



UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA PESCA Y
VETERINARIA
CARRERA DE AGROPECUARIA

TRABAJO DE TITULACION

Componente practico del examen de carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como
requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

Impacto de los OGM en la productividad agrícola y la
seguridad alimentaria

AUTOR:

Patricio Enrique Bajaña Bravo

TUTOR:

Ing. Agr. Andy Ronquillo Moran, MSc.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2024

RESUMEN

La agricultura desempeña un papel crucial en la supervivencia humana, la economía y la preservación del medio ambiente. Es esencial para combatir la pobreza extrema, promover la prosperidad colectiva y garantizar la alimentación de una población estimada en 10.000 millones de personas. En Ecuador, la agricultura proporciona empleo, alimentos y materias primas, y contribuye con el 8,5% del PIB y el 25% de la población activa. Este trabajo tiene como objetivo analizar el impacto de los OGM en la productividad agrícola y la seguridad alimentaria. La metodología que se utilizó fue una investigación bibliográfica no experimental utilizando la técnica de análisis, revistas, textos actuales, artículos síntesis y resumen de los datos recopilados. En cuanto a los resultados, los Organismos Modificados Genéticamente, representan un impacto sustancial en la contribución, disponibilidad y accesibilidad de alimentos seguros y nutritivos, por tanto, los agricultores cultivan una mayor cantidad de alimentos en una menor extensión de tierra, de esta manera se satisface la creciente demanda de la población mundial. Debido a su resistencia a plagas, enfermedades y condiciones ambientales adversas, los organismos genéticamente modificados (OGM) mejoran el rendimiento de los cultivos, reducen las pérdidas postcosecha y mejoran la calidad nutricional. Si bien la mayoría de los estudios indican que los OGM son seguros para el consumo, la investigación en curso para garantizar la seguridad a largo plazo sigue siendo necesaria, lo que enfatiza la importancia de una investigación atenta en este campo.

Palabras claves: Agrícola, Impacto, productividad, Seguridad Alimentaria

SUMMARY

Agriculture plays a crucial role in human survival, the economy and environmental preservation. It is essential to combat extreme poverty, promote collective prosperity and ensure food for an estimated 10 billion people. In Ecuador, agriculture provides employment, food and raw materials, and contributes 8.5% of GDP and 25% of the working population. This work aims to analyze the impact of GMOs on agricultural productivity and food security. The methodology used was non-experimental bibliographic research. This work was developed as non-experimental bibliographic research using the analysis technique, journals, current texts, articles synthesis and summary of the data collected. Regarding the results, Genetically Modified Organisms represent a substantial impact on the contribution, availability and accessibility of safe and nutritious food, therefore, farmers grow a greater amount of food on a smaller area of land, thus meeting the growing demand of the world population. Due to their resistance to pests, diseases and adverse environmental conditions, genetically modified organisms (GMOs) improve crop yields, reduce post-harvest losses and improve nutritional quality. While most studies indicate that GMOs are safe for consumption, ongoing research to ensure long-term safety remains necessary, emphasizing the importance of careful research in this field.

Keywords: Agricultural, Impact, Productivity, Food Security

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	II
SUMMARY	III
1.CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Líneas de investigación.....	4
2. DESARROLLO	5
2.1 Marco conceptual	5
2.1.1 Origen de los Organismos Genéticamente Modificados	5
2.1.2. Generalidades de los Organismos Genéticamente Modificados	6
2.1.3. Impacto sobre los Organismos Genéticamente Modificados	9
2.1.4. Importancia de la seguridad alimentaria	10
2.1.5. Contribución de las OGM a la disponibilidad y consumo en la accesibilidad de alimentos seguros y nutritivos.	12
2.1.6. Influencia de los OGM en los rendimientos de los cultivos y en la reproducción humana.	14
2.1.6.1. Aumento de rendimientos	15
2.1.6.2. Mejora en la calidad del producto.....	16
2.1.6.3. Reducción del uso de pesticidas.....	17
2.1.7. Efectos a largo plazo de los OGM en la salud humana y animal.....	19
2.2. Marco metodológico	20
2.3. Resultados.....	20
2.4 Discusión de resultados.....	21
3.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	23
3.1. Conclusiones	23
3.2. Recomendaciones	23
4. REFERENCIAS Y ANEXOS	24
4.1. Referencias bibliográficas.....	24
4.2. Anexos.....	29

1.CONTEXTUALIZACIÓN

1.1. Introducción

Durante la historia humana, la agricultura ha tenido un papel fundamental en la parte económica y social. Desde antecedentes antiguos, los seres humanos han cultivado tierras para obtener una fuente de alimentos indispensables para su supervivencia y hasta el día de hoy. Día a día dependemos de una parte importante de esta industria para nuestras necesidades, tomar una decisión difícil a la hora de elegir qué cultivar, en las regiones menos avanzadas tecnológicamente, esta decisión se toma a ciegas sin tener en cuenta factores importantes, lo que conduce a un desequilibrio en la producción agrícola, alta incertidumbre y volatilidad en los precios (Atehortúa 2019).

La producción agrícola es fundamental para nuestra supervivencia, economía y medio ambiente. Es un tema que merece una atención constante y una gestión responsable, el progreso agrícola es uno de los recursos clave para enfrentar la extrema pobreza, fomentar la prosperidad colectiva y alimentar una población prevista para alcanzar los 10 000 millones de personas (Banco Mundial 2024).

La agricultura constituye una columna vertebral del sistema económico del Ecuador, ofreciendo oportunidades de empleo, alimentos y materia prima en una cantidad significativa de población. Un promedio de 8.5% al PIB y constituye un 25% de la población económicamente activa, la disminución de pagos y a la importación de productos, materias primas, maquinaria y otros elementos útiles para el progreso económico del país (Agropecuaria 2017).

Un organismo que ha tenido su composición genética alterada por el proceso de transgénesis se conoce como organismo genéticamente modificado (OGM). Las plantas que portan genes extragénicos, también conocidos como genes exógenos, se denominan transgénicas; en consecuencia, los OGM son organismos vivos a los que se les ha incorporado uno o más genes de otras especies para darles nuevas características. En relación a los alimentos modificados genéticamente (AMG) se maneja una incertidumbre con respecto a la seguridad alimentaria en cuanto al consumo humano y las posibles causas en el medioambiente (Rodríguez y Rodríguez 2015).

La manipulación genética, permite el desarrollo de variedades de cultivos agrícolas más resistentes a plagas y enfermedades, permitiendo incorporar características deseadas, por tanto, es importante también el uso de biotecnología como una alternativa para incrementar la seguridad alimentaria de la población. La modificación genética convencional de los cultivos ha jugado un papel muy importante a través de los siglos, incrementando los rendimientos y mejorando la calidad de los alimentos (Covarrubias 2014).

1.2. Planteamiento del problema

Los Organismos Modificados Genéticamente (GMOs) han sido objeto de debate y controversia en el ámbito agrícola y alimentario. Estos organismos, cuyo material genético ha sido alterado mediante ingeniería genética, presentan ventajas potenciales en términos de productividad y resistencia a plagas y enfermedades. Sin embargo, también plantean preocupaciones sobre su impacto en la salud humana, el medio ambiente y la seguridad alimentaria.

Uno de los principales desafíos que enfrenta la agricultura es la presencia de plagas y enfermedades, que pueden afectar significativamente el rendimiento de los cultivos y transferir enfermedades tanto a los cultivos como al ganado. Los alimentos presentan un nivel de contaminación que oscila entre el 25% y el 35%, incluso cuando se utilizan plaguicidas. Existe preocupación por la dependencia de los pesticidas para mantener la productividad, ya que no sólo tiene implicaciones negativas para el medio ambiente sino también el potencial de promover la resistencia de los insectos a los propios pesticidas (OIEA 2023).

Uno de los principales desafíos que enfrenta el sector agrícola es el crecimiento y desarrollo de la población frente al cambio climático. Para satisfacer las necesidades nutricionales de la creciente población, es necesario aumentar la producción en un 60 por ciento para 2050. Esto requiere tomar decisiones apropiadas para transformar los sistemas de producción y al mismo tiempo reducir el uso de agua e insumos, mantener la salud del suelo, disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, mejorar los medios de vida de los agricultores y facilitar el crecimiento económico (IICA 2020).

La agricultura ha sido revolucionada por los organismos modificados (OGM) al aumentar la productividad y la resistencia de los cultivos a las condiciones adversas de las plagas. Aunque los OGM pueden mejorar la seguridad alimentaria, su uso plantea importantes preocupaciones. Estabilizar la producción y mejorar el contenido nutricional, también pueden llevar a los agricultores a depender demasiado de las grandes corporaciones que poseen las patentes de estas semillas. Al estabilizar la producción y aumentar el contenido nutricional, también pueden generar una dependencia excesiva de los agricultores de las grandes corporaciones que poseen las patentes de estas semillas. Además, existe la posibilidad de que se desarrolle una resistencia a las plagas y la contaminación genética.

1.3. Justificación

Los organismos genéticamente modificados (OGM) tienen el potencial de aumentar significativamente la producción de alimentos al hacer que los cultivos sean más resistentes a plagas, enfermedades y condiciones climáticas adversas, que son esenciales para garantizar un suministro estable de alimentos. Por lo tanto, es importante evaluar la seguridad alimentaria de los OGM para garantizar que estos productos sean seguros para el consumo humano y ecológicamente sostenibles. Con documentación científica sobre los beneficios y riesgos de los OGM, los políticos, agricultores y consumidores pueden estar mejor informados y así tomar decisiones sobre la promoción de los OGM. Es necesario abordar uno de los mayores desafíos del mundo: la seguridad alimentaria frente al crecimiento demográfico y el cambio climático. Los cultivos genéticamente modificados (GM) tienen el potencial de mejorar el rendimiento agrícola con características como la resistencia a plagas y enfermedades y la tolerancia a condiciones climáticas adversas. Esto aumenta el rendimiento y reduce el consumo de recursos. Comprender y medir estos impactos es fundamental para desarrollar políticas agrícolas que optimicen la eficiencia y la sostenibilidad del sector agrícola. Mejorar la productividad agrícola de manera sostenible es ahora un objetivo realista. Los cultivos modificados genéticamente ofrecen tecnologías comprobadas que pueden y se utilizan para aumentar la productividad y al mismo tiempo conservar los valiosos recursos necesarios hoy y en el futuro.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Analizar el impacto de los OGM en la productividad agrícola y la seguridad alimentaria.

1.4.2. Objetivos específicos

- Establecer la contribución de las OGM a la disponibilidad y consumo en la accesibilidad de alimentos seguros y nutritivos.
- Detallar la influencia de los OGM en los rendimientos de los cultivos.
- Analizar los efectos a largo plazo de los OGM.

1.5. Líneas de investigación

La presente investigación está enfocada dentro de los dominios de la Universidad Técnica de Babahoyo de Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología. El enfoque principal de este estudio se centra en el: "Impacto de los GMO en la productividad agrícola y la seguridad alimentaria". En este contexto, la línea específicamente se aborda el Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable y en la Sublíneas de Agricultura sostenible y sustentable.

2. DESARROLLO

2.1 Marco conceptual

2.1.1 Origen de los Organismos Genéticamente Modificados

Los avances en biotecnología y genética del siglo 20 dieron sucesos al desarrollo de los organismos genéticamente modificados (OGM), que comenzaron con el descubrimiento de la estructura del ADN por Watson y Crick en 1953, utilizando tecnología del ADN recombinante, Stanley Cohen y Herbert Boyer desarrollaron el primero OGM en el año 1973, los primeros alimentos transgénicos, como el tomate Flavr Savr, aprobado en 1994, se desarrollaron durante los años 80, mediante experimentos en animales y plantas. El maíz y la soja modificados genéticamente impulsaron una expansión global en 1996 cuando se comercializaron a gran escala, no obstante, los efectos de los OGM en el medio ambiente y la salud han sido objetos de disputas, lo que ha provocado (Esperbent 2016).

La modificación genética mediante selección convencional se centra en la aplicación de la diversidad genética existente dentro de las variedades o razas de una especie, así como entre especies cercanamente relacionadas y ocasionalmente entre géneros relacionados, este proceso se encuentra limitado por las barrera de compatibilidad de cruce entre diferentes especies, cuando el germoplasma del cultivar no proporciona la variabilidad genética, los productores pueden emplear métodos como la exposición a radiaciones (gamma, x, neutrón) o la aplicación de agentes químicos mutagénicos para inducir nuevas variaciones y seleccionar características específicas (Eguizamón *et al.* 2018)

Durante 30 años, investigadores científicos en el campo de la biotecnología han desarrollado técnicas para transferir fragmentos de ADN entre bacterias, animales, plantas y otros organismos utilizados la tecnología del ADN recombinante, es posible combinar segmentos de ADN de varias fuentes o de diferentes regiones del genoma, estas técnicas permite incorporar genes que codifican características beneficiosas de un organismos a otro, superando las barreras de la reproducción (Ortiz y Ezcurra 2020).

La ingeniería genética consiste en el proceso de mover ADN de un organismo a otro, generalmente, si un organismo tiene un rasgo deseado y se identifica la región del ADN responsable de codificarlo, este puede ser transferido a un organismo que no lo tenga, un organismo transgénico, o genéticamente modificado con sus siglas (OGM), tanto en planta o animal que ha sido alterado mediante ingeniería genética para incluir ADN de una fuente externa a su propio genoma, la transgénesis puede realizarse tanto a nivel de celular somáticas como embrionarias (Reyes y Rozowski 2003).

Los OGM, También se les llama organismos genéticamente modificados, que se refieren a organismos cuyo material genético ha sido alterado mediante ingeniería genética. Estas modificaciones pueden incluir inserciones, mutaciones o eliminaciones de genes. Aunque los humanos han estado alterando indirectamente la composición genética de plantas y animales durante miles de años, no fue hasta 1973 que los investigadores Herbert Boyer y Stanley Cohen lograron un hito importante: crearon las primeras bacterias genéticamente modificadas (Ramírez 2017).

La producción e implementación de los OGM implica procesos de simplificación cognitiva que ignoran los factores de riesgo. Así, el riesgo tecnológico en este caso no estará relacionado con la falta de conocimiento, sino con la elección de tipos específicos de conocimiento, lo que excluye ciertos conocimientos y los riesgos asociados a ellos. Con este objetivo, comparamos las similitudes y diferencias entre el discurso de la comunidad científica en su disciplina y sobre la generación y aprobación de organismos genéticamente modificados, entre la disciplina de la genética molecular y las perspectivas genéticas relacionadas con el uso agrícola. La agricultura también vio grandes avances con la introducción de cultivos GM. En 1994, se comercializó el primer cultivo transgénico, el tomate Flavr Savr, diseñado para tener una vida útil más larga. Posteriormente, se desarrollaron cultivos resistentes a herbicidas y plagas, como el maíz Bt y la soja Roundup Ready, que han tenido un impacto significativo en la agricultura moderna (Huang 2015).

2.1.2. Generalidades de los Organismos Genéticamente Modificados

Los organismos genéticamente modificados, también conocidos como organismos modificados genéticamente (OMG) o cultivos GM, son aquellos cuyo

material genético ha sido alterado mediante técnicas de ingeniería genética para conferirles características específicas que no se encuentran de manera natural en la especie, la biotecnología y biología molecular han impulsado la ingeniería genética, que ha evolucionado desde sus orígenes con la clonación de genes hasta la creación de organismos con múltiples modificaciones precisas. La biobalística, también conocida como “pistolita de genes”, la edición de genes mediante herramientas como CRIPSR-CAS9 y la transferencia de genes por medio de vectores plasmídicos son métodos fundamentales para la modificación genética. Para introducir nuevas características en los organismos, estas técnicas permiten la inserción, eliminación o modificación de secuencia particulares de ADN (Vera *et al.*, 2023)

La biotecnología moderna ha permitido la modificación genética de organismos a través de técnicas avanzando de biología molecular, que facilitan el aislamiento, alteración, manipulación y transferencia de material genético entre organismos (Gibbons *et al* 2014). Estas técnicas permiten introducir nuevas características en los organismos, como resistencia a plagas, tolerancia a herbicida y mejoras en el contenido de nutrientes (proteínas, ácidos grasos, vitaminas y minerales), así como resistencia al estrés abióticos, que incluye condiciones como baja disponibilidad de agua, pH extremo o alta salinidad, estos organismos se conocen como OMG, y en el caso de plantas cultivadas, como cultivos GM (Méndez y Vallejo 2019).

El desarrollo de cultivos GM se ha centrado en mejorar tanto la productividad como el valor nutritivo de las especies agrícolas, a nivel global, la superficie cultivada con OGM ha crecido de 1.7 millones de hectáreas en 1996 a 179.7 millones en 2015, abarcando aproximadamente 18 millones de agricultores, en Colombia el primer cultivo GM autorizado fue el clavel azul en 2000, con una siembra inicial de 12 hectáreas. Para 2016, el país contaba con más de 160 autorizaciones para diferentes cultivos GM y aproximadamente 100,000 hectáreas dedicadas a algodón (*Gossypium hirsutum*), maíz, (*Zea mays*), soya (*Glycine max*) y arroz (*Oryza sativa*) (Chaparro 2011).

El avance en la tecnología de cultivo GM ha llevado al desarrollo de técnicas de análisis para la detección, identificación y cuantificación de modificaciones

genéticas. Las metodologías convencionales incluyen la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) para ADN y el ensayo de inmunoadsorción enzimática (ELISA) para proteínas, siendo la PCR la más utilizada, sin embargo, el crecimiento en la complejidad de los cultivos GM y sus implicaciones para el comercio internacional ha impulsado la necesidad de técnicas más sofisticadas para su análisis. Este documento revisa las principales técnicas de análisis, particularmente aquellas basadas en ADN, y evalúa las capacidades nacionales para su detección, considerando el estado actual de los cultivos GM tanto en Colombia como a nivel mundial (*Leguizamón et al. 2018*).

Los OGM se han desarrollado principalmente para mejorar características agrícolas, tales como la resistencia a plagas y enfermedades, la tolerancia a herbicidas, y la mejora del rendimiento y calidad de los cultivos, además se ha modificado para enriquecer el contenido nutricional, como en el caso del arroz dorado, que ha sido diseñado para contener altos niveles de provitamina A. Los beneficios de los OGM también incluyen la reducción de la dependencia de pesticidas y el aumento de la sostenibilidad en la agricultura (*Feng et al. 2022*).

El impacto ambiental de los OGM ha sido objeto de numerosos estudios, se ha observado que, bajo ciertas condiciones, los OGM pueden contribuir a la reducción del uso de pesticidas y a la conservación de la biodiversidad al limitar la expansión de cultivos no modificados, sin embargo, también existen preocupaciones sobre la posible transferencia de genes a plantas silvestres y la resistencia emergente en plagas (*Spendeler 2005*).

Desde un punto de vista socioeconómico, los OGM han permitido el incremento de la producción agrícola y la reducción de costo para los agricultores, sin embargo, la adopción de OGM también ha generado controversias, especialmente relacionadas con el control del mercado por parte de grandes corporaciones y el acceso equitativo a las tecnologías (*Spendeler 2005*).

La regulación de los OGM varía significativamente entre países, las agencias reguladoras, como la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) en los EEUU y la autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), evalúan la seguridad de los OGM antes de su comercialización, estas evaluaciones incluyen estudios sobre la toxicidad, alergenicidad y posibles efectos ambientales, la

legislación también exige etiquetado en muchos países para informar a los consumidores sobre la presencia de OGM en los productos alimenticios (Molina Y Blandin 2020).

La OGM representa una herramienta poderosa en la biotecnología con aplicaciones que abarcan desde la agricultura hasta la medicina, su desarrollo y uso continuo están marcados por un equilibrio entre sus beneficios potenciales y las consideraciones éticas y medioambientales que acompañan a las innovaciones tecnológicas.

El uso de organismos genéticamente modificados (OMG) en Ecuador genera debate a su impacto en la biodiversidad y la salud pública. Aunque la constitución prohíbe los cultivos y semillas transgénicas, se permite la importación y consumo de productos transgénicos, lo que requiere regulaciones estrictas, la agencia nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCOSA) y el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) son responsables de asegurar que estos productos cumplan con normas de etiquetado y seguridad alimentaria. Internacionalmente, la Organización para la cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) influye en las normativas locales, la legislación busca proteger la salud y el ambiente, permitiendo excepciones solo por interés nacional. El debate persiste por los posibles riesgos para la salud y el ambiente, además del impacto en la agricultura tradicional y la soberanía alimentaria (Molina y Blandin 2020).

2.1.3. Impacto sobre los Organismos Genéticamente Modificados

El uso de organismo modificados genéticamente (OMG) en la producción alimentaria ha generado tanto entusiasmo como preocupación en la sociedad contemporánea, la ingeniería genética ha permitido el desarrollo de cultivos que ofrecen ventajas significativas, como una mayor resistencia a plagas y enfermedades, lo cual puede reducir la dependencia de pesticidas químicos y mejora la sostenibilidad ambiental, además los OMG pueden ser diseñados para mejorar el perfil nutricional de los alimentos, lo que podría ayudar a combatir la desnutrición en regiones con carencias alimentarias, sin embargo, a pesar de estas ventajas, persisten preocupaciones sobre los posibles riesgos para la salud humana y el medio ambiente (Díaz Chaparro 2012).

Desde una perspectiva económica, la introducción de OMG ha transformado la agricultura en términos de productividad y rentabilidad, las semillas transgénicas permiten a los agricultores mayores rendimientos, lo cual es crucial en un mundo donde la demanda de alimento sigue creciendo, sin embargo el control del mercado por parte de un pequeño número de corporaciones multinacionales ha generado preocupaciones sobre la concentración de poder y la dependencia económica de los agricultores hacia estas empresas, este oligopolio puede limitar la diversidad genética y la soberanía alimentaria, aspectos visibles para el desarrollo sostenible (Chaparro 2011).

En términos de seguridad, los OMG están sujetos a rigurosas evaluaciones antes de ser aprobados para su consumo, aunque el debate su seguridad a lo largo plazo continúa, las alergias y la transferencia de genes de que la mayoría de los estudios científicos indican que los OMG actualmente en el mercado son seguros para el consumo, la percepción pública sigue siendo escéptica, en parte debido a la falta de transparencia en la comunicación de los beneficios y riesgos asociados (Domingo y Gómez 2000).

2.1.4. Importancia de la seguridad alimentaria

La seguridad alimentaria es fundamental para atender y evaluar el impacto de los organismos genéticamente modificados (OGM) en la productividad agrícola, a medida que la población mundial crece, la demanda de alimentos seguros y nutritivos también aumenta, la seguridad alimentaria se relaciona con el uso de OGM y su impacto en la agricultura y la seguridad alimentaria (Chaparro 2011).

La disponibilidad de alimentos se refiere a la cantidad de alimentos que está disponible para consumo, ya sea a través de producción local, importación o reservas, los OGM están diseñados para aumentar el rendimiento de los cultivos mediante la resistencia a plagas, enfermedades y condiciones climáticas adversas, esto puede resultar en una mayor producción de alimentos en menos terreno, contribuyendo a la seguridad alimentaria (Alimentaria 2005).

Los OGM también pueden ser diseñados para tener un contenido nutricional mejorado, como el arroz dorado enriquecido con vitamina A, ayudando a combatir deficiencias nutricionales en poblaciones vulnerables, el acceso a los alimentos implica que las personas puedan obtener alimentos suficientes y adecuados, los

OGM pueden influir en este aspecto de la seguridad alimentaria (Jácome *et al.* 2023).

Reducción de costo de producción lo cual al reducir la necesidad de pesticidas y herbicidas, los OGM pueden disminuir los costos de producción para los agricultores, esto puede traducirse en precios más bajos para los consumidores, mejorando el acceso a los alimentos, sin embargo la dependencia de semillas patentadas por grandes corporaciones puede limitar el acceso a estas tecnologías para los pequeños agricultores, afectando negativamente su capacidad para producir y acceder a alimentos (Vera *et al.* 2023).

La utilización de los alimentos se refiere a cómo los alimentos son procesados y consumidos para asegurar una nutrición adecuada, los OGM pueden influir en esta dimensión de varias maneras. Algunos OGM están diseñados para mejorar el contenido nutricional, lo que puede ayudar a mejorar la salud y el bienestar general de las poblaciones, existe una preocupación continua sobre la seguridad de los OGM para el consumo humano, aunque numerosos estudios han demostrado que son seguros, es crucial que se realicen evaluaciones de riesgos rigurosas y transparentes para garantizar la seguridad de los alimentos OGM (Jácome *et al.* 2023).

La estabilidad se refiere a la capacidad de mantener un suministro continuo de alimentos durante un período de tiempo. Los desastres naturales, las fluctuaciones económicas, el cambio climático y otros factores pueden contribuir a la estabilidad de los organismos genéticamente modificados. Más resistente a la sequía o a condiciones adversas como inundaciones, ayuda a garantizar un suministro continuo de alimentos incluso en condiciones difíciles. Reducir la diversidad genética de los cultivos, aumentando así la vulnerabilidad a plagas y enfermedades, afectando la estabilidad de la producción agrícola. (Triana *et al.* 2023).

La seguridad alimentaria es un marco crítico para evaluar el impacto de los OGM en la productividad agrícola y la seguridad alimentaria global, Los OGM en la productividad agrícola y la seguridad alimentaria global, los OGM tiene el potencial de mejorar la disponibilidad, el acceso, la utilización y la estabilidad de los alimentos, pero también presentan desafíos y riesgos que deben ser gestionados,

un enfoque equilibrado que incluya regulaciones adecuadas, investigaciones científicas y consideraciones éticas es esencial para maximizar los beneficios de los OGM mientras se minimizan los riesgos para la seguridad alimentaria (Chaparro 2011).

2.1.5. Contribución de las OGM a la disponibilidad y consumo en la accesibilidad de alimentos seguros y nutritivos.

La seguridad alimentaria es una prioridad global, influenciada por factores como el crecimiento poblacional, la urbanización, el cambio climático y la disponibilidad de recursos naturales, los organismos genéticamente modificados (OGM) se presentan como una solución biotecnológica para aumentar la disponibilidad de alimentos, mejorar su accesibilidad y garantizar su seguridad y valor nutricional, en cuestión que contribuye y aborda beneficios y como las preocupaciones y desafíos asociados (Mendoza et al., 2024).

Los OGM han demostrado su capacidad para aumentar significativamente los rendimientos de los cultivos mediante la introducción de genes que proporcionan resistencia a plagas y enfermedades, tolerancias a herbicidas y adaptación a condiciones climáticas adversas ; por el Maíz Bt que es modificado para producir una toxina que mata ciertas plagas de insectos, reduciendo las pérdidas de cultivos y mejorando el rendimiento global, como su vez la soja resistente a herbicidas que permite a los agricultores controlar las malezas más eficazmente lo que resulta en un uso más eficiente de la tierra y un aumento en la producción (Esperbent 2016).

La reducción de pérdidas de postcosecha estos cultivos OGM también pueden ser diseñados para tener una vida útil más larga y una mayor resistencia al deterioro postcosecha, lo que es crucial para reducir el desperdicio de alimentos y aumentar la disponibilidad de productos frescos, la introducción de características que permiten a los cultivos OGM prosperar en condiciones climáticas extremas, como la sequía o la salinidad del suelo, es fundamental en un contexto de cambios climáticos, estos avances permiten la expansión de la agricultura en regiones previamente marginales, aumentando la disponibilidad global de alimentos (Oliver 2014).

Los OGM pueden reducir significativamente los costos de producción agrícola al disminuir la necesidad de insumos como pesticidas y herbicidas, esto puede traducirse en precios más bajos para los consumidores, mejorando la accesibilidad económica de los alimentos (Bawa y Anilakumar 2013).

Algunos OGM están diseñados específicamente para abordar deficiencias nutricionales en las dietas humanas, el arroz dorado, enriquecido con provitamina A, es un ejemplo destacado de cómo los OGM pueden ser utilizados para mejorar la calidad nutricional de los alimentos. El impacto en la salud pública en la evaluación de la potencial reducción de problemas de salud relacionados con la desnutrición, como la ceguera infantil, en regiones dependientes de dietas basadas en arroz (Wunderlich y Gatto 2015).

A pesar de los beneficios potenciales, la adopción de OGM puede estar limitada por factores económicos y sociales, la dependencia de semillas patentadas y la concentración de poder en manos de unas pocas corporaciones biotecnológicas pueden restringir el acceso de pequeños agricultores a estas tecnologías, afectando su capacidad para competir en el mercado y para acceder a alimentos asequibles (Triana *et al.* 2023).

Análisis de las políticas que podrían facilitar un acceso más equitativo a los beneficios de los OGM, incluyendo programas de subsidio y formación para pequeños agricultores; los alimentos OGM son sometidos a rigurosas evaluaciones de seguridad antes de ser aprobados para el consumo, estas evaluaciones incluyen pruebas de toxicidad, alergenicidad y composición nutricional, comparando los alimentos OGM con sus contrapartes no modificadas (Triana *et al.* 2023).

Los OGM tienen el potencial de desempeñar un papel crucial en la mejora de la disponibilidad y accesibilidad de alimentos seguros y nutritivos, sin embargo, su implementación y aceptación dependen de una combinación de factores científicos, económicos, sociales y políticos, es esencial que se adopte un enfoque equilibrado y basado en la evidencia para maximizar los beneficios de los OGM mientras se mitigan los posibles riesgos y se garantizan políticas justas y equitativas para todos los actores involucrados en la cadena alimentaria, esta investigación continuará explorando estas dimensiones en los capítulos siguientes,

proporcionando una base sólida para futuras investigaciones y políticas en el ámbito de la seguridad alimentaria y los OGM (Hug 2008).

2.1.6. Influencia de los OGM en los rendimientos de los cultivos y en la reproducción humana.

Los OGM han sido diseñados para mejorar la resistencia a plagas, enfermedades y condiciones climáticas adversas, esto ha llevado a un aumento significativo en los rendimientos de varios cultivos, como el maíz, la soja y el algodón. Estudios de meta análisis han demostrado que los cultivos transgénicos pueden reducir la necesidad de pesticidas y herbicidas, lo que a su vez puede aumentar la eficiencia agrícola y la productividad (Gibbons *et al.*, 2014).

Los OGM también han contribuido a prácticas agrícolas más sostenibles, como la reducción del uso de pesticidas y la conservación del suelo a través de prácticas de labranza reducida, sin embargo, hay debates en torno a los posibles efectos a largo plazo, como la resistencia de las plagas y la erosión genética de las variedades locales. La preocupación por los posibles efectos de los OGM en la salud humana, incluyendo la oviparidad y la fertilidad humana o los resultados reproductivos, la agencia reguladora, como la EFSA y la FDA, han concluido que los OGM aprobados son seguros para el consumo humano. (Gibbons *et al.*, 2014).

A pesar de la falta de evidencia científica sólida que demuestre efectos adversos, existe una preocupación pública significativa y un debate continuo sobre los posibles riesgos de los OGM, particularmente en relación con la salud a largo plazo, algunos estudios han sugerido la necesidad de una vigilancia continua y una evaluación de riesgos más detallada para comprender completamente las posibles implicaciones para la salud humana incluyendo la oviparidad (Chaparro 2011).

Los OGM han demostrado tener un impacto positivo en los rendimientos de los cultivos, pero la cuestión de su influencia en la salud humana, incluyendo la oviparidad, sigue siendo un área de estudio y debate continuo, aunque la mayoría de los estudios no han encontrado negativos significativos, es esencial mantener la investigación y la regulación rigurosa para asegurar la seguridad a largo plazo. (Gibbons *et al.*, 2014).

2.1.6.1. Aumento de rendimientos

Los organismos genéticamente modificados (OGM) han sido una herramienta clave en la agricultura moderna, diseñada para mejorar la productividad agrícola a través de varias vías: Una de las modificaciones más comunes en los cultivos OGM es la introducción de genes que confieren resistencia a plagas y enfermedades, por ejemplo, el maíz BT (*Bacillus thuringiensis*) produce una proteína tóxica para ciertas plagas, lo que reduce la necesidad de pesticidas químicos y protege el cultivo, resultado en mayores rendimientos. Muchos cultivos OGM, como la soja y el algodón, han sido modificados para ser resistentes a herbicidas específicos, esto permite a los agricultores controlar las malas hierbas más eficazmente sin dañar el cultivo principal, la reducción de la competencia por nutrientes y agua permite que los cultivos crezcan más vigorosamente, aumentando así los rendimientos (Vera, & Salazar, M. 2021).

Algunos OGM están diseñados para tolerar condiciones ambientales extremas, como sequías o suelos salinos, esto es especialmente importante en regiones donde las condiciones climáticas adversas limitan la productividad agrícola, la tolerancia a la sequía en cultivos como el maíz y el trigo permiten una producción más estable y predecible, incluso en condiciones de estrés hídrico.

Además de aumentar los rendimientos, algunos OGM han sido desarrollados, para mejorar el contenido nutricional de los cultivos, un ejemplo destacado es el arroz dorado, que ha sido modificado para producir betacaroteno, un precursor de la vitamina A, esta mejora no solo contribuye a la seguridad alimentaria en términos de cantidad, sino también de calidad nutricional, ayudando a combatir la malnutrición en poblaciones vulnerables. El aumento de los rendimientos agrícolas debido a los OGM contribuye significativamente a la seguridad alimentaria, el aumentar la cantidad de alimentos disponibles, esto es crucial en un contexto de crecimiento poblacional y cambio climático, que plantea desafíos adicionales para la producción de alimentos. (Vera y Salazar 2021).

Los OGM que son resistentes a plagas y enfermedades no solo mejoran los rendimientos durante el crecimiento del cultivo, sino también reducen las pérdidas postcosecha. Esto es importante para mantener un suministro constante de alimentos y reducir el desperdicio. Al mejorar la eficiencia en la producción agrícola,

los OGM pueden ayudar a reducir los costos de producción, lo que potencialmente reduce el precio de los alimentos en el mercado, esto hace que los alimentos sean más accesibles para poblaciones de bajos ingresos, mejorando así la seguridad alimentaria (Ramírez 2017).

El uso de OGM puede contribuir a prácticas agrícolas más sostenibles, como la reducción del uso de pesticidas y herbicidas y la conservación del suelo, esto no solo mejora la sostenibilidad ambiental, sino que también asegura una producción agrícola a largo plazo, fundamental para la seguridad alimentaria futura. Los OGM han mostrado un potencial significativo para aumentar los rendimientos de los cultivos y mejorar la seguridad alimentaria a través de varias vías, aunque existen preocupaciones sobre los posibles impactos a largo plazo y la necesidad de una regulación adecuada, la evidencia actual sugiere que los OGM pueden ser una herramienta valiosa en la lucha contra la inseguridad alimentaria y en la promoción de una agricultura más sostenible (Jiménez *et al.* 2017)

2.1.6.2. Mejora en la calidad del producto

Uno de los avances más destacados en la biofortificación, donde los OGM son diseñados para aumentar el contenido de micronutrientes esenciales, el arroz dorado ha sido modificado para producir betacaroteno, un precursor de la vitamina A, que es esencial para la visión y el sistema inmunológico, este tipo de OGM puede ayudar a combatir la malnutrición en regiones donde las deficiencias de vitaminas y minerales son comunes. En algunos cultivos, se han logrado reducir la presencia de compuestos antinutricionales que pueden interferir con la absorción de nutrientes. Por ejemplo, en ciertas variedades de soya modificadas, se ha reducido el contenido de ácido fítico, un compuesto que puede disminuir la biodisponibilidad de minerales como el hierro y el zinc (Wunderlich y Gatto 2015).

Algunos OGM han sido modificados para resistir enfermedades y reducir la velocidad de descomposición, lo que mejora la vida útil de los productos, un ejemplo es el papa Innate, que ha sido diseñada para resistir el pardeamiento y la aparición de manchas negras, comunes durante el almacenamiento y procesamiento. Las mejoras en la calidad del producto también incluyen cambios en la textura y el sabor, por ejemplo, los tomates modificados para tener una mayor firmeza pueden resistir mejor el transporte y almacenamiento sin perder calidad, es importante

destacar que las mejoras en la calidad del producto a través de OGM deben ser evaluadas rigurosamente en términos de seguridad y ética. La regulación de estos productos incluye pruebas exhaustivas para asegurar que no presentan riesgos para la salud humana ni para el medio ambiente, además se deben considerar aspectos como el etiquetado transparente y el consentimiento informado del consumidor (Jiménez *et al.* 2017)

Los OGM han permitido avances significativos en la mejora de la calidad de los productos agrícolas, ofreciendo beneficios como un mayor contenido nutricional, mejorar vida útil y adaptaciones específicas a las preferencias del consumidor. Sin embargo, es crucial que estas innovaciones sean acompañadas por una regulación adecuada y una consideración ética para asegurar que los beneficios se maximicen y los riesgos se minimicen (Vera y Salazar 2021).

2.1.6.3. Reducción del uso de pesticidas

El uso indiscriminado de agentes agroquímicos y fosfatados perjudican al ser humano por una mala práctica de manejo agrícola en el uso de estos productos (Vera *et al.*, 2023), no obstante causando daño a largo y corto plazo (Vásquez *et al.*, 2022), la adopción de cultivos genéticamente modificados (OGM) ha sido un factor clave en la reducción del uso de pesticidas en la agricultura, esta reducción se ha logrado principalmente a través de dos estrategias: la introducción de cultivos con resistencias a plagas (como los cultivos Bt) y la tolerancia a herbicidas. A continuación, se describen estos aspectos y sus implicaciones en la práctica agrícola y el medio ambiente (Vásquez *et al.* 2023).

Los cultivos Bt (*Bacillus thuringiensis*) están modificados para producir una proteína que es toxina para ciertas plagas de insectos, como el gusano cogollero y el barrenador del maíz, estas proteínas Bt son específicas para ciertos grupos de insectos y no afectan a otros organismos no objetivos, incluido los humanos y animales (Intriago *et al.* 2019).

La introducción de cultivos Bt ha llevado a una significativa reducción en el uso de insecticidas químicos, los agricultores pueden depender menos de los insecticidas para controlar plagas, lo que no solo reduce los costos de producción sino también los riesgos asociados con la exposición a pesticidas para los trabajadores agrícolas y el medio ambiente (Esperbent 2016).

La disminución del uso de insecticidas contribuye a una menor contaminación del suelo y del agua, reduciendo los impactos negativos en los ecosistemas locales, además, se preservan los insectos beneficiosos, como polinizadores y depredadores naturales de plagas, que pueden verse afectados negativamente por los pesticidas convencionales. Muchos cultivos transgénicos, como la soja, el maíz y el algodón, han sido modificados para que sean tolerantes a herbicidas específicos, como el glifosato. Esto permite a los agricultores aplicar herbicidas para controlar las malas hierbas sin dañar el cultivo principal (Molina & Blandin 2020).

La tolerancia a los herbicidas ha permitido un manejo más eficiente de las malezas, facilitando el control de especies invasoras y resistentes. Esto, a su vez, contribuye a reducir la necesidad de múltiples aplicaciones de diferentes herbicidas, simplificando la gestión agrícola y reduciendo el uso general de productos químicos (Vera y Salazar 2021).

Sin embargo, el uso generalizado de cultivos resistentes a herbicidas ha provocado la aparición de malezas resistentes, lo que constituye una preocupación creciente. Esto resalta la necesidad de prácticas de manejo integrado de plantas (MIP), incluida la rotación de cultivos y el uso de diferentes estrategias de control para prevenir la resistencia. Reducir el uso de pesticidas y herbicidas puede reducir significativamente los costos de producción para los agricultores. Esto es especialmente importante en zonas donde el acceso a los productos químicos agrícolas es limitado o costoso. (Méndez & Vallejo, M. 2019)

La menor necesidad de aplicar pesticidas reduce la exposición de los trabajadores agrícolas a estos productos, mejorando su salud y seguridad. Además, reducir la contaminación por pesticidas beneficia la salud pública al reducir los residuos de pesticidas en los alimentos y el medio ambiente. La adopción de cultivos transgénicos ha permitido una notable reducción en el uso de pesticidas, contribuyendo a una agricultura más sostenible y menos dependiente de productos químicos. Si bien existen desafíos, como controlar la resistencia de las malezas, los beneficios ambientales y económicos son significativos. Es esencial que estas tecnologías se integren en prácticas agrícolas sostenibles y vayan acompañadas

de una regulación adecuada para maximizar los beneficios y mitigar los riesgos potenciales (Chaparro 2011).

2.1.7. Efectos a largo plazo de los OGM en la salud humana y animal.

Los efectos a largo plazo de los organismos genéticamente modificados (OGM) en la salud humana y animal son un tema de gran interés y debate. Aunque la mayoría de los estudios científicos y las evaluaciones de agencias regulatorias como la FDA y la EFSA han concluido que los OGM disponibles en el mercado son seguros, persisten preocupaciones y preguntas sobre sus posibles impactos a largo plazo (Wunderlich y Gatto 2015).

Antes de que un OGM llegue a nuestras plantas, debe pasar por rigurosas pruebas de seguridad que evalúan aspectos como la toxicidad y el potencial alergénico. Estos estudios, realizados tanto por científicos independientes como por organismos reguladores, han demostrado que los OGM aprobados no presentan mayores riesgos que los cultivos no modificados. A pesar de estas garantías, algunos sectores de la población y la comunidad científica continúan pidiendo estudios más prolongados y detallados para asegurarse de que no haya efectos adversos inesperados a largo plazo (Domingo y Gómez 2000).

Uno de los principales temores es la introducción de nuevos alérgenos a través de los OGM. Aunque los productos OGM aprobados se han sometido a pruebas exhaustivas para evitar la introducción de alérgenos conocidos, siempre existe la posibilidad de que surjan nuevas sensibilidades. Además, la cuestión de la resistencia a los antibióticos ha sido motivo de preocupación, dado que algunos OGM contienen genes que pueden, en teoría, transferirse a bacterias, contribuyendo a la resistencia a los antibióticos. Sin embargo, las regulaciones actuales han eliminado en gran medida estos genes de las nuevas generaciones de OGM (Alimentaria 2005).

En cuanto a la alimentación animal, los estudios indican que los animales alimentados con cultivos OGM no presentan diferencias significativas en términos de salud, productividad o reproducción en comparación con aquellos que consumen alimentos convencionales. La idea de que los genes modificados podrían transferirse a través de la cadena alimentaria o afectar a los microbios en el sistema digestivo también ha sido investigada, con resultados tranquilizadores: estos genes

se descomponen como cualquier otro material vegetal durante la digestión. (Alimentaria 2005)

Más allá de los aspectos puramente científicos, el debate sobre los OGM también incluye consideraciones éticas y sociales. Muchas personas desean saber qué hay en su comida, y la transparencia en el etiquetado de productos que contienen OGM es un aspecto crucial para que los consumidores puedan tomar decisiones informadas. Además, el impacto potencial de los OGM en la biodiversidad y en los ecosistemas agrícolas es una preocupación que no debe pasarse por alto. La expansión de monocultivos de OGM puede reducir la diversidad genética de las especies cultivadas, lo que podría tener consecuencias a largo plazo para la seguridad alimentaria global (Domingo, & Gómez, M. 2000)

Mientras que la evidencia actual sugiere que los OGM son seguros para el consumo humano y animal, el debate sobre sus efectos a largo plazo y su impacto en el medio ambiente y la sociedad sigue siendo relevante. La comunidad científica y los organismos reguladores deben continuar monitoreando y estudiando los OGM para asegurar que estas innovaciones se utilicen de manera segura y responsable (Bawa y Anilakumar 2013)

2.2. Marco metodológico

Para el presente documento se reúne información de documentos actuales artículos de investigación, bibliotecas virtuales y sitios web para ayudar a presentar las opiniones e ideas de los actores que permitan desarrollos de investigación.

Se identificaron temas relevantes en el Impacto de los OGM en la productividad agrícola y la seguridad alimentaria. Este trabajo se desarrolló como una investigación bibliográfica no experimental utilizando la técnica de análisis, revistas, textos actuales, artículos síntesis y resumen de los datos recopilados.

2.3. Resultados

Los Organismos Modificados Genéticamente, representan un impacto sustancial en la contribución, disponibilidad y accesibilidad de alimentos seguros y nutritivos, por tanto, los agricultores cultivan una mayor cantidad de alimentos en una menor extensión de tierra, de esta manera se satisface la creciente demanda de la población mundial. Los cultivos transgénicos también pueden disminuir los desechos alimentarios al ser más resistentes a plagas, enfermedades y condiciones

climáticas adversas, algunos de los OGM también mejoran la calidad nutricional al tener un mayor contenido nutricional, lo que garantiza la accesibilidad económica y la seguridad alimentaria lo que favorece a una alimentación más segura y nutritiva para la población mundial.

Al proporcionar resistencia a plagas, enfermedades y condiciones ambientales adversas, los OGM han demostrado aumentar los rendimientos de los cultivos. Además, reducen las pérdidas postcosecha y mejoran la calidad nutricional. En cuanto a la salud humana, los OGM son seguros para consumir y no presentan mayores riesgos que los alimentos convencionales, según estudios y evaluaciones de agencias reguladoras. No se ha encontrado evidencia significativa de que tengan un impacto en la reproducción humana, pero se están realizando investigaciones para asegurar su seguridad a largo plazo. Sin embargo, algunos estudios han demostrado posibles riesgos en la salud humana, lo que ha llevado a debates continuos con ciertos científicos.

Los efectos de los OGM en la salud humana y animal a largo plazo siguen siendo objeto de estudio, la mayoría de las investigaciones actuales, el consumo de OGM aprobados es seguro. Sin embargo, las preocupaciones sobre posibles alergias y los efectos ambientales, como la resistencia a las plagas, siguen siendo objeto de estudio, antes de aprobar OGM, las autoridades reguladoras realizan evaluaciones exhaustivas. para comprender mejor sus efectos a largo plazo, se requiere investigación y monitoreo continuos, todo esto surge por la escasez de información. Esto ha generado debates sobre si es seguro consumirlo o no para el medio ambiente, el impacto de los organismos genéticamente modificados (OGM) en la salud humana y animal sigue siendo objeto de investigación y discusión.

2.4 Discusión de resultados

En nuestra sociedad actual, los organismos genéticamente modificados tienen un papel fundamental en los diversos campos de la agricultura; Sin embargo, a pesar de los riesgos y controversias que conllevan los OGM, también ofrecen una serie de beneficios, concuerdo con lo dicho por Agro-bio (2023), los cultivos transgénicos son una excelente opción para reducir el desperdicio de alimentos y la pérdida de cosechas, conservando los recursos naturales y permitiendo una mayor producción de alimentos utilizando menos tierra, pueden contribuir a lograr la seguridad alimentaria y la producción mundial sostenible, en ciertos casos más

allá del desperdicio de agua, energía, tierra y otros recursos necesarios para la producción de alimentos, el desperdicio de comida también tiene grandes efectos ambientales.

Los Organismos Genéticamente Modificados representa una gran contribución en el aumentar el rendimiento de los cultivos sin aumentar la superficie del suelo, lo que evita la necesidad de talar árboles o invadir pastizales para uso agrícola, esto garantiza que haya más alimentos disponibles para alimentar a la población en aumento, donde el uso de OMG ha mejorado significativamente el rendimiento de los cultivos, lo que permite a los agricultores usar menos tierra para producir más alimentos, se concuerda con lo dicho por Agro-Bio (2023) donde manifiestan que OGM también mejoran la agricultura sin contaminar el suelo, ya que los herbicidas y pesticidas pueden eliminar nutrientes y causar erosión del suelo.

Los efectos a largo plazo de los OGM en la salud humana y animal siguen siendo objeto de estudio, y la mayoría de las investigaciones actuales indican que su consumo es seguro. Persisten las preocupaciones sobre las alergias y los efectos ambientales, y las agencias reguladoras realizan evaluaciones exhaustivas antes de su aprobación. Se necesitan más investigaciones y seguimiento debido a la información limitada, se concuerda con lo dicho por Comisión Europea (2022) donde menciona que, Se debe investigar si los Organismos Genéticamente Modificados (OGM) y sus derivados influyen en la salud humana, animal y el medio ambiente, considerando los métodos actuales de evaluación de riesgos. Es fundamental resumir las actividades de investigación que pueden ayudar a identificar los riesgos potenciales, lo que permitirá enfrentar problemas a largo plazo relacionados con la liberación y el consumo de OGM.

3.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. Conclusiones

Los Organismos Modificados Genéticamente (OGM) impactan significativamente la disponibilidad y accesibilidad de alimentos seguros y nutritivos, permitiendo a los agricultores cultivar más alimentos en menos tierra, reducir el desperdicio de alimentos y mejorar la calidad nutricional, asegurando una mayor accesibilidad económica y seguridad alimentaria.

Los organismos genéticamente modificados (OGM) ofrecen numerosos beneficios en la agricultura, como un mayor rendimiento de los cultivos, menores pérdidas postcosecha y una mejor calidad nutricional debido a su resistencia a plagas, enfermedades y condiciones ambientales adversas. Si bien la mayoría de los estudios indican que los OGM son seguros para el consumo, la investigación en curso para garantizar la seguridad a largo plazo sigue siendo fundamental, lo que enfatiza la importancia de una investigación atenta en este campo

La mayoría de las investigaciones actuales sugieren que el consumo de organismos genéticamente modificados (OGM) es seguro, pero los efectos a largo plazo en la salud humana y animal, las alergias y los efectos ambientales siguen siendo motivo de preocupación.

3.2. Recomendaciones

Promover un enfoque equilibrado y basado en la ciencia para maximizar los beneficios de los OGM en términos de disponibilidad, accesibilidad y seguridad alimentaria.

Es muy importante promover la educación y la transparencia sobre los organismos genéticamente modificados (OGM). También se necesita una mayor financiación para la investigación sobre la seguridad a largo plazo de los organismos genéticamente modificados. Además, es necesario implementar políticas y regulaciones sólidas para apoyar la adopción de OGM por parte de los agricultores, garantizar la adopción de prácticas de permacultura y mejorar la calidad de la nutrición.

Debido a la información limitada, es necesario realizar investigaciones y seguimiento continuos para comprender mejor los efectos a largo plazo y el impacto ambiental de los OGM.

4. REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1. Referencias bibliográficas

Alimentaria. 2005. Disponibilidad de alimentos como factor determinante de la seguridad alimentaria y nutricional y sus representaciones en Brasil. *Revista Nutricional*, 18(1), 129–143. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S1415-52732005000100012>

AgroAvances. 2024. En el menú de la ingeniería genética hay nuevos ingredientes. Disponible en <https://agroavances.com/noticias-detalle.php?idNot=3437>

Agro-Bio (Asociación de Biotecnología Vegetal Agrícola). 2016. Cómo los OGM nos ayudan a reducir el desperdicio de alimentos y su impacto ambiental. Disponible <https://agrobio.org/noticias/como-los-ogm-nos-ayudan-reducir-el-desperdicio-de-alimentos-y-su-impacto-ambiental>

Agro-Bio (Asociación de Biotecnología Vegetal Agrícola). 2021. Cinco formas en las que los OGM benefician al medio ambiente. Disponible <https://www.agrobio.org/noticias/cinco-formas-en-las-que-los-ogm-benefician-al-medio-ambiente>

Atehortúa, J. 2019. La importancia de la tecnología en la agricultura, una propuesta para el mejoramiento de la productividad del sector agrícola del municipio de El Santuario, Antioquia. Tesis de Ingeniería.

Bawa & Anilakumar, K. 2013. Genetically modified foods : safety , risks and public concerns — a review. *Journal of Food Science and Technology*, 50(6), 1035–1046. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0899-1>

Banco Mundial. 2024. Agricultura y alimentos. (en línea). Consultado 18 may. 2024. Disponible en <https://www.bancomundial.org/es/topic/agriculture/overview#:~:text=El%20de sarrollo%20agr%C3%ADcola%20constituye%20uno,habitantes%20en%2020>

Chaparro. 2011. Cultivos transgénicos: entre los riesgos biológicos y los beneficios ambientales y economicos. *Acta Biológica Colombiana*, 16(3), 231–251. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2011000300016

- Covarrubias, O. 2014. La gestión de la bioseguridad como tema transversal en la administración pública: el caso de los organismos genéticamente modificados en México Buen Gobierno. 17: 166-186.
- Comisión Europea. 2022. Impacto de los OGM sobre la salud humana y el medio ambiente. Disponible en <https://cordis.europa.eu/article/id/13585-impact-of-gmos-on-human-health-and-the-environment/es>.
- Díaz, & Chaparro, A. 2012. Métodos y usos agrícolas de la ingeniería genética aplicada al cultivo del arroz. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 14(2), 179–195. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-34752012000200018
- Domingo, & Gómez, M. 2000. Riesgos sobre la salud de los alimentos modificados genéticamente: Una revisión bibliográfica. *Revista Especial Salud Pública*, 74(3), 255–261. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272000000300003
- Esperbent. 2016. La ingeniería detrás de un cultivo. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 42(2), 125–130. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1669-23142016000200003
- FaberCastel. 2024. Colaboración agrícola Fomentar la seguridad alimentaria mundial a través de OBOR. Disponible en <https://fastercapital.com/es/contenido/Colaboracion-agricola--Fomentar-la-seguridad-alimentaria-mundial-a-traves-de-OBOR.html>
- Feng, Li, X., Fan, B., Zhu, C., & Chen, Z. 2022. Maximizing the production of recombinant proteins in plants: from transcription to protein stability. *International Journal of Molecular Science*, 23(1), 1–17. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ijms232113516>
- Gibbons, Bevacqua, R., Pereyra, F., Cueto, B., & Salamone, D. 2014. Transgénesis: una moderna biotecnología reproductiva en animales de interés zootécnico. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 40(2), 141–

144. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1669-23142014000200006&script=sci_abstract&tlng=pt

- Gómez, R. 2015. Organismos genéticamente modificados, seguridad alimentaria y salud: trascendiendo la epidemiología y la salud pública. *Revista Salud Bosque*. 5(2): 67-78.
- Hug. 2008. Genetically modified organisms: do the benefits outweigh the risks? *Medicina*, 44(2), 87–99. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/medicina44020012>
- Huang, S. 2015. Limits to Deterministic-Linear Causality in Biomedicine: Effects of Stochasticity and Non-Linearity in Molecular Networks. En M. Bertolaso (Ed.), *The Future of Scientific Practice: 'bio-techno-logos'* (pp. 41-64) Londres: Pickering y Chatto.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Costa Rica). 2020. *Agropecuaria y la seguridad alimentaria ante un clima cambiante: un nuevo enfoque para informar la toma de decisiones*.
- Intriago, Talledo, M., Cuenca, G., Macías, J., Álvarez, J., & Menjívar, J. 2019. Evaluación del contenido de metales pesados en almendras de cacao (*Theobroma cacao* L) durante el proceso de beneficiado. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 3(26), 17–23. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol3iss26.2019pp17-23>
- Jácome, Alucho, M., Muyulema, E., Tulmo, E., & Garcia, M. 2023. Alimentos transgénicos : sus beneficios para la nutrición en América Latina y el Caribe. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(1), 1489–1504. <https://doi.org/https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.354>
- Jiménez, S; Campos, E; González, B; Tijerina, A; Escamilla, A y Ramírez, E. 2017. Conocimientos de docentes mexicanos de educación básica sobre biotecnología y actitudes ante el consumo de alimentos genéticamente modificados. *Educación en bioquímica y biología molecular*, 45 (5), 396-402.
- Leguizamón, Vela, A., Arias, M., & Cifuentes, L. 2018. Panorama general de los organismos genéticamente modificados en Colombia y en el mundo :

- Capacidad nacional de detección. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 20(2), 101–116. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v20n2.77080>
- Méndez, & Vallejo, M. 2019. Mecanismo de respues al estrés abiótico hacia una perspectiva denlas especies foratales. *Revista Mexicana de Ciencias Forestals*, 10(56), 1–32. <https://doi.org/https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i56.567>
- Mendoza, L., Pinargote, E., & Rodríguez, S. 2024. Bebida helada de jejible (*Zingiber officinale*) con miel de abeja. *Nutirción Clínica y Dietética Hospita*, 44(3), 46–53. <https://doi.org/https://doi.org/10.12873/443mendoza>
- Molina, & Blandin, P. 2020. Transgénicos y su regulación en el país (pp. 1–56) [Universidad Católica de Cuenca]. <https://dspace.ucacue.edu.ec/items/b9812bbe-746c-4f55-8d41-5008a9c296d0>
- OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica). 2023. Aumento de la productividad en la agricultura
- Oliver. 2014. Why We Need GMO Crops in Agriculture. *Science of Medicine - National Reviiew*, 111(6), 492–507. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6173531/>
- Ortiz, & Ezcurra, E. 2020. Los organismos genéticamente modificados y el medio ambiente. *Gceta Ecológica*, 1(60), 29–36. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53906002>
- Ramirez, L. 2017. Conocimientos sobre biotecnología y actitudes sobre el consumo de alimentos genéticamente modificados en docentes mexicanos de educación básica. *Biología molecular*, 45 (5), 396-402.
- Reyes, & Rozowski, J. 2003. Alimentos transgénicos. *Revista Chilena de Nutrición*, 30(1), 21–26. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182003000100003>
- Spendeler. 2005. Organismo modificados genéticamente: una nueva amenaza para la seguridad aliemntaria. *Revista Española Salud Pública*, 79(2), 271–282.

https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272005000200013

- Triana, Cobos, F., Gómez, J., & Pérez, I. 2023. Perspectivas de los cultivos transgénicos y su aporte en la agricultura. *Journal of Science and Research*, 9(1), 65–79. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/3030>
- Vásquez, Intriago, F., & Alvarado, K. 2023. Extracto de (banano y manzana) con microorganismos eficientes y su efecto en la disminución de cadmio en almendras de cacao (*Theobroma cacao* L.). *CCIUTM*, 6, 1–941.
- Vásquez, Vera, J., Erazo, C., & Intriago, F. 2022. Induction of rhizobium japonicum in the fermentative mass of two varieties of cacao (*Theobroma Cacao* L.) as a strategy for the decrease of cadmium. *International Journal of Health Sciences*, 3(April), 11354–11371. <https://doi.org/https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS3.8672> Induction
- Vera, Benavides, J., Vásquez, L., Alvarado, K., Reyes, J., Intriago, F., Naga, M., & Castro, V. 2023. Effects of two fermentative methods on cacao (*Theobroma cacao* L.) Trinitario, induced with *Rhizobium japonicum* to reduce cadmium. *Revista Colombiana de Investigación Agroindustriales*, 10(1), 95–106. <https://doi.org/https://doi.org/10.23850/24220582.5460>
- Vera, & Salazar, M. 2021. Aplicación de siete bioles sobre el desarrollo agronómico en cacao (*Theobroma cacao* L.) De origen sexual y asexual en etapa productiva en la finca experimental la represa. *Centrosur*, 1(1), 1–43.
- Wunderlich, & Gatto, K. 2015. Consumer perception of genetically modified organisms and sources of information. *Advances in Nutrition*, 6(6), 842–851. <https://doi.org/https://doi.org/10.3945/an.115.008870X>

4.2. Anexos



Anexo 1. Potencial para la seguridad alimentaria mundial

Fuente: FasterCapital (2024)



Anexo 2. Ingeniería genética

Fuente: AgroAvences (2021)