

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.354>

Alimentos transgénicos: sus beneficios para la nutrición en América Latina y el Caribe

Gm foods: its benefits for nutrition in Latin America and the Caribbean

Carlos Jácome Pilco

cjacome@ueb.edu.ec

Facultas de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente
Universidad Estatal de Bolívar
Ecuador

Maritza Alucho Quinaloa

aluchomarise@gmail.com

Facultas de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente
Universidad Estatal de Bolívar
Ecuador

Elvis Muyulema Cuvi

Facultas de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente
Universidad Estatal de Bolívar
Ecuador

Evelyn Tulmo Negrete

Facultas de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente
Universidad Estatal de Bolívar
Ecuador

Marcelo García Muñoz

Facultas de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente
Universidad Estatal de Bolívar
Ecuador

Artículo recibido: día 5 de enero de 2023. Aceptado para publicación: 6 de febrero de 2023.

Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

Resumen

En América latina y el Caribe alrededor de 205 millones de personas padecen de inseguridad alimentaria y nutricional por falta de acceso regular a alimentos 16 nutritivos y suficientes, empeorando así la calidad de las dietas y en consecuencia incrementando así el riesgo de diversas formas de malnutrición, que puede conducir a la desnutrición, la obesidad y el sobrepeso; esto se puede ver agravado por la falta de articulación de políticas y programas que contribuyan al desarrollo y el fortalecimiento de los sistemas alimentarios sostenibles y la seguridad alimentaria y nutricional. Con el desarrollo de la biotecnología se habla de diferentes tipos de OGM y sus aplicaciones, de la transformación de plantas transgénicas y de cultivos transgénicos para el desarrollo de un determinado producto con unas características específicas para una mejor alimentación y nutrición humana, garantizando así el suministro de alimentos para una creciente población, que se prevé que alcance los 10.000 millones de personas en 2050.

Palabras clave: organismos genéticamente modificados, alimentos transgénicos, plantas y cultivos transgénicos, desnutrición, aspectos nutricionales y de seguridad

Abstract

In Latin America and the Caribbean, about 205 million people suffer from food and nutritional insecurity due to lack of regular access to nutritious and sufficient food, thus worsening the quality of diets and consequently increasing the risk of various forms of malnutrition, which can lead to malnutrition, obesity and overweight; this can be aggravated by the lack of articulation of policies and programs that contribute to the development and strengthening of sustainable food systems and food and nutritional security. With the development of biotechnology, we are talking about different types of GMOs and their applications, the transformation of transgenic plants and transgenic crops for the development of a certain product with specific characteristics for better food and human nutrition, thus ensuring food supply for a growing population, which is expected to reach 10 billion people by 2050.

Keywords: genetically modified organisms, transgenic foods, transgenic plants and crops, malnutrition, nutritional and safety aspects

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons . 

Como citar: Jácome Pilco, C. R., Alucho Quinaloa, M., Muyulema Cuvi, E., Tulmo Negrete, E., & García Muñoz, M. (2023). Alimentos transgénicos: sus beneficios para la nutrición en América Latina y el Caribe. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 4(1), 1489–1503. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.354>

INTRODUCCIÓN

En América Latina y el Caribe, la prevalencia actual del hambre es del 9,1%, la más alta en 15 años, aunque ligeramente inferior a la media mundial del 9,9%. Solo entre 2019 y 2020, la prevalencia del hambre aumentó en 2 puntos porcentuales (Unicef, 2021).

La malnutrición en todas sus formas tiene un impacto en el desarrollo humano, tanto como desarrollo social y económico de los países y al disfrute de los derechos humanos en sus múltiples dimensiones (Unicef, FAO, FIDA, 2019). La persistente carga de desnutrición entre las mujeres y los niños de la región afecta a la capacidad de los países para alcanzar al menos ocho de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (United Nations System, 2015).

Cabe señalar que, a pesar de la crisis COVID-19 y de la incertidumbre sobre el suministro de materias primas agrícolas, los datos de los países seleccionados muestran grandes existencias de cereales y carne (FAO, CEPAL, 2020).

Los alimentos modificados genéticamente proporcionan diferentes beneficios nutricionales y características más deseables, son rentables y tienen una vida útil más larga (Hinojosa Juárez, Mendeta Zerón, Vargas Hernández, & Anaya López, 2016). El objetivo de este estudio consiste en analizar diferentes fuentes de información sobre los organismos modificados genéticamente, como una herramienta que, si se regula y utiliza adecuadamente, puede contribuir a reducir la malnutrición ahora y en el futuro.

La disponibilidad de alimentos en el mundo

Basándose en las proyecciones de disminución del producto interior bruto, el Fondo Monetario Internacional (FMI), la situación sobre la Seguridad Alimentaria y Nutrición en el Mundo, el hambre en el mundo podría aumentar entre 83 y 132 millones de personas, es decir que 828 millones de personas podrían verse afectadas (FAO, FIDA, OPS, WFO y UNICEF, 2020).

Según la (FAO, 2020) se espera que el número de población desnutrida descienda en 2021, todavía sería mayor de lo previsto antes de la pandemia. La disponibilidad de alimentos en los países importadores netos, no tiene en cuenta las posibles consecuencias de la desigualdad en el acceso a los alimentos dentro de los países, y por lo tanto subestima el impacto potencial de la actual pandemia.

La innovación y la investigación en los sistemas agroalimentarios, incluida la aplicación de la biotecnología vegetal, son por tanto esenciales para la producción agrícola, el crecimiento económico y social para contribuir a la solución de los problemas (Gatica, 2020). En este sentido, la biotecnología moderna ofrece a muchos agricultores una alternativa para producir más alimentos por unidad de tierra con menos insumos y permitir el cultivo de zonas actualmente inadecuadas para la agricultura, preservando así la biodiversidad y los hábitats naturales (Chaparro, 2011).

Donde la disponibilidad de alimentos en cantidad y calidad no han sido suficiente para cubrir las necesidades nutricionales de toda la población. En este caso, el principal problema es el precio, ya que los precios internacionales de algunos productos han bajado, mientras que en algunos países los precios por los alimentos han subido significativamente, como en Haití, donde el precio de los alimentos básicos ha subido a nivel nacional (Simón, 2020). En cuanto a los problemas relacionados con la demanda, destacan las desventajas del sistema el acceso a los alimentos, como ha ocurrido en Guatemala, donde se ha informado de que el transporte necesario para obtener y comprar alimentos se ha reducido considerablemente (FAO, CEPAL, 2020).

La clave de estas tensiones parece estar en si los alimentos transgénicos tienen o no riesgos adversos para la salud humana y el medio ambiente (Gómez, 2013). Además, el uso eficiente y

En principio, hay tres tipos de organismos transgénicos que se producen actualmente. Microorganismos transgénicos. Se trata de levaduras, hongos, bacterias, que se utilizan habitualmente para la producción de importantes sustancias médicas y alimentarias. Los animales transgénicos suelen estar destinados a un uso de laboratorio, ya sea para comprender la dinámica genética de la vida o para producir proteínas humanas o alimentos transgénicos. Plantas transgénicas a menudo cultivos alimentarios que han sido modificados para maximizar el rendimiento de los frutos, soportar entornos más extremos o resistir a plaguicidas anteriormente perjudiciales. Muchas de estas especies modificadas genéticamente se cosechan para la industria de los biocombustibles (Luque, 2017).

MÉTODO

Esta investigación abarca un estudio cualitativo, descriptivo y bibliográfico-documental. La información se recogió de distintas fuentes como internet, libros, artículos de revista que hablan sobre alimentos transgénicos: sus beneficios para la nutrición en América Latina y El Caribe debido a que los cultivos y alimentos transgénicos se encuentran diseñados para beneficiar a las grandes multinacionales que los comercializan, de esta manera contribuye en la economía del país a través de la comercialización de estos productos en cada país de América Latina y el Caribe.

RESULTADOS

Se han desarrollado diferentes métodos para los sistemas de transferencia de genes en las plantas. Todas ellas tienen en común que el ADN transformante tiene que superar diferentes obstáculos; primero tiene que entrar en la célula vegetal a través de la pared celular y la membrana plasmática, después tiene que llegar al núcleo e incorporarse a los cromosomas residentes. Para ello se utiliza la tecnología de cultivo de tejidos (Martínez, Cabrera, & Herrera, 2004)

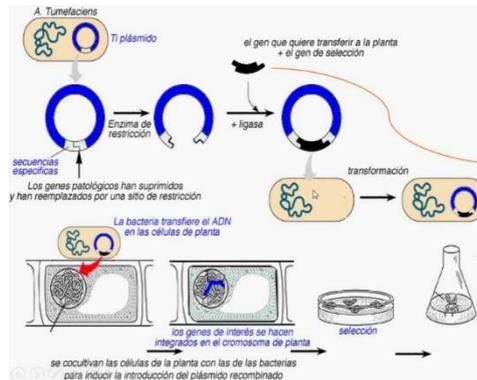
Los métodos de transformación más utilizados son *Agrobacterium*, *Biolistics* y otros métodos de transformación directa:

El sistema de *Agrobacterium tumefaciens*

Bacteria perteneciente al género *Agrobacterium*, patógeno de las plantas que puede transferir genes de forma natural a las plantas (plantas huésped) que infecta. Estas bacterias entran en la planta a través de una herida, inyectan su material genético en la célula y una pequeña parte se incorpora al genoma de la célula huésped (Tamasi, Sanmartino, Roisinblit, & Acosta Verrier, 2002). Este sistema se ha utilizado para transformar una amplia gama de especies vegetales, y aunque inicialmente se pensó que era imposible transformar cereales, unos años después de la transformación con éxito de varias especies de bivalvos, se demostró que se podían transformar cereales como el maíz y el arroz (Gutiérrez, Santacruz, Cabrera, & Rodríguez, 2003). Las especies vegetales que se han transformado con este método se enumeran en la tabla 1.

Figura 2

Método Agrobacterium Tumefaciens en plantas

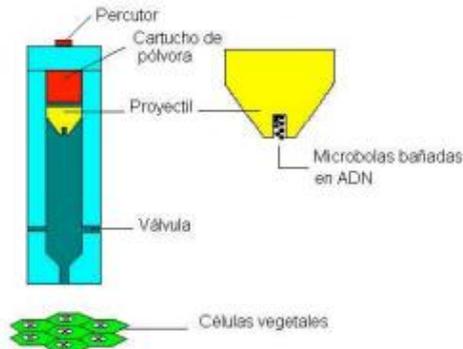


Nota: transgenesis mediante *Agrobacterium Tumefaciens* en plantas. Tomado de Scielo por Msc. Jean Piere Quiliche Duran el 29 de abril del 2017. **El método Biobalístico**

Este método consiste en la introducción de proyectiles recubiertos de ADN, generalmente de tungsteno u oro, en el cultivo celular de la planta que se quiere modificar por aceleración. La velocidad de las partículas puede ser producida por un chorro de pistola convencional o por una descarga a través de gases de alta presión como el helio o el dióxido de carbono (Martínez, Cabrera, & Herrera, 2004).

Figura 3

Método de Biobalística



Nota: microcañón con partículas metálicas rodeadas de ADN. Tomado de El cuaderno N° 28, edición 2021.

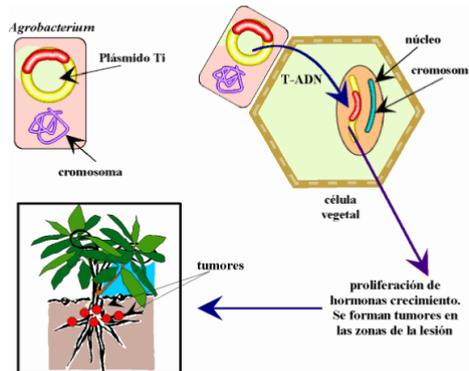
Se puede insertar en la célula un nuevo gen con las propiedades deseadas, junto con un gen marcador y elementos reguladores, para que se exprese en la planta. El gen marcador confiere una propiedad que se utiliza para identificar y seleccionar las células del cultivo que incorporan el nuevo gen. Las células seleccionadas se utilizan para regenerar plantas modificadas genéticamente. Si la planta (por ejemplo, maíz Bt, girasol Bt, etc.) tiene el gen, producirá la toxina y se defenderá así del ataque de los insectos.

Otros métodos de transformación

La transferencia directa de ADN a protoplastos mediante polietilenglicol (PEG), fosfato de calcio o electroporación ha demostrado ser factible en varias plantas, incluido el maíz. Sin embargo, los principales problemas han sido la baja reproducibilidad y la regeneración de las plantas, ya que estos métodos suelen estar limitados a determinadas variedades (Martínez, Cabrera, & Herrera, 2004). La técnica de microinyección utiliza células inmovilizadas en las que se inyecta el ADN de

una en una, pero la laboriosa manipulación, el sofisticado equipamiento y las dificultades para regenerar las plantas no han permitido su uso generalizado. Las especies vegetales que se han transformado con este método se enumeran en la tabla 1.

Figura 4



Bacteria Agrobacterium tumefaciens

Nota: ingeniería Genética en Agricultura. Técnicas de modificación genética en cultivos celulares.

Tabla 1

Especies vegetales transformadas y métodos de transformación

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	MÉTODO DE TRANSFORMACIÓN
ANGIOSPERMAS		MONOCOTILEDÓNEAS
Maiz	<i>Zea mays</i>	Agrobacterium, Biobalística, Electroporación, fibras de carbón. Agrobacterium, Biobalística
Trigo	<i>Triticum aestivum</i>	Agrobacterium, Biobalística
Cebada	<i>Hordeum vulgare</i>	Agrobacterium, Biobalística, Electroporación,
Arroz	<i>Oryza sativa</i>	Microinyección
Avena	<i>Avena sativum</i>	Biobalística
Centeno	<i>Secale cereale</i>	Biobalística
Caña de azúcar	<i>Saccharum officinarum</i>	Agrobacterium, Biobalística
Esparrago	<i>Asparagus officinalis</i>	Agrobacterium
Ajo	<i>Allium sativum</i>	Agrobacterium
Cebolla	<i>Allium cepa</i>	Biobalística
Pasto	<i>Dactylis glomerata</i>	Biobalística
Oriquidea	<i>Dendrobium x Jaquelyn Thomas hybrid</i>	Agrobacterium
Piña	<i>Ananas comosus</i>	Agrobacterium, Biobalística
Platano	<i>Musa spp.</i>	Biobalística
Cassava	<i>Manihot esculenta</i>	Agrobacterium
Gineseng	<i>Panax quinquefolius</i>	
Angiospermas		Dicotiledóneas

Papa	Solanum tuberosum	Agrobacterium, Biobalística
Tomate	Lycopersicon esculentum	Agrobacterium, Biobalística
	Glycine max	
Petunia	Phaseolus vulgaris	Biobalística
Soya	Medicago sativa	Agrobacterium, Biobalística
Frijol	Gossypium hirsutum	Biobalística
Alfalfa	Helianthus annuus	Agrobacterium
Algodón	Daucus carota	Agrobacterium
Girasol	Brassica campestris ssp.	Agrobacterium
Zanahoria	Pekinensis	Agrobacterium
Repollo chino	Lactuca sativa	Agrobacterium
Lechuga	Ipomoea batatas	Agrobacterium
Camote	Carica papaya	Biobalística
Papaya	Citrus reticulata	Agrobacterium
Mandarina	Citrus paradisi	Agrobacterium
Toronja	Citrus aurantifolia	Agrobacterium
Lima	Pyrus communis	Agrobacterium
Pera	Prunus domestica	Agrobacterium
Ciruelo	Malus x domestica	Agrobacterium
Manzano	Prunus dulcis	Agrobacterium
Almendro	Rubus spp	Agrobacterium
Frambuesa	Cucumis sativus	Agrobacterium
Pepino	Cucumis melo	Biobalística
Melón	Coffea canephora C.	Agrobacterium
Café	arabica	Agrobacterium
	Camellia sinensis	
Té	Mentha x piperita L.	Agrobacterium
Menta	Eucalyptus	Agrobacterium
Eucalipto	camaldulensis E. globulus	Agrobacterium, Biobalística

Fuente: (Gutiérrez, Santacruz, Cabrera, & Rodríguez, 2003).

Características nutricionales de los alimentos transgénicos

La malnutrición, el sobrepeso, la obesidad y la inseguridad alimentaria se encuentran estrechamente asociados a problemáticas socioeconómicas y climáticas que alteran el perfil nutricional de la población latinoamericana y caribeña, contribuyendo de forma negativa al desarrollo político y económico de la región, por la relación existente entre estas carencias nutricionales, sociales, ambientales y económicas con la seguridad alimentaria y nutricional. Los sistemas alimentarios tradicionales, modernos y mixtos no contemplan todas estas necesidades básicas y medio ambientales de la región. (Villacob, 2021).

Tomando como ejemplo los nutrientes de un alimento transgénico como el maíz contiene provitamina A, vitamina E que tiene un gran poder antioxidante. Se encarga de la síntesis de glóbulos rojos y de mantener el sistema inmunitario en óptimas condiciones y además posee la mayoría de las vitaminas hidrosolubles, como la tiamina (vitamina B1) y la piridoxina (vitamina B6). Sin embargo, es deficiente en ácido ascórbico (vitamina C) y cobalamina (vitamina B12). Los minerales del maíz oscilan entre 1,0 % y 1,3 %. Sólo el germen proporciona casi el 80 % de los minerales del grano, en comparación con menos del 1% que provee 17 el endospermo. El fósforo (0,29 %), el potasio (0,37 %) y el magnesio (0,14 %) representan los minerales más abundantes en este cereal (Tobon, Yali, & Aristibal, 2020).

Los cambios genéticos dan lugar a frutos que pueden madurar en la planta para mejor su sabor y dar una vida útil más larga debido a una descomposición más lenta de la pectina. Los tomates y otros cultivos ricos en determinados nutrientes, como la vitamina C, la vitamina E y el betacaroteno, ayudan a proteger contra enfermedades crónicas como ciertos tipos de cáncer y enfermedades cardíacas. (Salas & Campi, 2019).

Los productos de origen biotecnológico se encuentran entre los más estudiados en toda la historia de los productos comerciales desde el punto de vista de la seguridad, abarcando la composición y las características del producto nutricional, para producir el nuevo producto, en comparación con los alimentos convencionales (Toaquizza Fasso, 2021).

Desventajas y Riesgos de los alimentos transgénicos

Esta situación de transición nutricional está asociada a un perfil desfavorable de enfermedades crónicas no transmisibles (ciertos tipos de cáncer, enfermedades cardiovasculares y diabetes), que son típicas características de otra transición, la epidemiológica, y que tienen un enorme impacto social, económico, psicológico y sanitario en las personas y las comunidades (Ruderman & Núñez, 2021).

Las opiniones son diferentes a favor y en contra; hay poca información sobre los posibles riesgos asociados al consumo de productos transgénicos, y esta tecnología no es una extensión del cultivo de plantas en la agricultura tradicional (Hinojosa Juárez, Mendeta Zerón, Vargas Hernández, & Anaya López, 2016). El análisis de los riesgos y beneficios de los cultivos transgénicos requiere ensayos de campo en los que se analicen cuidadosamente las distintas variables ecológicas (Martínez, Cabrera, & Herrera, 2004).

Principales desventajas de los alimentos transgénicos

- Las plantas y los animales transgénicos pueden desarrollar otras enfermedades.
- Aumento de las sustancias tóxicas y contaminación del medio ambiente por las grandes cantidades de herbicidas y plaguicidas.
- Pérdida de la biodiversidad de una especie de animal o vegetal, afectando severamente el equilibrio ambiental (Romero, Pino, Villacís, & Caicedo, 2019).

Riesgos para la salud

La evaluación de los riesgos para la salud humana y el medio ambiente debe basarse en el uso de procedimientos que incluyan la identificación de los riesgos, una evaluación de la magnitud y la frecuencia de aparición de los riesgos, y opciones para los productos con OMG. Unas normas de bioseguridad adecuadas, como el análisis de riesgos de los productos biotecnológicos y los mecanismos y herramientas de seguimiento y trazabilidad, son indispensables para garantizar que no se produzcan daños en la salud humana ni impactos negativos en el medio ambiente (Flores, 2019).

- Desarrollo de alergias severas.
- Resistencia a los antibióticos.
- Pérdida o modificación del valor nutricional de los alimentos.
- Presencia de compuestos tóxicos para la salud humana y el medio ambiente.
- Aparición de enfermedades nuevas y no tratables.
- Daño a las especies silvestres de plantas (Romero, Pino, Villacís, & Caicedo, 2019).

Riesgos para el medio ambiente

La creación de nuevas plagas y plantas invasoras, son riesgos más difíciles de evaluar, puesto que no se conoce cuáles pueden ser a largo plazo los efectos de la liberación de transgénicos sobre el medio ambiente, ni se dispone de métodos eficaces para sus respectivos análisis (Viguri Pere & Chiara Marullo, 2015). Existe un riesgo de transferencia de material genético de las especies transgénicas a las poblaciones no transgénicas, este flujo de genes se produce a través de la polinización por aves, viento o insectos, otorgando así a los nuevos cultivos las propiedades previamente modificadas (Bocanegra, 2017).

La pérdida de biodiversidad también suele estar asociada al cultivo de transgénicos por diversos motivos; los cruzamientos de genes, la sustitución de la vegetación autóctona por cultivos modificados, seguido de contaminación de especies nativas con características originadas de

parientes distantes o de especies no relacionadas y efectos adversos en procesos de los ecosistemas (Romero, Pino, Villacís, & Caicedo, 2019).

Riesgos socioeconómicos

Actualmente, una de las cuestiones más debatidas es su impacto en las relaciones socioeconómicas. Los transgénicos se diseñaron desde un modelo de producción industrial que tiende a la monopolización del mercado agrícola, como finalidad principal de su invención, de su puesta en el mercado (Polo K., 2017).

Por otro lado, también es cierto que, aun así, si miramos el mundo en su conjunto, todavía no hay hambre global, el problema no es la producción sino la distribución y los costos en el mercado como la monopolización del mercado, aumento de los precios de alimentos básicos debido a que las nuevas biotecnologías que se usan para crear alimentos transgénicos se pueden utilizar para hacer biocombustibles, entonces se incrementan los costos de los granos (Unach, 2019). Los efectos adversos de los transgénicos sobre el medio ambiente, la salud y la economía se desarrolla en todo el mundo un amplio abanico de legislación para controlar como se deben gestionar el uso de estos alimentos, y cuáles son las pautas que se deben seguir para que puedan ser comercializados (Traversa, 2021).

Beneficios

En medicina (salud humana)

A más de la mejora nutricional en los componentes de las biomoléculas de las plantas transgénicas, se pueden obtener por ejemplo algunas proteínas se pueden utilizar como medicamentos, OGM (proteínas recombinantes) para el tratamiento de diferentes enfermedades: Por ejemplo, la diabetes se trata con insulina humana obtenida de bacterias OGM, que pueden reducir costos y hacer que los tratamientos sean más asequibles. Las personas con menos recursos pueden usarlo (Polo L., 2017).

Del mismo modo, las plantas transgénicas se pueden utilizar para crear proteínas farmacéuticas, especialmente anticuerpos para el tratamiento de infecciones o para la fabricación de vacunas contra virus y patógenos (Cavagnari, 2010). Otra aplicación que se estudia es el desarrollo de vacunas en alimentos derivados de vegetales genéticamente modificados, un avance que podría significar revolución social de la salud.

En el medio ambiente

La ingeniería genética también se utiliza en la protección del medio ambiente, y hay muchos ejemplos de cómo los OMG participan en la conservación de los recursos naturales. La fitorremediación es una técnica que aprovecha la capacidad de las plantas para absorber, asimilar y metabolizar determinadas sustancias con el fin de desinfectar los suelos mediante procesos naturales (Botero Córdova & Galián Sánchez, 2016).

Se han desarrollado plantas modificadas genéticamente que pueden asimilar en mayor medida los metabolitos contaminantes mediante la alteración de los genes implicados en la asimilación o la degradación. Se han utilizado técnicas transgénicas para expresar una enzima procedente de los álamos, la PoSDR1 deshidrogenasa, que es capaz de degradar los bifenilospiroclorados, y en bacterias como *Escherichia coli* y *Pseudomonas* (Luque, 2017).

En la producción agrícola

Según (Romero, Pino, Villacís, & Caicedo, 2019), Los alimentos transgénicos son uno de los resultados más destacables de la denominada «revolución biotecnológica». Con ellos se ha superado una de las últimas barreras naturales, creando alimentos con resistencia a ciertas plagas o insectos, mejorar su calidad nutricional, incrementar su producción, etc. En 2017 diez países de América Latina (Brasil, Argentina, Paraguay, Uruguay, Bolivia, México, Colombia,

Honduras, Chile y Costa Rica) plantaron 79,4 millones de hectáreas de OGM que representan el 42% de la superficie mundial cultivada.

La agricultura es probablemente el sector en el que los OMG tienen funciones más diversas, pero en general el objetivo es mejorar la producción agrícola, siempre de forma más sostenible, utilizando menos tierra y técnicas más respetuosas con el medio ambiente, al tiempo que se reducen los costes de producción y se resuelven los problemas de adaptación (Unach, 2019). Algunos de los primeros productos que llegaron al mercado fueron verduras comestibles resistentes a los herbicidas o a las plagas y se consideran la primera generación de productos transgénicos. Gracias a estos avances, estos alimentos son capaces de sobrevivir al ataque de una plaga, pero también tienen otras ventajas, ya que reducen la cantidad de insecticidas con los que hay que tratar los cultivos, reduciendo así el impacto medioambiental y los costes económicos (Polo K., 2017).

Un ejemplo muy conocido de este tipo de organismos transgénicos es el maíz, que es resistente a la infestación por gusanos, una especie de gusano que ataca a la planta y provoca enormes pérdidas cada año. Esta nueva variedad protege los cultivos de esta plaga, evitando pérdidas a los agricultores y asegurando la producción de este alimento (Unach, 2019).

Nuevas categorías de consumo de alimentos transgénicos

El análisis de la situación de los consumidores en relación con esta nueva gama de alimentos resultante de las nuevas tecnologías (alimentos transgénicos) dio lugar a actitudes y comportamientos positivos y negativos hacia este nuevo producto. Los tres elementos principales de este análisis son:

Para el consumo directo

Con la constante aparición de nuevas tecnologías transgénicas en el ámbito agronómico. Los consumidores buscan nuevas soluciones a sus preocupaciones nutricionales. Así, el consumo inicial de alimentos transgénicos y el desarrollo desigual de la industria que produce estas nuevas categorías de alimentos en los distintos países (Bocanegra Jiménez, alemán de Ávila, Gómez Roca, & Sierra Valle, 2021).

Los derechos de los consumidores se basan en un marco jurídico que garantiza la calidad y la salud de la alimentación y la información sobre las cualidades intrínsecas de los productos destinados al consumo. De este modo, el público se convierte en un buen portador de conocimientos y puede decidir por sí mismo qué alimentos considera saludables, como parte de su autonomía alimentaria (Trasversa, 2021).

Para el procesamiento industrial

Experimentos en biotecnología para procesar alimentos transgénicos producidos en laboratorios, pero no en campo abierto, para preservar el ecosistema, materiales utilizados en la industria alimentaria, obtenidos a partir de microorganismos mediante técnicas de ADN recombinante: como la quimosina recombinante, utilizada en la Unión Europea para la elaboración de quesos (García Espí, 2021).

La posibilidad de transferir genes de una especie a otra y de patentar organismos vivos modificados genéticamente con utilidad industrial ha permitido el enorme crecimiento de la biotecnología en todo el mundo, creando intereses comerciales y, por tanto, económicos, y dando a las empresas biotecnológicas un enorme poder (Romero, Pino, Villacís, & Caicedo, 2019).

Impacto en los consumidores

En los últimos 15 años, los avances biotecnológicos en la industria alimentaria de las últimas décadas han permitido la aparición de alimentos modificados genéticamente, lo que ha provocado polémica, desconfianza, debate social y actitudes muy negativas por parte de los

consumidores (Galeas, 2016). La polémica al respecto se debe a que, ante las escasas pruebas científicas que convencen de los beneficios de los alimentos transgénicos, otros debaten, se oponen y tratan de aclarar los mitos ocultos que existen sobre el conocimiento, el desarrollo, la producción y, sobre todo, los efectos tóxicos o nocivos de los alimentos transgénicos en el consumo humano.

Según (Trasversa, 2021), la comunidad científica pone en duda la seguridad de los alimentos transgénicos, si tienen efectos toxicológicos, alergénicos o adversos, y la preocupación de los consumidores por los alimentos transgénicos persiste debido a la falta de estudios sobre sus efectos. Sin embargo, en las dos últimas décadas se han llevado a cabo varios estudios que han arrojado resultados alarmantes, algunos de los cuales se enumeran a continuación. Pocos años después de la introducción de los cultivos transgénicos en el mercado, se realizaron los siguientes estudios (Viguri Pere & Chiara Marullo, 2015), ha advertido que las patatas modificadas genéticamente son tóxicas para las ratas y afectan a su sistema inmunitario. Tras este suceso, ha aumentado el interés de los consumidores y de los científicos por estudiar los riesgos asociados a los productos transgénicos.

Patrones de control de consumo

La mayor parte de la controversia sobre los alimentos transgénicos gira en torno a la decisión del consumidor de comprar o no alimentos transgénicos. Lo más cercano al cumplimiento del principio es el etiquetado de los alimentos producidos a partir de OMG. La presencia de advertencias sobre los ingredientes está estrechamente relacionada con los elementos del principio bioético jerárquico. La mayoría de los países del subcontinente parecen tener algunos requisitos de etiquetado para los alimentos transgénicos, pero en la práctica se puede evitar su cumplimiento asumiendo una presunta equivalencia significativa entre los productos convencionales y los derivados de los OMG (Unach, 2019).

El término seguridad se refiere a las condiciones y medidas necesarias para garantizar que la producción, el almacenamiento, la distribución y la preparación de los alimentos no supongan un riesgo para la salud tras su consumo. Por ello, la seguridad de la cadena alimentaria se considera una responsabilidad compartida entre el gobierno, la industria y los consumidores: el gobierno es responsable de establecer el marco normativo; los productores deben cumplir estas normas y garantizar la calidad y seguridad de los alimentos; los proveedores y minoristas también son responsables de garantizar el cumplimiento de las normas de procesamiento e higiene de los alimentos; y los consumidores son responsables de garantizar que los alimentos que consumen están en óptimas condiciones (Bocanegra Jiménez, Alemán de Ávila, Gómez Roca, & Sierra Valle, 2021).

Aspectos de Seguridad

El recién adoptado Reglamento (UE) 2015/2283 sobre nuevos alimentos. El Reglamento deroga y sustituye al Reglamento (CE) n° 258/97 y al Reglamento (CE) n° 1852/2001. El nuevo Reglamento mejorará las condiciones para que las empresas alimentarias introduzcan más fácilmente alimentos nuevos e innovadores en el mercado de la UE, manteniendo al mismo tiempo un alto nivel de seguridad alimentaria para los consumidores europeos (AESAN, 2018).

La nueva normativa alimentaria establece que los alimentos e ingredientes alimentarios no deben poner en peligro o inducir a error al consumidor y no deben ser nutricionalmente diferentes de los alimentos a los que pretenden sustituir (Chamas, 2010).

DISCUSIÓN

La necesidad de desarrollar productos alimenticios que tengan un perfil nutricional adecuado a través de una nueva biología en la que la ingeniería genética juega un papel importante (López, 2009). La tecnología del ADN recombinante se utiliza ahora para producir enzimas alimentarias y, en los últimos años, se han desarrollado y comercializado nuevas variedades de verduras

modificadas genéticamente con propiedades nutricionales especiales (Tamasi, Sanmartino, Roisinblit, & Acosta Verrier, 2002). Los cultivos modificados genéticamente aportan importantes beneficios a los agricultores que los cultivan, a la industrialización y a los consumidores (Sánchez García & Barrena Figueroa, 2018). Los alimentos modificados genéticamente, también conocidos como OMG, son esencialmente productos existentes cuya información genética original ha sido alterada mediante sofisticados métodos biotecnológicos para hacerlos más nutritivos, más sabrosos o más resistentes a las plagas y al estrés ambiental (Ramírez, 2019). Actualmente, los alimentos transgénicos están más presentes en las plantas que en los animales. Para una parte importante de la población humana, los cereales y las semillas de legumbres son las principales fuentes de proteínas. Sin embargo, una de las características de estas semillas es la falta de lisina en los cereales y de cisteína y metionina en las legumbres, y la necesidad de informar a los consumidores sobre las características básicas de los alimentos que consumen (origen, composición, modificación genética, indicaciones para su correcto consumo, etc.) (Romero, Pino, Villacís, & Caicedo, 2019). Así como información detallada sobre los posibles riesgos para la salud y la seguridad de los ciudadanos, lo que permite a los consumidores elegir y comprar en función de sus necesidades e intereses reales (Toaquiza Fasso, 2021).

CONCLUSIÓN

Los beneficios para la salud y otros atributos del producto relacionados con la comodidad de esta nueva categoría de alimentos transgénicos son muy valorados por los consumidores. El nexo entre la alimentación y la salud está adquiriendo, por tanto, una dimensión importante en el mercado alimentario, que está siendo aprovechada por los proveedores agroalimentarios y que podría crear oportunidades de negocio para la gran mayoría de las empresas agroalimentarias. Sin embargo, el control de los beneficios para la salud de estos productos y la oferta nutricional de la dieta actual son factores que deben ser vigilados y regulados.

REFERENCIAS

- AESAN. (31 de Octubre de 2018). Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. (Gobierno de España, Ministerio de Consumo) Recuperado el 12 de Agosto de 2022, de https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/subdetalle/futuro_reglament_o_nuevos_alimentos.htm
- Baltá Arandes, A., Baró Basora, J., & Blanco Sáiz, V. (18 de Enero de 2013). Alimentos Transgénicos: La realidad no siempre supera a la ficción. Alimentos Transgénicos: La realidad no siempre supera a la ficción. Barcelona, España, España: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Bocanegra Jiménez, M. A., Alemán de Ávila, D., Gómez Roca, A., & Sierra Valle, A. (2021). Regulación jurídica de la estandarización de los alimentos transgénicos: una visión jurídica interdisciplinar. *Saberes Jurídicos*, I(1), 33-47.
- Bocanegra, M. (2017). Seguridad alimentaria y alimentos transgénicos. Madrid: Complutense.
- Botero Córdova, A. F., & Galián Sánchez, F. (2016). Alimentos transgénicos y sus aplicaciones en el medio ambiente. *Bohlat en Revisión de Investigación Latinoamericano*, I(1), 8.
- Cavagnari, B. (2010). Alimentos transgénicos: usos y limitaciones en la medicina del siglo XXI. *Argentinos de Pediatría*, I(1), 343-349.
- CEPAL. (2020). Sistemas alimentarios y COVID-19 en América Latina y el Caribe: Plan de contingencia ante una eventual crisis en el abastecimiento de alimentos. FAO, 14-19.
- Chamas, A. (2010). Alimentos Transgénicos. Santa Fé, Argentina: Invenio.
- Chaparro, A. (2011). Cultivos Transgénicos: Entre los Riesgos Biológicos y los Beneficios Ambientales y Económicos. *Redalyc*, 231-251.
- FAO. (2020). El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO, CEPAL. (16 de Abril de 2020). Análisis y respuestas de América Latina y el Caribe ante los efectos del COVID-19 en los sistemas alimentarios. Obtenido de Análisis y respuestas de América Latina y el Caribe ante los efectos del COVID-19 en los sistemas alimentarios: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45521/1/ca8677_es.pdf
- FAO, FIDA, OPS, WFO y UNICEF. (12 de Diciembre de 2020). Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina y el Caribe. Roma: FAO, FIDA, OPS, WFO y UNICEF.
- Flores, G. G. (2019). Transgénicos, salud y biodiversidad. Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial Compartir Igual 2.5 Perú, 33.
- Galeas, M. (2016). Conocimientos y aceptación de alimentos transgénicos en adolescentes de la provincia de Imbabura, Ecuador. *Revista Española Nutricional Comunitaria*, I(1), 2.
- García Espí, L. (2021). SEGURIDAD ALIMENTARIA DE LOS ALIMENTOS TRANSGÉNICOS Y EL COMPORTAMIENTO DEL CONSUMIDOR. *Universitat Politècnica de València*, I(1), 7.
- Gatica, A. (2020). The regulatory current status of plant breeding technologies in some Latin American and the Caribbean countries. *Springer Nature*.
- Gómez, L. (2013). Erradicar el hambre con biotecnología, promesas, inquietudes y nuevos desafíos en un mundo globalizado. *Aposta*, I(59), 1-35.
- Gutiérrez, A., Santacruz, F., Cabrera, J., & Rodríguez, B. (2003). Mejoramiento Genético in Vitro. *e-Gnosis*, I(1), 0.

- Hinojosa Juárez, A. C., Mendeta Zerón, H., Vargas Hernández, J. A., & Anaya López, L. (2016). Alimentos transgénicos, pros y contras. *Articulos de Revisión(2)*, 30-39.
- López, T. H. (2009). Alimentos transgénicos. *Fundamentos científicos. Renut, III(9)*, 416-424.
- Luque, K. (2017). *Seguridad alimentaria y alimentos transgénicos*. España: Complutense.
- Martínez, M., Cabrera, J., & Herrera, L. (2004). Las Plantas Transgénicas: Una visión Integral. *e-Gnosis, II(1)*, 3-6.
- Martínez, R. (2005). Hambre y desnutrición en los países miembros de la Asociación de Estados del Caribe (AEC). CEPAL, 7-9.
- Naciones Unidas. (25 de Octubre de 2021). Paz, dignidad e igualdad en un planeta sano. (Naciones Unidas) Recuperado el 17 de Agosto de 2022, de <https://www.un.org/es/global-issues/food>
- Polo, K. (2017). *Seguridad Alimentaria y Alimentos Transgénicos*. Madrid: Complutense.
- Polo, L. (2017). *Seguridad Alimentaria y Alimentos Transgénicos*. Madrid: Complutense.
- Ramírez, R. O. (2019). Maíz transgénico: riesgos y beneficios. *Universidad de Sonora, 1(1)*, 1-3.
- Romero, H., Pino, G., Villacís, J., & Caicedo, L. (2019). Controversias y Realidades de los Alimentos Transgénicos. *I(1)*, 3.
- Ruderman, A., & Núñez, A. (2021). Association between food security, nutritional status and health indicators in Latin American populations: A literature review 2011-2021. *Runa, 117-135*.
- Salas, I., & Campi, G. (2019). La ciencia de la biotecnología y sus aplicaciones. *Reciamuc, 2-5*.
- Sánchez García, M., & Barrena Figueroa, R. (2018). Comportamiento del consumidor navarro frente a los alimentos de nueva generación: alimentos transgenicos y alimentos funcionales. Universidad Pública de Navarra: Departamento de Gestión de Empresas.
- Simón, J. (3 de Diciembre de 2020). Hausse des prix des produits de 1ère nécessité, l'État appelé à agir. Loop Haití. Obtenido de Hausse des prix des produits de 1ère nécessité, l'État appelé à agir. Loop Haití.: <https://www.loophaiti.com/content/hausse-des-prix-des-produits-de1ere-necessite-letat-appelle-agir>
- Suárez, M. d. (2009). Alimentos Transgénicos: ¿Qué tan seguro es su consumo? *Digital Universitaria, 10(4)*, 3-6.
- Tamasi, O., Sanmartino, R., Roisinblit, D., & Acosta Verrier, N. (12 de Septiembre de 2002). Alimentos obtenidos a partir de organismos genéticamente modificados (OGM). Recuperado el 16 de Agosto de 2022, de <http://www.anmat.gov.ar/alimentos/ogm.pdf>
- Toaquiza Fasso, D. R. (2021). Alimentos Transgénicos en la Salud Humana. Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, *I(1)*, 6.
- Tobon, M., Yali, K., & Aristibal, L. (2020). Caracterización nutricional de diez variedades de maíz y varios usos en la tradición de América. *UCO, 30-35*.
- Trasversa, I. (2021). De alimentos con origen transgénico en la frontera Uruguay-Brasil: legislación, conocimiento y rotulado. *Respyn, I(1)*, 2.
- Traversa, T. (2021). Diagnóstico de alimentos con origen transgénico en la frontera Uruguay-Brasil: legislación, conocimiento y rotulado. *RESPYN, I(1)*, 6.
- Unach. (2019). Alimentos Transgénicos: ¿Sí o No? La Perspectiva Sudamericana. *Chakiñan, I(1)*, 148-157.

Unicef. (30 de Noviembre de 2021). Unicef para cada infancia. América Latina y el Caribe. Obtenido de Unicef para cada infancia. América Latina y el Caribe: <https://www.unicef.org/lac/comunicados-prensa/nuevo-informe-de-la-onu-el-hambre-en-america-latina-y-el-caribe-aumento#:~:text=El%20hambre%20aument%C3%B3%20m%C3%A1s%20dr%C3%A1sticamente,millones%20de%20adultos%20son%20obesos.>

Unicef, FAO, FIDA. (2019). El Estado de la Seguridad Alimentaria y la Nutrición en el Mundo. Organización Mundial de la Salud , 210-245.

United Nations System. (2015). NUTRITION and the Post-2015 Sustainable Development Goals. UNS, 1(1), 1-8.

Viguri Pere, A., & Chiara Marullo, M. (2015). El derecho a un medio ambiente sano y la encrucijada de los alimentos transgénicos. Dialnet, 8(15), 100-111.

Villacob, I. (2021). Marco conceptual de los sistemas alimentarios sostenibles y seguridad alimentaria de América latina y el Caribe. Una revisión de literatura. Bogota: Javeriana.

Xiaofu, W., Ting, T., Qingmei, M., Shilong, X., Xiaoyun, C., Jun, T., y otros. (2018). Detection of transgenic rice line TT51-1 in processed foods using T conventional PCR, real-time PCR, and droplet digital PCR. Elsevier, 1(1), 2-8.