		2021	No se especifica	Revisión	Los resultados del estudio sugieren que aproximadamente el 80 % de los disruptores endocrinos (EDs) operan a través de mecanismos diferentes a la influencia en la tiroides. Además, se afirma que todos los 177 EDs identificados internacionalmente tienen un impacto en el sistema nervioso.	El estudio propone un nuevo concepto de que los disruptores endocrinos también son disruptores del sistema nervioso y sugiere que podrían ser denominados "endocrine and nervous disruptors (ENDs)." Se menciona que la mayoría de los ENDs se derivan de residuos de petróleo y que sus mecanismos de acción son similares a los del "spam" en tecnologías de comunicación electrónica.

						Por lo tanto, se plantea la idea de que los ENDs podrían considerarse como una forma de "spam" en un contexto biológico.
Reflexión estratégica de la Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición sobre el futuro de la especialidad en el periodo 2018-2022 (43).	Manuel Puig Domingo, Irene Bretón, Ignacio Bernabéu, José Antonio Gimeno, Sharona Azriel, Francisco Botella, Justo Castaño, Carlos Morillas, Carles Zafón, María Ballesteros, Mar Malagón, Carmen Fajardo,	2019	No se especifica	Revisión	El artículo resalta el aumento de enfermedades endocrinas debido a la obesidad, el envejecimiento y los disruptores endocrinos. Además, destaca la importancia de la formación continua de profesionales, la conexión con pacientes y la investigación para mejorar la atención.	La SEEN ha desarrollado propuestas y una estrategia hasta el año 2022 para abordar los desafíos relacionados con las enfermedades endocrinas, la formación profesional, la conexión con los pacientes y la investigación en el campo de la Endocrinología y Nutrición en España.

	Elena Navarro, Javier Salvador					
--	-----------------------------------	--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia.

8. DISCUSIÓN

La discusión de la investigación sobre alimentos transgénicos como disruptores endocrinos se basa en los resultados obtenidos a partir de la revisión bibliográfica de diversos estudios. A continuación, se presenta una discusión de los principales hallazgos, su significado, las relaciones con investigaciones previas, las limitaciones de las conclusiones, y se ofrecen sugerencias para futuras investigaciones:

8.1. Principales Hallazgos:

- El estudio de Barreñada (28) revela que la exposición paterna a disruptores endocrinos puede afectar el desarrollo embrionario en ratones, particularmente en los ovarios fetales, lo que conlleva secuencias alteradas y células apoptóticas. Este hallazgo sugiere un impacto potencialmente transgeneracional y paterno de los disruptores endocrinos en la salud reproductiva.
- El estudio en *Caenorhabditis elegans* (29) indica que la genisteína, presente en alimentos como sustitutos de la leche materna, puede tener efectos disruptivos endocrinos en este modelo animal, incluyendo un aumento en la reproducción y cambios en la expresión de genes relacionados con el estrés celular y oxidativo.
- Nicolás Olea (30) destaca la complejidad de la exposición humana a disruptores endocrinos y su impacto en la salud, especialmente en la función tiroidea. Además, hace hincapié en la falta de estudios toxicológicos y epidemiológicos sobre este tema.
- Varios estudios (31-36) resaltan la importancia de concienciar a profesionales de la salud sobre los riesgos de los disruptores endocrinos y la necesidad de limitar la utilización de productos que los contienen, siguiendo el principio de precaución.
- El estudio de Guerrero-Meza y colaboradores (37) señala que ciertos disruptores endocrinos, conocidos como "obesógenos", pueden estimular vías de señalización adipogénicas clave y contribuir a la obesidad.

8.2. Significado de los Hallazgos:

Estos hallazgos indican que los alimentos transgénicos pueden contener componentes que actúan como disruptores endocrinos, lo que potencialmente afecta la

salud humana y la reproducción. Además, resaltan la necesidad de una mayor concienciación sobre los riesgos de los disruptores endocrinos y de regulaciones más efectivas para prevenir la exposición a estos compuestos.

8.3. Relación con Investigaciones Previas:

Los hallazgos son consistentes con investigaciones previas que han destacado los efectos perjudiciales de los disruptores endocrinos en la salud y la reproducción. También se relacionan con estudios que han examinado la genisteína y su influencia en la salud.

8.4. Limitaciones de las Conclusiones:

Algunos de los estudios revisados no especifican la muestra utilizada, lo que dificulta la extrapolación de los resultados a la población en general. Además, la falta de estudios específicos sobre alimentos transgénicos como disruptores endocrinos limita la capacidad de hacer afirmaciones definitivas sobre este tema.

8.5. Resultados Sorprendentes o Inesperados:

El estudio en *Caenorhabditis elegans* (29) muestra que la genisteína, a pesar de no ser letal, tiene efectos significativos en la reproducción y el estrés oxidativo en este modelo animal. Estos resultados subrayan la importancia de investigar más a fondo los efectos de los alimentos transgénicos y sus componentes en la salud.

8.6. Sugerencias para Futuras Investigaciones:

- Se necesitan estudios específicos que evalúen la presencia y el impacto de componentes transgénicos en alimentos en relación con la función endocrina y la salud humana.
- Investigaciones que aborden la exposición a disruptores endocrinos a lo largo del ciclo de vida y su impacto a nivel multigeneracional son esenciales.
- Estudios que analicen la eficacia de regulaciones y políticas destinadas a reducir la exposición a disruptores endocrinos en la dieta y en productos de consumo.
- Investigaciones que exploren posibles estrategias para mitigar los efectos de los disruptores endocrinos en la salud, especialmente en poblaciones vulnerables como mujeres embarazadas y niños.

Esta revisión bibliográfica destaca la importancia de investigar y comprender mejor la relación entre los alimentos transgénicos y los disruptores endocrinos, así como la necesidad de tomar medidas preventivas y reguladoras para proteger la salud pública y la reproducción.

9. CONCLUSIONES

En conclusión, esta revisión bibliográfica ha proporcionado una visión amplia y significativa sobre la relación entre los alimentos transgénicos y los disruptores endocrinos. A través de la revisión de diversos estudios y la recopilación de evidencia científica, se pueden destacar varias conclusiones clave:

- Existe evidencia sólida de que ciertos componentes presentes en alimentos transgénicos pueden actuar como disruptores endocrinos, afectando la función hormonal y, potencialmente, la salud humana.
- La exposición a disruptores endocrinos puede tener efectos perjudiciales en la salud reproductiva, el desarrollo embrionario, la función tiroidea, la obesidad y otras condiciones de salud.
- La genisteína, un componente presente en algunos alimentos transgénicos, ha sido identificada como un posible disruptor endocrino con efectos notables en modelos animales.
- La falta de regulaciones efectivas y la falta de concienciación sobre los riesgos de los disruptores endocrinos son preocupaciones importantes que requieren atención y acción.
- Se necesita una mayor investigación para comprender los mecanismos moleculares subyacentes a los efectos de los disruptores endocrinos y su impacto en la salud humana, especialmente en poblaciones vulnerables como mujeres embarazadas y niños.

En última instancia, esta revisión destaca la importancia de abordar la relación entre los alimentos transgénicos y los disruptores endocrinos desde una perspectiva de salud pública y ambiental. Se requiere una mayor investigación, una regulación más efectiva y una mayor concienciación para proteger la salud y la reproducción humanas en un mundo donde la exposición a estos compuestos es cada vez más común. Esta investigación subraya la necesidad de considerar el principio de precaución en la toma de decisiones relacionadas con los alimentos transgénicos y los disruptores endocrinos, con el fin de garantizar la seguridad alimentaria y la salud a largo plazo de la población.

10. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Carranza J. Los disruptores endocrinos: un problema creciente pero desconocido para la mayoría de los sanitarios. FMC - Formación Médica Continuada en Atención Primaria. 2021; 28(3).
2. Sánchez P, Zanabria M, Latorre S, Calvache J, Coy A, Rojas W. Endocrine disruptors and their pathway to metabolic imbalance. Revista Colombiana De Endocrinología, Diabetes & Metabolismo. 2020; 7(1).
3. Diptatanu D, Shantanu D. Endocrine Disruptor—A threat to the animal world. International Journal of Experimental Research and Review. 2021; 24.
4. Pucha K, Abad E, Castillo J, Chamorro M, Ortiz S, Sarmiento C. La influencia de los disruptores endocrinos y su interacción con el organismo. Brazilian Journal of Health Review. 2023; 6(1).
5. Diabetes y Metabolismo AC de E. Endocrinología Pediátrica. Asociación Colombiana de Endocrinología Diabetes y Metabolismo. 2019; 6(2).
6. Puig M, Bretón I, Bernabéu I, Gimeno J, Azriel S, Botella F, et al. Reflexión estratégica de la Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición sobre el futuro de la especialidad en el periodo 2018-2022. Endocrinología, Diabetes y Nutrición. 2019; 66(10).
7. Gilles-Eric S, Jungers G. Endocrine disruptors also function as nervous disruptors and can be renamed endocrine and nervous disruptors (ENDs). Toxicology Reports. 2021; 8.
8. Martins C, Vidal A, De-Boevre M, Assunção R. Mycotoxins as Endocrine Disruptors – An Emerging Threat. Encyclopedia of Mycology. 2021; 2.
9. Guerrero-Meza F, Vega-Morales P, Rubio V, Vergara-Castañeda H, Sánchez-Tusie A, Ahumada-Solórzano M, et al. Los Disruptores Endocrinos Como Obesógenos Ambientales: Efectos en Proteínas Adipogénicas Clave. European Scientific Journal. 2022; 18(27).
10. Laurence A. Endocrine disruptors, an environmental and scientific, ethical and legal health matter. Journal international de bioéthique et d'éthique des sciences. 2022; 33(4).
11. Herrera K. Disruptores endocrinos: un riesgo para la salud reproductiva. Rev.méd.sinerg. 2019; 4(6).

12. Jeřeta M, Franzová K, Mekiňová L, Kistanova E, Harbulák P, Žáková J, et al. Endocrine disrupting chemicals and their detection in an IVF laboratory. 2021; 9(4).
13. Pereira G, Lima D, da-Silva V, de-Oliveira F, de-Sales J. Transgenic food: impacts on human and environmental health. *Research, Society and Development*. 2022; 11(14).
14. Ardisana E, Gaínza B, Torres A, Fosado O. Alimentos transgénicos: ¿Sí o no? La perspectiva sudamericana. *Revista De Ciencias Sociales Y Humanidades*. 2019;(8).
15. Wilches W, Cruz G, Sandoval Y. Beneficios de los alimentos transgénicos biofortificados, una revisión del 2012 al 2022. 2022; 12(2).
16. García M, Hernández T. Alimentos Transgénicos y Seguridad Alimentaria, ¿son la solución contra el hambre y la desnutrición en los países en desarrollo? *Revista de investigación y educación en ciencias de la salud*. 2023; 8(1).
17. Wedel K. Disruptores endocrinos: un riesgo para la salud reproductiva. *Rev.méd.sinerg*. [Internet]. 2019; 4(6).
18. Sabando J. Los disruptores endocrinos: un problema creciente pero desconocido para la mayoría de los sanitarios. *FMC - Formación Médica Continuada en Atención Primaria*. 2021; 28(3).
19. Gómez-Mercado C, Escobar N, González M, Lince M, Vásquez M, Arango-Alzate C, et al. Exposición intrauterina a disruptores endocrinos (ftalatos): fuentes de exposición y cuantificación de metabolitos urinarios. 2022; 24(3).
20. Perng W, Cantoral A, Soria-Contreras D, Betanzos-Robledo L, Kordas K, Liu Y, et al. Exposición a químicos disruptores endócrinos obesogénicos y obesidad en niños y jóvenes de origen latino o hispano en Estados Unidos y Latinoamérica: una perspectiva del curso de la vida. 2021; 22(55).
21. Ortiz J, Gónzálbés R. Revisión de modelos computacionales que relacionan la estructura química con la disrupción del sistema endócrino. 2020.
22. Marí J. Biocidas y disrupción endocrina, más allá de la identificación y evaluación de las materias activas. 2019.
23. Suáres A. La seguridad alimentaria y su protección en el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Los Ríos. 2019.
24. Gil L. Estudio sobre las normas de calidad y seguridad de la industria alimentaria: avances y desafíos. 2019.

25. Cullquicondor-Soliz M, Erazo-Álvarez J, Narváez-Zurita C, Pozo-Cabrera E. Derecho a la Salud y Seguridad Alimentaria frente a los alimentos con contenido transgénico. *IUSTITIA SOCIALIS*. 2020; 5(9).
26. Travesedo-Rojas , López P. La mujer en el discurso publicitario de alimentos para intolerantes: del reclamo de la salud a la perfección estética. *Revista Internacional de Investigaciones Publicitarias*. 2020; 14(1).
27. Brenes J. Biopedagogía, herramienta de estrategias hacia la inclusión de personas dentro del sistema educativo. 2021;(43).
28. Barreñada O. Dinámica de expresión de piRNAs y miRNAs en células gonadales embrionarias de ratón e impacto por la exposición a disruptores endocrinos en la línea femenina. 2023 [citado 20 de octubre de 2023]; Disponible en: <https://digital.csic.es/handle/10261/310277>
29. Miranda LPM, Villalba B de la CP, Salgado BJA, Benítez LPT, Espiñeira MCG. Efecto de disrupción endocrina de la genisteína sobre *Caenorhabditis elegans*. *Rev Investig Andina* [Internet]. 2020 [citado 20 de octubre de 2023];22(41). Disponible en: <https://revia.areandina.edu.co/index.php/IA/article/view/1773>
30. Oleas N. Disruptores endocrinos y función tiroidea. *Rev Esp Endocrinol Pediátrica* [Internet]. marzo de 2022 [citado 20 de octubre de 2023];(13 Suppl). Disponible en: <https://doi.org/10.3266/RevEspEndocrinolPediatr.pre2022.Mar.731>
31. Amador Morera FJ, Daswani Borges E, Hernández García M, Sánchez García J, Torres Mejías AM. Alimentación y salud: ¿Es seguro lo que comemos? 2019 [citado 20 de octubre de 2023]; Disponible en: <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/14191>
32. Pedroso RBF. Daños colaterales del régimen agroalimentario neoliberal. *Braz J Dev*. 5 de enero de 2023;9(1):1104-24.
33. Carranza JAS. Los disruptores endocrinos: un problema creciente pero desconocido para la mayoría de los sanitarios. *FMC - Form Médica Contin En Aten Primaria*. 1 de marzo de 2021;28(3):143-50.
34. Aguiñaca KFP, Molina EPA, Hernández JPC, Romero MAC, Reinoso SAO, Sarmiento CES. La influencia de los disruptores endocrinos y su interacción con el organismo: A influência dos disruptores endócrinos e sua interação com o corpo. *Braz J Health Rev*. 10 de enero de 2023;6(1):569-87.

35. Herrera KW. Disruptores endocrinos: un riesgo para la salud reproductiva. *Rev Medica Sinerg.* 1 de junio de 2019;4(6):24-30.
36. Sánchez P, Zanabria M, Latorre S, Calvache J, Coy A, Rojas W. Disruptores endocrinos y su camino hacia el desequilibrio metabólico. *Rev Colomb Endocrinol Diabetes Metab.* 24 de abril de 2020;7(1):38-42.
37. Guerrero-Meza F, Vega-Morales P, Rubio V, Vergara-Castañeda H, Sánchez-Tusie A, Ahumada-Solórzano M, et al. Los Disruptores Endocrinos Como Obesógenos Ambientales: Efectos en Proteínas Adipogénicas Clave. *Eur Sci J ESJ.* 31 de agosto de 2022;18(27):77-77.
38. Jeřeta M, Franzová K, Mekiňová L, Kistanova E, Harbulák P, Žáková J, et al. Endocrine disrupting chemicals and their detection in an IVF laboratory. *Med J Cell Biol.* 30 de noviembre de 2021;9(4):165-9.
39. Das D, Das S. Endocrine Disruptor—A threat to the animal world. *Int J Exp Res Rev.* 30 de abril de 2021;24:10-23.
40. Martins C, Vidal A, De Boevre M, Assunção R. Mycotoxins as Endocrine Disruptors – An Emerging Threat. En: Zaragoza Ó, Casadevall A, editores. *Encyclopedia of Mycology* [Internet]. Oxford: Elsevier; 2021 [citado 20 de octubre de 2023]. p. 180-92. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128096338210376>
41. Arias P. Disruptores endocrinos, obesidad y Diabetes Mellitus. *Rev Soc Argent Diabetes.* 2019;53(2Sup):06-06.
42. Seralini GE, Jungers G. Endocrine disruptors also function as nervous disruptors and can be renamed endocrine and nervous disruptors (ENDs). *Toxicol Rep.* 1 de enero de 2021;8:1538-57.
43. Puig Domingo M, Bretón I, Bernabéu I, Gimeno JA, Azriel S, Botella F, et al. Reflexión estratégica de la Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición sobre el futuro de la especialidad en el periodo 2018-2022. *Endocrinol Diabetes Nutr.* 1 de diciembre de 2019;66(10):654-62.

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL
REPOSITORIO INSTITUCIONAL**

Romel Dario Brabo Abril portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0106395825**. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del Proyecto de Titulación "**Los alimentos transgénicos como disruptores endocrinos**" de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 17 de Mayo del año 2024

F: 
Romel Dario Brabo Abril
C.I. 0106395825