

Alimentos transgénicos beneficios de su uso

Luis Alirio Rodríguez González

Asesor

Mgr. Yuneidys Mariet Oñate Perpiñán

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería ECBTI

Tecnología en calidad alimentaria

2024

Dedicatoria

Esta monografía está dedicada a todas las personas, familiares, amigos y compañeros de trabajo que, con su apoyo, me permitieron llegar hasta este punto. De igual manera va dedicado a todos los(a) tutores que, con su conocimiento y dedicación hicieron que con el pasar de cada semestre el amor por la carrera fuera creciendo, hasta poder llegar a la fase final de este el primer paso de muchos que están por venir.

Agradecimientos

Agradezco a todas las personas que se vieron involucradas en este proceso, ya que con su paciencia y comprensión se logró llegar hasta este punto.

De igual manera agradezco profundamente el apoyo que mi mamá me dio, gracias a su apoyo y palabras de aliento en los momentos de dificultad, en los momentos en los que no sentía ganas de continuar su aliento fue parte fundamental para poder seguir y llegar hasta aquí.

Resumen

La presente monografía trata sobre los beneficios del consumo de alimentos transgénicos. Mediante la consulta de referentes bibliográficos, se analizó la información con el fin de brindar a los lectores otro punto de vista sobre el uso de estos, planteando una hipótesis más clara respecto al consumo de organismos genéticamente modificados (OGM) Por otro lado, se verificaron las incidencias que han tenido los alimentos genéticamente modificados en nuestro país; se analizó la viabilidad de los alimentos transgénicos, es decir, los beneficios que pueden causar en la salud humana, así como el factor de cambio donde se espera poder aliviar la crisis alimentaria en nuestro país y qué incidencia ha tenido la entrada de este tipo de alimentos para ayudar a subsanar este problema. De igual manera se hizo una búsqueda de cuáles han sido los alimentos que mayor incidencia han tenido en nuestro país, cuál ha sido su evolución y como estos se han venido abriendo campo en nuestro territorio nacional.

Por otro lado, se identifican los distintos tipos de controles que se realizan a nivel nacional e internacional, y como estos han venido evolucionando en pro de salvaguardar la salud de los colombianos mencionando en el texto los diferentes entes regulatorios y las distintas normas que ejercen control a este tipo de alimentos como lo son el ministerio de salud.

Palabras Claves: alimentos, viabilidad, beneficios a la salud, seguridad alimentaria, consumo, hambruna, crisis.

Abstract

This monograph deals with the benefits of consuming transgenic foods. By consulting bibliographic references, the information was analyzed in order to provide readers with another point of view on the use of transgenic foods and to present a clearer hypothesis regarding the consumption of genetically modified organisms (GMOs); The viability of transgenic foods was analyzed, that is to say, the benefits they can cause in human health, as well as the factor of change where it is expected to alleviate the food crisis in our country and what incidence has had the entry of this type of food to help solve this problem. Likewise, a search was made on which foods have had the greatest incidence in our country, what has been their evolution and how they have been opening their field in our national territory.

On the other hand, the different types of controls that are carried out at national and international level are identified, and how these have been evolving in order to safeguard the health of Colombians, mentioning in the text the different regulatory entities and the different norms that exercise control over this type of food, such as the Ministry of Health.

Keywords: foods, viability, benefit to human health, food safety, consumption, famine, crisis.

Tabla de Contenido

Introducción	9
Delimitación de la monografía	11
Planteamiento del problema	11
Justificación	13
Objetivos.....	15
Objetivo general.....	15
Objetivos específicos	15
Estado del arte.....	16
Marco teórico.....	17
Antecedentes.....	17
Historia de los alimentos transgénicos	17
¿Qué son los alimentos transgénicos?	19
Primeros indicios de los Organismos Genéticamente Modificados (OGM) en Colombia: ..	22
¿Cómo funcionan los alimentos genéticamente modificados?.....	23
¿De qué manera se aprueban los OGM en el país?	26
Alimentos transgénicos ¿son benéficos para la salud humana?	30
Productos derivados de los alimentos transgénicos en Colombia	32

¿Quién regula los Alimentos transgénicos en Colombia?	35
Conclusiones.....	39
Recomendaciones	40

Lista de figuras

Figura 1. <i>Maíz transgénico</i>	23
Figura 2. <i>Métodos de transgénesis vegetal</i>	25
Figura 3 <i>Histórico de área sembrada de maíz en Colombia</i>	28
Figura 4 <i>Información del maíz en Colombia</i>	29

Introducción

Los alimentos transgénicos o genéticamente modificados son alimentos de origen natural que gracias a la biotecnología modifican el ADN usando genes de otros organismos y los adhieren en la célula, esto les aporta nuevas características a los alimentos (MedlinePlus, 2022). Con esto se busca que se produzcan en mayor masa y que también suplan las necesidades básicas de los seres humanos y animales, Dando una mano a la conservación de los recursos medioambientales evitando de esta manera la sobreexplotación de los recursos naturales (Camarena. 2012).

Uno de los 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) es erradicar la pobreza y el hambre en todo el mundo. En Colombia la biotecnología está comprometida con el logro de cada uno de estos objetivos para crear un futuro sostenible y justo para todos. Como resultado, el objetivo ODS para 2030 es reducir el número de personas que viven en la pobreza a escala mundial. (Grupo Envera, 2020). Uno de los principales problemas que enfrenta el país hoy es la explosión demográfica, y satisfacer las necesidades básicas de toda la población se ha convertido en uno de los mayores desafíos para los gobiernos y los productores de alimentos que utilizan tecnología y métodos para acelerar la producción de alimentos como la Biotecnología, que incluye todas las aplicaciones tecnológicas que utilizan organismos vivos y sus sistemas biológicos. (Ministerio de Salud de Colombia, 2005).

En Colombia un 2% de los adultos y un 5-6 % de los niños padecen diversos tipos de alergias alimentarias, aunque en los últimos años muchas alergias han desaparecido espontáneamente con el paso del tiempo. Todos los alérgenos conocidos son proteínas y el 90% de las alergias alimentarias son causadas por alimentos como leche, huevos, soja, verduras, frutas, cereales, nueces, algunos pescados y ciertos tipos de vida marina. La lista detallada de

alimentos que tienen alérgenos incluye artículos como pollos, entre otros. ellos tienen una característica única que ha sido alterada genéticamente mediante los métodos tradicionales de selección y cruce, y no hay ninguna oposición a esto. Las reacciones no son provocadas por la composición general de un artículo, sino por una o más de sus proteínas, o incluso por pequeños fragmentos de estas proteínas conocidos como péptidos alérgicos. (Acosta, 2002). Basados en lo anterior el objetivo principal de la presente monografía fue el determinar cuáles son los beneficios del uso de los alimentos transgénicos para la salud humana en Colombia, con la finalidad de entender que el uso de este tipo de alimentos repercuten no solo en materia social sino ambiental, ayudaría a incentivar la producción de alimentos biotecnológicos, pues se estaría contribuyendo a minimizar el impacto ambiental que produce la agricultura a gran escala en el país tanto en recursos hídricos como en los nutrientes del suelo. Para lograr este objetivo, se desarrolló la monografía en tres fases, en la primera fase, se analizó la incidencia de los alimentos genéticamente modificados en Colombia, mediante una investigación previa sobre la historia de la llegada de los OGM al país y cómo estos ayudarían a subsanar los problemas de nutrición en Colombia. En la segunda fase, se realizó una búsqueda sobre los alimentos tecnificados más usados en el país y cómo estos han venido tomando más fuerza, y, por último, se identificaron los distintos tipos de controles que se llevan a cabo en este tipo de alimentos a nivel nacional e internacional, para darle al lector una idea propia sobre las garantías que puedan brindar los entes de control para su consumo.

Delimitación de la monografía

Planteamiento del problema

En los últimos años se ha presentado una disminución en los niveles de desnutrición crónica en el país, aún existen amplias desigualdades territoriales. El promedio de niños con desnutrición crónica por departamento es de 3,8% (San Andrés y Providencia) y 34,7% (Vaupés). Datos recientes confirman el reto que sigue enfrentando el país en la disminución de desigualdades sociales con base en el lugar de residencia. Se han documentado 170 casos por posibles muertes asociadas a desnutrición en el Colombia entre enero y julio de 2016; casi el 40% se encuentran en tres departamentos: Guajira, Vichada y Chocó (Osorio, 2018). Este problema va más allá ya que ataca directamente a los departamentos más vulnerables, poblaciones de bajos recursos económicos que no cuentan con ayuda alguna del estado y regiones olvidadas por el mismo. Regiones en donde es “normal” este tipo de situaciones. Según la agencia de noticias Associated Press -AP (2023), la desnutrición provocó la muerte de por lo menos 308 niños menores de cuatro años en Colombia en el año 2022, una cifra que no se registraba hace 5 años según la defensoría estatal del pueblo (p. 1).

Colombia está entre los países más desiguales a nivel mundial. El Departamento Nacional de Planeación - DPN, en el 2014 comparo los niveles de pobreza en zonas urbanas respecto a zonas rurales, en donde estas últimas presentaban un nivel 159 veces mayor en comparación a las zonas urbanas. Por otro lado, en 2018, la pobreza multidimensional la cual incluyó aspectos de trabajo, educación, vivienda, fue del 33 % en departamentos como el Caribe y el Pacífico, mientras que en Bogotá fue de 4.3 % (DNP, 2014).

De acuerdo con la última Encuesta Nacional de Situación Nutricional de Colombia - ENSIN, 560.000 menores de 5 años afrontan desnutrición crónica y 15.600 sufren desnutrición aguda severa. Expertos afirman que este último tipo de desnutrición tiene un riesgo nueve veces mayor de mortandad, en comparación con niños en condiciones normales (Unisabana, s.f).

Pregunta de investigación

Por lo expuesto anteriormente surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles serían los beneficios para la salud de las personas que consumen este tipo de alimentos?

Justificación

De acuerdo con el Instituto Colombiano Agropecuario- ICA, en 2016 Colombia se sembró 109.945 hectáreas de algodón e híbridos de maíz: 100.119 hectáreas de maíz y 9.894 hectáreas de algodón. Las demás hectáreas se sembraron con flores tecnificadas (Semana, 2020). En 24 departamentos se cultivan productos modificados genéticamente, los más importantes son: Tolima, Córdoba y Meta. En Meta se sembraron 24.179 hectáreas de maíz, en Tolima 18.377 hectáreas de maíz y 5.291 hectáreas de algodón y en Córdoba 22.886 hectáreas de maíz, 3.869 hectáreas de algodón (Almeida, 2019). Con estas cifras se puede tener una ventana abierta frente a un problema grande como es la desnutrición y las muertes por hambruna. El programa mundial de alimentos asegura que el 43% de los colombianos no posee seguridad alimentaria, lo cual indica que ese mismo número no tiene acceso a alimentos de alta calidad que cumplan con los objetivos nutricionales diarios. (Organización de las Naciones Unidad para la Agricultura y Alimentación – FAO. 2019).

Por otro lado, se busca que el lector tenga más conocimiento sobre los alimentos que está consumiendo y de cómo estos han ido evolucionando en pro de poder llegar con más facilidad y en mayor número a su mesa. Además, en este documento se relacionan aportes de diferentes fuentes, las cuales ayuden a entender un poco más sobre este tipo de alimentos, ya que Colombia bien sería una potencia en temas de agricultura, sembrando sus propios alimentos, pero esto cambio en la última década, ya que es uno de los países con un alto porcentaje de importación en el mundo, en la década de los 90 Colombia cultivaba el 94% del maíz y el 72% de la soya (Vélez, 2002). De acuerdo con datos suministrados por el Ministerio de Ciencias (2016), Colombia es el segundo país más biodiverso del mundo, con el 11% m del total de la biodiversidad mundial, posee variedad de flora y fauna, clima tropical y es uno de los países con

mayor recurso hídrico, Pero el problema está en que no ha recibe la inversión requerida por parte del estado para potencializar la agricultura y de esta manera evitar las importaciones (Ministerio de ciencias tecnología e innovación - MinCiencias, 2016).

Desde un punto de vista critico se puede afirmar que lo que se busca con la gran cantidad de importaciones es fortalecer lazos de manera internacional, sin importar el gran costo que esto implica para el país, dejando de lado la agricultura nacional, y desechando la posibilidad de obtener alimentos a menor costo que los ingresados del exterior.

Las industrias defienden y promueven los alimentos tecnificados basándose en la hambruna mundial por la alta demanda que existe y la poca oferta que hubo en su momento, y es que según Vélez (2002), en su artículo sobre los alimentos transgénicos en Colombia.

“En los últimos 40 años la población mundial aumento de forma exponencial; pero al comparar su crecimiento con la producción agrícola basada en la "Revolución Verde", se evidencia una sobreproducción de alimentos, especialmente en los países del Norte” (Vélez Germán, 2002, párr. 2).

Objetivos

Objetivo general

Determinar cuáles son los beneficios del uso de los alimentos transgénicos para la salud humana en Colombia.

Objetivos específicos

Analizar la incidencia de los alimentos genéticamente modificados en Colombia.

Establecer cuáles son los alimentos tecnificados que se consumen en Colombia

Identificar los distintos tipos de controles que se llevan a cabo en este tipo de alimentos a nivel nacional e internacional.

Estado del arte

Basado en estudios realizados por Pramitha et. al. (2021), mencionan que “El arroz tecnificado con hierro se sintetizó mediante la introducción de múltiples genes involucrados en la nutrición”, lo cual supone que esta podría ser una fuerte solución a los problemas de desnutrición que afrontan miles de personas en el país. El arroz tecnificado ayuda a mejorar el contenido del mineral, el cual ayuda a que sea mucho más rico en nutrientes, de igual forma se logra mejorar su disponibilidad al minimizar los compuestos anti nutrientes en el alimento, como el ácido fítico (Paramitha et. al. 2021).

Existe una cantidad muy limitada de nutrientes en la gran mayoría de los alimentos, algunos de ellos necesarios en la canasta de las familias, en los hogares populares se ha recurrido al desarrollo de la biotecnificación (Saltzman et al., 2013). La biotecnificación según Meenakshi, (2010) “Es aquel método de aumentar los nutrientes en los cultivos alimentarios al elevar la densidad de vitaminas y minerales en un cultivo a través del cultivo convencional de plantas; prácticas agronómicas o biotecnología” (pp. 64-75).

Asimismo, Ortiz et. al. (2022), en la revista científica El Higo hacen una recopilación de más de mil documentos, en los que se enfoca en los beneficios de los transgénicos a través de la biofortificación de algunos alimentos necesarios en la canasta familiar de miles de personas como lo son los cereales tales como el arroz, el trigo, el maíz, la cebada y el sorgo. Estos alimentos básicos en nutrientes para cualquier persona o animal en su mayoría no cuentan con la cantidad de nutrientes necesarios para suplir la dieta diaria (Pérez-Massot, 2013)

Marco teórico

Antecedentes

Historia de los alimentos transgénicos

La historia de los alimentos transgénicos se remonta miles de años atrás, ya que el hombre primitivo con prácticas artesanales realizaba este tipo de métodos, los cuales por obvias razones no contaban con estudio alguno Blanco, et. al. (2013):

El hombre utiliza la biotecnología en el campo alimenticio desde hace cientos de años, aunque con técnicas artesanales. Si nos basamos en que los alimentos biomodificados son todos aquellos que están mejorados de alguna manera, se puede llegar a la conclusión de que la fabricación del pan y la cerveza, que se basa en el empleo de células de levadura, es un proceso biotecnológico. Pero en hechos más recientes, la biotecnología tal y como la conocemos actualmente comenzó a desarrollarse a partir de los años 50, cuando James Watson y Francis Crick descubrieron la estructura de la molécula de ADN, que es donde se almacena la información genética, es decir, la herencia, en todos los seres vivos (Blanco, et. al. 2013, p.6).

De acuerdo con lo expuesto por Blanco, et. al. (2013): la historia de este tipo de alimentos se remonta específicamente al siglo XXIX, siglo en la cual el monje Gregor Mendel realizó varios experimentos y cruces genéticos con plantas, más exactamente guisantes, con los cuales demostró que algunas características van de generación en generación y que las mismas se perfeccionan con el pasar de los años, según Blanco, et al. (2013):

En relación con las teorías de Mendel, el cruzamiento es la reproducción de distintos tipos de plantas o animales, pero conserva la misma especie. El cruzamiento es utilizado para que los primeros descendientes adquieran el llamado “vigor híbrido”, que consiste en mejorar y

hacer de estas especies más resistentes que sus progenitores, es decir en potencializar las características de sus anteriores generaciones.

¿Qué son los alimentos transgénicos?

Son aquellos que en su estructura genética se les ha realizado alguna modificación con el fin de obtener resultados mucho más fuertes que los originales y de acuerdo con Naranjo (2017) “El resultado del cruzamiento de los guisantes derivó en que la descendencia fuera mucho más fuerte, resistente y nutritiva que la generación anterior, y con ello se mejoró su especie. Algo similar se busca con los transgénicos.” Esto resulta en cultivos más fuertes y resistentes a las sequías o plagas que con frecuencia atacan estos sectores, de igual manera se vuelven más nutritivos sin mencionar la alta productividad que resulta del uso de este tipo de alimentos (Naranjo, 2017). En 1996 se dio vía libre al uso de alimentos transgénicos. Inicialmente se sembraron 1,6 millones de hectáreas de maíz en Estados Unidos. Después el área creció rápidamente en Estados Unidos, en otros países de primer mundo y del Sur. En 2011 países como China, países de África y del cono sur ya habían superado las áreas cultivadas de los países industrializados (Grupo Semillas, 2005). Para el maíz transgénico se ve con preocupación la expansión en los países de América Latina, el cual es el epicentro de origen de esta especie. En Brasil para el año 2016 se sembraron 15.5 millones de hectáreas de maíz GM, en Argentina 4.8 millones de hectáreas, Uruguay 151.000 hectáreas, Colombia sembró 100.000 hectáreas, en Honduras y Chile 51.000 hectáreas. En México, aún no se ha permitido la siembra de maíz GM; sin embargo, existe demasiada contaminación genética y de manera preocupante en la cadena alimentaria del maíz y en maíces nativos de ciertas regiones, debido a la importación masiva de maíz tecnificado traído desde Norte América. En la actualidad México tiene una gran presión privada para que el gobierno nacional dé el visto bueno a la siembra de 2.6 millones de hectáreas de maíz GM en el Norte del País, aunque se ha mantenido la prohibición para autorizar estos cultivos (Grupo Semillas, 2018).

Ahora bien, Colombia tiene una fuente importante de biodiversidad silvestre y de medioambiente (Vélez, 2002). En ese caso se puede nombrar el maíz como una de las fuentes principales de alimento tecnificado que se comercializa en el país y del cual se reportan 31 variedades, entre las que hay gran diversidad de semillas nativas y criollas (Grupo Semilla, 2005). El Grupo Semillas en Colombia en el año 2018, realizó estudios en diferentes departamentos, en este caso, observaron los cultivos de maíz transgénico, donde llegaron a la conclusión de que la modificación genética del maíz permite un alto rendimiento en la obtención de determinado producto, de igual manera, la resistencia que presentan respecto a los herbicidas reduce la mano de obra utilizada y los costos del control de maleza generada por el cultivo, esto permite obtener mayor producción al momento de sembrar.

El Ministerio de Salud y Protección Social - MSPS establece en el decreto 4525 de 2005 lo siguiente:

Todo alimento transgénico es aquel que ha sido modificados, o transformados, usando técnicas de biotecnología. Además de su ADN presentan uno o varios genes con el fin de expresar nuevas proteínas, que antes no tenían, y que les permiten tener nuevas características o mejorar ciertos rasgos como resistencias a plagas, una mejor calidad nutricional, tolerancia a sequía, heladas, suelos ácidos, tener nuevos colores, producir fármacos en las plantas.

Según el artículo “Cultivo transgénicos en Colombia” del grupo semillas 2018. Existen dos tipos de cultivos biomodificados:

Cultivos Tolerantes a Herbicidas

De una planta silvestre resistente a pesticidas, se toma el gen que expresa esta característica y se le agrega a una planta de soya, maíz o algodón; entonces, al aplicarle herbicida a esta planta modificada, se afecta y se mueren las plantas que son consideradas

malezas, sin que esto perjudique la planta modificada. Hay dos tipos de eventos de tolerancia a herbicidas: Cultivos RR o Tolerantes al glifosato, propiedad de la empresa Monsanto) y cultivos resistentes al glufosinato de amonio (responsabilidad de Dupont).

Cultivos Bt

La bacteria del suelo *Basillus thuringensis* (Bt), produce una toxina denominada CRY, la cual ha sido utilizada desde siglo pasado para el control biológico de plagas como insectos, que hacen parte de la familia Lepidópteros (gusanos cogolleros o medidores). Por medio de la ingeniería genética, se extrae de esta bacteria el gen que produce la toxina CRY y se introduce a una planta de maíz, soya o algodón, para que la planta produzca esta toxina y cuando los insectos consuman la planta mueran.

Primeros indicios de los Organismos Genéticamente Modificados (OGM) en Colombia

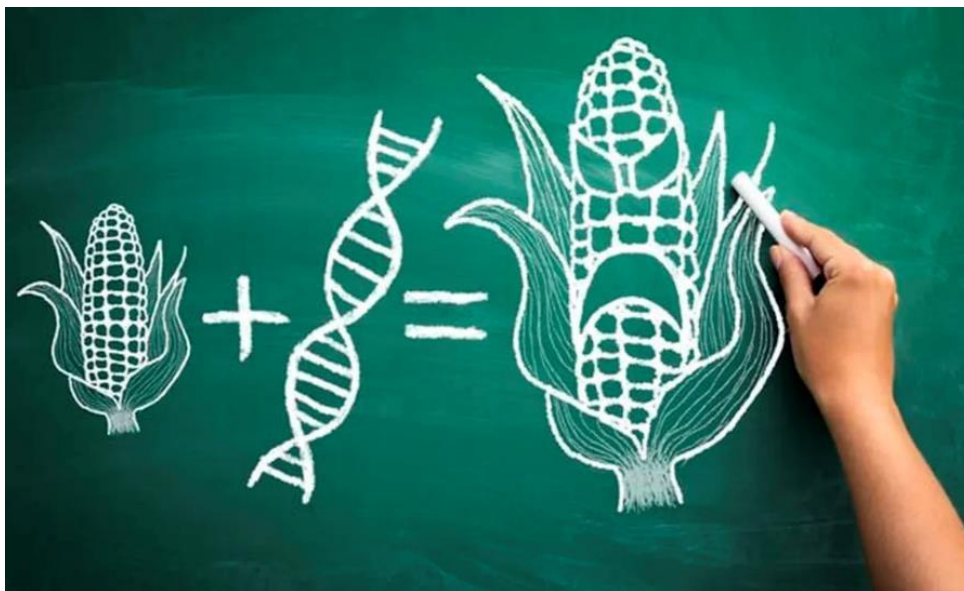
Hacia el año 2000 inicia la historia de los alimentos transgénicos en Colombia, año en el que se da la autorización para el uso del primer OGM con un clavel azul. Según el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) hasta el 2017 el gobierno habría aprobado 165 autorizaciones para la importación de productos tecnificados a Colombia entre los cuales se encontraban el maíz, algodón, soya y arroz. Según Leguizamón & Cifuentes (2018), en la revista colombiana de biotecnología describen que una característica muy particular es que la mayoría de OGM autorizados en Colombia son los resistentes a herbicidas y plaguicidas, según la revista colombiana de biotecnología (2018) *“De las 168 autorizaciones el 59% han sido para maíz, el 19% para algodón y el 13% para soya; el 9% restante se encuentra representado por cultivos como arroz (2 eventos), remolacha (2), trigo (1), claveles (3)”* (pp. 108-109).

¿Cómo funcionan los alimentos genéticamente modificados?

La ingeniería genética realiza sus estudios en plantas, animales, bacterias y hasta en humanos, este proceso consiste en pasar un gen de un organismo a otro, con el fin de mejorar las características genéticas (Medlineplus, 2022). Los alimentos tecnificados no solo ayudan con la hambruna mundial, sino que también se ayuda a la preservación de los suelos y recursos hídricos, pero ¿cómo funcionan? Según Días (2017): El genoma en OGM contiene fragmentos de genoma de bacterias, virus y otros organismos. Esos fragmentos adicionales de información genética les confieren a los organismos transgénicos nuevas características, como la capacidad de producir sustancias medicinales o el aumento de la calidad nutritiva. En el caso de cultivos agrícolas, los organismos adquieren resistencia a herbicidas e insecticidas, la capacidad de producir toxinas contra plagas y el aumento de la cantidad y calidad de las cosechas (Dias, 2017, párr.3).

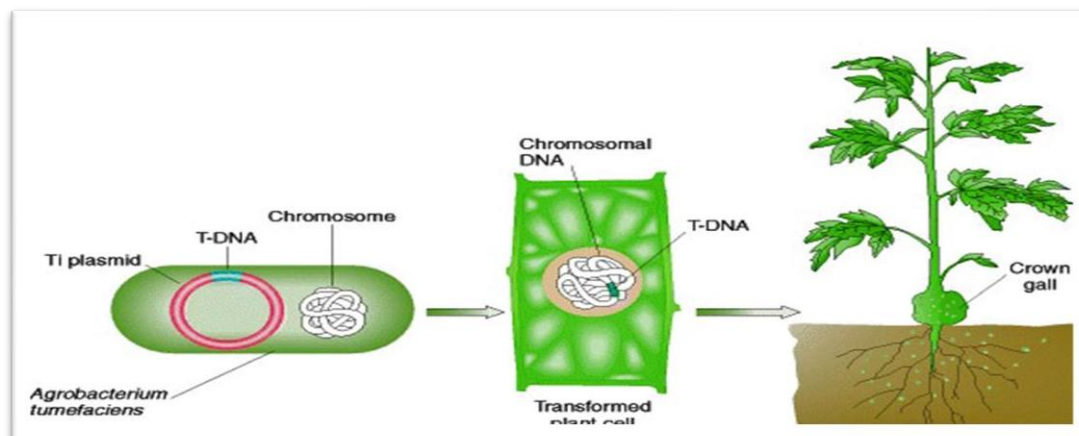
Figura 1

Maíz transgénico



Fuente. Computer hoy Maíz transgénico por Álvarez (2016).

Un organismo transgénico es el que recibe material el cual no hace parte de su genoma ellos contienen partículas de genomas como bacterias, virus y otros organismos, esas partículas adicionales son los que le atribuyen el nombre de alimentos transgénicos (Etecé, 2021). En el caso de alimentos agrícolas las principales características son la resistencia a plagas, herbicidas e insecticidas, por otro lado, estos alimentos tienen la capacidad de aumentar la producción y realizarla en menos tiempo, también incrementan la calidad de sus productos haciéndolos más nutritivos lo que da una seria ventaja frente a los alimentos cosechados tradicionalmente (Días, 2017, párr..1). teniendo en cuenta el artículo de Días (2017), describe que: la transgénesis es una palabra asociada a los alimentos, y este es un proceso que se encarga de realizar transferencia de genes entre organismos, esto fue tomado en un inicio como una probable solución a la crisis alimentaria, con el pasar de los años se pudo observar la aparición de distintas enfermedades como; alergias, depresión, resistencia a antibióticos y tumores cancerígenos. se le atribuyen a los OMGs, de igual manera el impacto que estarían provocando sobre los ecosistemas ampliaría aún más el debate sobre hasta qué punto este tipo de alimentos son benéficos para el ser humano y como estaría impactando en temas medioambientales y de economía al mundo. (Días, 2017, párr..4).

Figura 2*Métodos de transgénesis vegetal*

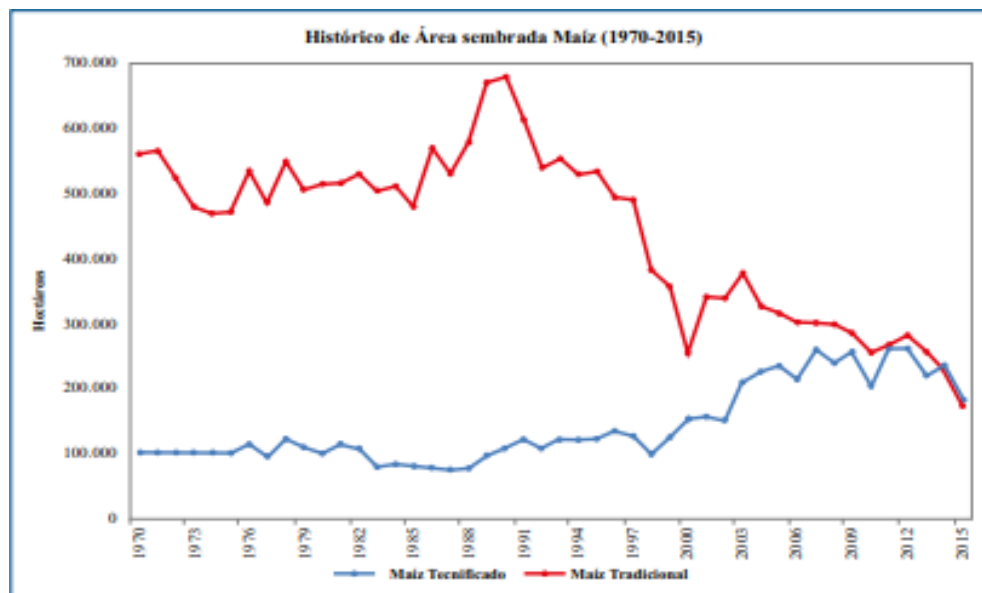
Fuente. La figura es el resumen del proceso del método de transgénesis. Deniz (2015).

¿De qué manera se aprueban los OGM en el país?

De acuerdo con lo establecido por el Ministerio de Salud (2015) de Colombia: El proceso de evaluación del riesgo para la toma de decisiones sobre la autorización o no de un alimento tecnificado para consumo humano acogido en la normatividad colombiana es consistente y acorde con él siguen en otros países, así como con los Convenios Internacionales de los cuales Colombia hace parte, como lo es el Protocolo de Cartagena acerca seguridad de la Biotecnología (Ley 740 de 2002) y el Codex Alimentarius (Decreto 977 de 1998). Una evaluación de riesgos rigurosa para alimentos derivados de OGM se desarrolla, no porque sea un riesgo, sino para dar respuesta a las inquietudes de los consumidores frente al desarrollo y uso de nuevos productos y tecnologías.

Alimentos tecnificados usados en Colombia

En Europa es usado el maíz MON 810 de Monsanto con la proteína Bt, diferentes estudios revelan que esta proteína está presente en niveles muy bajos en el grano y sus alimentos derivados. Esa proteína se degrada en los fluidos gástricos humanos y no presentan efectos adversos sobre los animales. Los nutrientes del maíz Bt son similares a los niveles encontrados en alimentos convencionales del maíz normal. Esto se ha confirmado mediante diferentes estudios el cual revela que los animales crecen sin ninguna anomalía con el maíz Bt, es decir con el gen Cry IAb, que codifica la proteína Cry Iban, la cual hallamos en el *Bacilo Thuringensis* (Bolufer, P, 2016). Según el Ministerio de Salud actualmente Colombia tiene autorizada para la producción de alimentos el maíz, la soya, algodón, remolacha azucarera y arroz; pero de estos sólo se cultivan en los campos del país el maíz y el algodón los cuales están bajo el control del ICA y en solo en departamentos específicos del país. En los años noventa Colombia el maíz sembrado era cinco veces mayor al área de maíz biomodificados, gracias a la apertura del comercio internacional este número disminuyó de manera considerable (Vélez, 2002).

Figura 3*Histórico de área sembrada en Colombia*

Fuente. Fenalco (2016)

De acuerdo con Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario - FINOAGRO (2018), los diferentes tipos de maíz son:

Maíz amarillo

Se usa básicamente para la fabricación de comida en bovinos, porcinos y aves. Por otro lado, se obtienen subproductos como gomas, pegantes etc.

Maíz blanco

Se usa para consumo humano, de igual forma es usado para la fabricación de medicinas, edulcorantes y saborizantes.

Maíz tradicional

Es producido para autoconsumo

Maíz tecnificado

Este producto es altamente dependiente de agroquímicos, de igual manera su siembra es extensa y de gran uso para el sector industrial.

Figura 4

Información del maíz en Colombia



Fuente. Finagro (2018)

Alimentos transgénicos ¿son benéficos para la salud humana?

Decir que hoy en día podemos encontrar un alimento natural sería una mentira, pues estos presentan alguna intervención química lo cual supone que ningún alimento se encuentra 100% al natural, pues es sabido que todos los cultivos tienen un proceso de manipulación química para lograr protegerlos contra plagas y demás factores ya sean medioambientales o simplemente de conservación (Vélez, 2022). Es por esto por lo que el proceso de manipulación genética al que son sometidos este tipo de alimentos hoy en día solo es una de las tantas modificaciones que deben sufrir los alimentos, antes de llegar a nuestras mesas. Pero ¿qué beneficios pueden traer consigo el uso de este tipo de alimentos?

Como anteriormente se ha mencionado son muchas ventajas tanto medioambientales y nutricionales que este tipo de alimentos nos deja, según el documento de la Revista Semana (2022) titulado ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de los alimentos transgénicos?, están son:

Alimentos altamente nutritivos

Menor requerimiento de pesticidas

Cultivos resistentes a sequías

Plantas resistentes a las enfermedades

Menor uso de recursos ambientales (agua y fertilizantes)

Alta productividad, lo cual supone un bajo costo en el producto final

Alimentos que presentan una baja tasa de efectos cancerígenos

Según (Antama, 2016):

El mejoramiento genético biotecnológico a contrarrestar los niveles de sustancias antinutritivas perjudiciales las cuales están de forma natural en las plantas; aumentan el valor nutritivo de los alimentos al introducir o aumentar los niveles de vitaminas o minerales en las

plantas; desarrollar alimentos más saludables al aumentar los niveles promotores de salud en las plantas (Antama, 2016).

Por otro lado, diferentes estudios realizados a nivel mundial destacan como este tipo de alimentos realizan un gran aporte nutritivo a la dieta diaria como lo destacan Reyes & Rozowski (2003) en su artículo “Alimentos transgénicos” en la revista chilena de biología: Científicos del Reino Unido desarrollaron el “*tomate morado*”, un alimento tecnificado que presenta un alto nivel de antocianinas tras insertar dos genes de la planta boca de dragón (*Antirrhinum majus*). Su inclusión en la dieta de ratones propensos al cáncer aumento la esperanza de vida en un 31%, y el aumento de la capacidad antioxidante de la fruta ralentizó el proceso de sobre maduración, lo cual ayudo en gran medida a extender la vida útil de los mismos. Actualmente una empresa canadiense está cultivando estos tomates en 550 hectáreas para la elaboración de jugo de tomate morado (Chilebio, 2019, párr. 4).

Productos derivados de los alimentos transgénicos en Colombia

Según el Ministerio de Salud (2005) actualmente en Colombia tiene autorizado para la siembra de alimentos el maíz, la soya, algodón, remolacha y arroz; de los anteriores sólo se cultivan en el país el maíz y el algodón los cuales se encuentran bajo la supervisión del ICA y en regiones específicas del país.

Entidades reguladoras de los alimentos transgénicos

A nivel internacional hay diferentes controles y normatividades sobre los OGM, en norte América por ejemplo La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos - EPA, es la encargada de proteger la salud humana y el medio ambiente, esto incluye la regulación de pesticidas. La EPA supervisa la seguridad de las sustancias que protegen las plantas tecnificadas, denominadas protectores incorporados a las plantas (PIP)³ que se encuentran en plantaciones OGM para que sean resistentes a los insectos y las enfermedades. La EPA también regula varios tipos de pesticidas que se usan en los cultivos, incluidos los cultivos OGM y no OGM (Food and Drug Administration - FDA, 2020). De igual manera, el 17 de abril de 2005, entraron en vigor en la Unión Europea, las normatividades concernientes a los alimentos tecnificados y a su trazabilidad y etiquetado. Con esta norma se da por eliminado el concepto de «equivalencia sustancial», el cual establecía que un OMG altamente procesado, que fuera a ser introducido a la cadena alimentaria, no debía pasar por un proceso de análisis de riesgo completo. El reglamento sobre trazabilidad y etiquetado determina que se debe hacer énfasis en el origen y no en la tecnificación sufrida o proteínas MG en el producto final. Esto hará mediante un sistema de trazabilidad que debe seguir el OMG desde el campo hasta el producto final (algo parecido a «seguir el rastro»). De esta manera los productos serán etiquetados como «modificados genéticamente», incluyendo por ejemplo los aceites, almidones, azúcares, etc. Sin embargo, este nuevo marco legislativo contempla graves excepciones. Los alimentos o piensos que contengan OMG o procedan de éstos en una proporción menor al 0,9% no tienen la obligación de ser etiquetados. También se determina un tiempo de transición el cual tolera la presencia de OMG no autorizados en la UE por debajo de un 0,5%, los cuales tampoco necesitan etiqueta. Por último, los productos de origen animal que su dieta haya sido basada con OMG (huevos, carne,

leche, etc.) tampoco se deberán etiquetar (Regulación (EC) N° 1829/2003 y 1830/2003) (Grupos Semillas, 2005). Mientras tanto en Colombia el Ministerio de Salud afirma en el artículo 4254 de 2011 que esta ley se debe dar en los rótulos y etiquetas con los que se comercialicen los alimentos para consumo humano envasados o empacados que contengan o sean tecnificados, también la identificación deberá ser para las materias primas que contengan OGM, las cuales sean utilizadas para la producción de alimentos de consumo humano, y que se comercialicen en el territorio nacional; de igual manera para todas las personas naturales y jurídicas que empleen actividades de fabricación, importación, comercialización y distribución de alimentos que sean o contengan OGM.

Estos alimentos son evaluados por las ANC (Agencias Nacionales Competentes) por medio del comité técnico nacional de bioseguridad, por tanto y de acuerdo con el ministerio de salud, a la fecha y tras 5 años de estudios en humanos no se han identificado efectos negativos en la salud que hayan sido científicamente válidos y comprobados (Minsalud, s.f).

Entre los controles que se hacen podemos destacar:

Pruebas de alergenidad

Pruebas de toxicidad

Análisis de la composición nutritiva

Análisis molecular de los genes nuevos introducidos.

¿Quién regula los Alimentos transgénicos en Colombia?

Se conocen como Agencias Nacionales Competentes (ANC) a los organismos de monitoreo encargados de controlar y supervisar la importación, exportación, producción, distribución y comercialización de los OGM en el territorio nacional, dicho de esta manera hay 3 entidades las cuales se encargan de estas tareas en el país, las cuales son:

Ministerio de Salud y Protección Social

El Ministerio de Salud y Protección Social – MSPS, tiene como objetivos, dentro de sus funciones, formular, adoptar, supervisar, liderar, ejecutar y evaluar la política en materia de salud y promoción pública social, ser participe en la elaboración de pensiones, beneficios económicos periódicos y riesgos laborales, lo cual se desarrollará a través de la institucionalidad que comprende el sector administrativo. El Ministerio de Salud y Protección Social dirige, orienta, coordina y evalúa el Sistema General de Seguridad Social en Salud y el Sistema General de Riesgos laborales, de igual manera formulará establecerá y definirá los lineamientos relacionados con los sistemas de información de la Protección Social (Ministerio de Salud y Protección Social – MPS, 2011).

Ministerio de Medio Ambiente

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, es la entidad encargada de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y de establecer las normas y políticas a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la nación, con el objetivo de asegurar el desarrollo sostenible, sin perjudicar las funciones asignadas a otros sectores. (MADS, 2021).

Ministerio de Cultura representado por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)

Su objetivo es el de contribuir al desarrollo sostenido del sector agropecuario, pesquero y acuícola, a través de la prevención, supervisión y control de los riesgos sanitarios, biológicos y químicos para la fauna y flora, la investigación aplicada y ordenamiento de los recursos pesqueros y acuícolas, con el objeto de preservar la salud de las personas, los animales, las plantas y asegurar las condiciones del comercio (ICA. 2022).

En Colombia hay diferentes tipos de ley que monitorean el uso de este tipo de alimentos en todos sus aspectos, como rotulado y etiquetado. La primera regulación data del año 2002 bajo la ley 740 en el protocolo de Cartagena. De igual manera hay varias leyes que regulan el uso de esta clase de alimentos como el decreto 4525 de 2005 el cual dicta el marco regulatorio de los OVM (organismos vivos modificados), la resolución 4254 de 2011 la cual supervisa las directrices dadas para el rotulado y etiquetado de esta clase de alimentos y las especificaciones que cada uno de ellos tiene que llevar, este último está regulado por el Ministerio de la Protección Social, de igual manera el ICA regula la resolución 3168 de 2015 la cual habla acerca de la producción, importación y exportación de semillas y alimentos GM para la comercialización en el territorio nacional y según el (ICA, 2022).

Define dentro de las condiciones finales para la certificación de la semilla (como básica, registrada o certificada) parámetros de contenido de OGM (con las tecnologías aprobadas en Colombia), entre 0.6%/kg – 2%/kg para maíz, 0 %/kg – 1.6 %/kg para algodón y 0%/kg – 3%/kg para soya (Instituto Colombiano Agropecuario – ICA.2022). Con lo anterior se puede entender que los alimentos tecnificados tienen consigo un fuerte control y a pesar de que su uso es de hace poco en el país, tienen las garantías necesarias para ser distribuidos y comercializados, lo que da un parte de tranquilidad al momento de consumirlos (ICA, 2022).

Normas de bioseguridad en Colombia sobre organismos transgénicos

En el país hay distintos decretos que reglamentan el uso de alimentos tecnificados, uno de ellos es el decreto 4525 de 2005; el cual reglamenta el protocolo de Cartagena sobre bioseguridad, en el cual se aprueba el ingreso de OGM, los cuales pueden ser liberados en el ambiente, la agricultura y para el uso de humanos y animales (Vélez, 2018). Basados en el ICA, los aspectos que nos menciona el decreto 4525 de 2005 son:

Esta reglamentación debido a que es un tratado internacional debe realizarse mediante una ley de la república y no a través de un decreto interministerial, realizado por el Ministerio de Agricultura, Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente.

Ya que esta norma regula productos tecnificados los cuales pueden llegar a provocar efectos adversos sobre comunidades nativas, deberá ser previamente consultada con los pueblos étnicos antes de aplicarse, en concordancia con lo determinado por el Convenio 169 de la OIT. Tampoco ha sido consultada previamente la aprobación de siembra de los diferentes cultivos GM que se han liberado comercialmente

Igualmente, esta norma no consideró la obligación de participación ciudadana en general, contrario al Protocolo de Cartagena de bioseguridad que, en el Artículo 23, garantiza la concienciación y participación del público en la aprobación de organismos vivos modificados (OVM). El decreto 4525 de 2005 creó tres Comités Técnicos Nacionales de Bioseguridad, CTN Bio: 1. agrícola, 2. ambiental y 3. salud, que realizan evaluaciones de riesgo de forma independiente. Al estar adscritos a los Ministerios de Agricultura, Ambiente y Salud, respectivamente, estos comités toman decisiones con un criterio más político que técnico. Estas estructuras separadas e independientes entre sí producen evaluaciones parciales lo que impide efectuar una evaluación integral de bioseguridad de los impactos ambientales y socioeconómicos

de los OVM. Esta tarea debería ser realizada por una única autoridad liderada por el Ministerio del Ambiente puesto que en el proceso de aprobación de los OVM se debe tramitar una licencia ambiental ante dicha entidad.

No permite salvaguardar la biodiversidad del país puesto que no incluye mecanismos para proteger la enorme agrobiodiversidad del país de la contaminación genética de las especies y variedades criollas y nativas generada por los cultivos y alimentos GM.

Tampoco permite proteger los sistemas productivos locales y la salud humana frente a los riesgos e impactos que pueden generar estas tecnologías. Lo anterior se sustenta en los impactos negativos generados por la introducción de cultivos de algodón y maíz GM desde hace más de una década, sin las debidas evaluaciones y controles de bioseguridad y sin la participación de pueblos étnicos y del público en general.

Debido al uso, comercialización, producción y elaboración de productos tecnificados; es de obligatoriedad que este tipo de acciones sea consultada primero con los pueblos ancestrales, debido a que esto establece el decreto 4525, pero esto no se realiza lo cual es una clara violación a los derechos de los pueblos aborígenes a tener conocimiento de los efectos positivos o negativos que estos organismos pueden tener para el ecosistema en el que residen, por otro lado los pueblos ancestrales de Colombia han intentado por todos los medios proteger sus semillas nativas frente al impacto que los OGM generan en su medio ambiente, pero el gobierno no ha incluido a los mismos dentro de los estudios (Vélez, 2002).

Conclusiones

Basados en los estudios e investigaciones consultadas en el presente documento se pudo concluir que los OGM no representan ningún riesgo para la salud humana ni animal.

Instituciones independientes tales como la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos han confirmado que los productos alimenticios con ingredientes transgénicos son tan seguros como los alimentos convencionales

De igual forma se investigó sobre los alimentos transgenicos usados en Colombia, de cuál ha sido su papel en el diario vivir de los colombianos, en donde se tomó de referencia el maíz como el alimento de más grande desarrollo en el país. se logró establecer el crecimiento que el mismo ha tenido a nivel nacional como internacional y el rol que cumple para ayudar a contrarrestar la hambruna mundial, de su desarrollo frente a los cultivos convencionales o tradicionales logrando ocupar hoy en día un porcentaje demasiado alto entre las plantaciones mundiales.

En relación con al maíz tecnificado el área sembrada presentó un aumento significativo desde la década del noventa, siendo actualmente mayor que el área de maíz tradicional.

Por otro lado, y consultando las diferentes fuentes se logró establecer los diferentes controles que se realizan tanto a nivel nacional como internacional sobre el uso, comercialización y distribución de este tipo de alimentos, enfatizando en países como estados unidos, el continente europeo y Colombia, de esta manera se pudo observar que realmente existen diferentes normas y entes que vigilan de cerca el trato que se les da a estos productos, brindando cierta seguridad a los consumidores.

Recomendaciones

El tema de los alimentos biomodificados es un asunto que hoy en día sigue generando demasiada controversia, esto debido a la poca información que se encuentra. Es un tema que no es de interés común y muy pocas personas van más allá de lo que comen. Existe una visión errada sobre los OGM y todo debido a la poca información que se brinda, es pertinente realizar estudios más exhaustivos y crear un entorno un poco más a profundidad en las entidades educativas pues este es un asunto de gran interés, pero al que no se le presta mucha atención actualmente.

Referencias bibliográficas

- Acosta, O., Guerrero, C. (2007). Alimentos Transgénicos y Alergenicidad. Revista de la Facultad de Medicina.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-00112007000400004&lng=en&tlng=es.
- Acosta, O. (2002). Riesgos y preocupaciones sobre los alimentos transgénicos y la salud humana. Revista colombiana de biotecnología, 4(2), 5–16.
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/30103>
- Agroecología. (2005). Alimentos transgénicos - Riesgos de los cultivos transgénicos. Ecologistas en acción. <https://www.ecologistasenaccion.org/3176/riesgos-de-los-cultivos-transgenicos/>
- Almeida, L. G. (2019, 21 junio). Organismos genéticamente modificados en Colombia - TSI Group - Tecnosoluciones integrales. TSI Group - Tecnosoluciones Integrales.
<https://tecnosolucionescr.net/blog/91-organismos-geneticamente-modificados-en-colombia>
- Álvarez, E. (2016). Los alimentos transgénicos son más sanos y menos contaminantes.
<https://computerhoy.com/noticias/life/alimentos-transgenicos-son-mas-sanos-menos-contaminantes-45132>
- Antama, F. (2016). Transgénicos y sus beneficios nutricionales para los consumidores. Fundación Antama - Biotecnología agraria y alimentaria: transgénicos, mejora vegetal e ingeniería genética. <https://fundacion-antama.org/transgenicos-y-sus-beneficios-nutricionales-para-los->

consumidores/#:~:text=La%20mejoramiento%20gen%C3%A9tico%20biotecnol%C3%B3gico%20permite,en%20las%20plantas%3B%20desarrollar%20alimentos

Arboleda, M. Vargas, P. Villamizar, J. (2013). Decreto 977 de 1998. Normograma alimentos.

<https://normograma-alimentos-qf.webnode.es/comitesycomisiones/decreto-977-de-1998/>

Ardila, V. A. (2014). Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional.

hdl:20.500.12010/4957.

<https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/4957>

Arnau, J. (2021, 21 diciembre). ¿Qué son los fitonutrientes? En buenas manos.

<https://www.enbuenasmanos.com/que-son-los-fitonutrientes>

Arriols, E. (2020, 2 julio). Ventajas y desventajas de los alimentos transgénicos.

ecologiaverde.com. <https://www.ecologiaverde.com/ventajas-y-desventajas-de-los-alimentos-transgenicos-1073.html>

Associated Press, AP News. (2023, 27 enero). Colombia registra muerte de 308 niños por desnutrición. <https://apnews.com/article/3bc7c5055533291e97c27f8bac083553>

Blanco, V. Baró, J. (2013). Alimentos transgénicos: la realidad no siempre supera la ficción.

Universidad autónoma de Barcelona.

<https://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2012/103201/transgenicos.pdf>

BNFB International Potato Center. (2017, marzo 23). Hechos sobre la Biofortificación.

<https://cipotato.org/es/bnfb/facts/>

Bolufer, P. (2016). El maíz Bt transgénico. Interempresas.

<https://www.interempresas.net/Grandes-cultivos/Articulos/165815-El-maiz-Bt-transgenico.html>

Bravo, E. (2019, mayo 15). Causas de la crisis alimentaria mundial. Revista Semillas.

<https://www.semillas.org.co/es/causas-de-la-crisis-alimentaria-mundial>

Cadena, G. (2012). ¡¡Transgenicos!! Pro y contra de los alimentos. Dialnet.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3930135>

Camarena, F. (2012). Mejoramiento genético y biotecnológico de plantas. Banco agropecuario, Agrosaber.

Casquier, J, Ortiz, R. (2012). Transgenic seeds: A bioethics debate. Las semillas transgénicas:

¿un debate bioético? Corteidh.or.cr. <https://www.corteidh.or.cr/tablas/r31737.pdf>

Chilebio. (2019). Biotecnología tradicional y moderna. ChileBIO.

<https://www.chilebio.cl/biotecnologia-tradicional-y-moderna/>

Chilebio. (2020, 16 octubre). Piñas rosadas, tomate anticáncer, papas fritas más saludables. . .

los nuevos transgénicos hechos para ti. ChileBIO.

<https://www.chilebio.cl/2018/06/01/pinas-rosadas-tomate-anti-cancer-papas-fritas-mas-saludables-los-nuevos-transgenicos-hechos-para-ti/>

Co, W. I. G. (s/f). A, B, C de los alimentos derivados de plantas genéticamente modificadas para consumo humano. Invima. Ministerio de salud.

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/alimentos-derivados-plantas-geneticamente-modificadas.pdf>

Compromiso RSE. (2010). ¿Cuáles son los efectos de los transgenicos para la salud?

<https://www.compromisorse.com/sabias-que/2010/11/16/cuales-son-los-efectos-de-los-transgenicos-para-la-salud/>

De las semillas criollas y la soberanía alimentaria, I. A. y. S. A. S. en D. (2018). Cultivos transgénicos en Colombia. https://www.semillas.org.co/apc-aa-files/5d99b14191c59782eab3da99d8f95126/informe-pais-ogm-2018_web.pdf

Deniz, S, M (sf). Historia de la biotecnología.

<https://www.timetoast.com/timelines/historia-de-la-biotecnologia-9ff646dc-aecd-4367-93fa-f91fa80f2493>

Departamento Nacional de Planeación – DPN. (2014). Informe de seguimiento de los objetivos de desarrollo del milenio.

https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Social/Informe%20ODM_versi%C3%B3nfinal.pdf

Días, R, M. (2017). Transgénicos: riesgos potenciales a la salud humana y al medio ambiente.

Eco noticias.

<https://revistabioika.org/es/econoticias/post?id=16#:~:text=La%20transg%C3%A9nesis%20fue%20recibida%20inicialmente,al%20consumo%20de%20alimentos%20transg%C3%A9nicos.>

Ewen, S. W., & Pusztai, A. (1999). Effect of diets containing genetically modified potatoes expressing Galanthus nivalis lectin on rat small intestine. *The Lancet*, 354(9187), 1353-1354

Food and Drug Administration - FDA (2020). Como se regulan los OGM para la seguridad alimentaria y vegetal en los estados unidos.

<https://www.fda.gov/media/137634/download#:~:text=La%20EPA%20tambi%C3%A9n%20monitorea%20todos,cultivos%20OGM%20y%20no%20OGM.&text=El%20Servi>

cio%20de%20Inspecci%C3%B3n%20de,contra%20las%20plagas%20y%20enfermedades.

Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario- FINAGRO. (2018). Informe de gestión sostenible.

https://www.finagro.com.co/sites/default/files/informe_de_gestion_finagro_2018_final_0.pdf

Greenpeace Argentina. (s. f.). ¿Qué es un transgénico?

<https://www.greenpeace.org/argentina/que-es-un-transgenico/>

Grupo Envera. (2020). Agenda 2030: Así contribuye Envera a once objetivos de desarrollo sostenible. <https://grupoenvera.org/agenda-2030-asi-contribuye-envera-once-los-objetivos-desarrollo->

[sostenible/?gclid=CjwKCAjw38SoBhB6EiwA8EQVLkT5HIWhzJTfRdgG1GZ5boazLm-yYTDFSpi4busk47_FCY-sCkak3hoCXnwQAvD_BwE#anchor](https://grupoenvera.org/agenda-2030-asi-contribuye-envera-once-los-objetivos-desarrollo-sostenible/?gclid=CjwKCAjw38SoBhB6EiwA8EQVLkT5HIWhzJTfRdgG1GZ5boazLm-yYTDFSpi4busk47_FCY-sCkak3hoCXnwQAvD_BwE#anchor)

Grupo Semillas, G. (2005, 19 enero). El maíz transgénico: una amenaza al patrimonio genético del país y a la soberanía alimentaria. <https://www.semillas.org.co/es/el-maz-transgenico-una-amenaza-al-patrimonio-gentico-del-pas-y-a-la-soberana-alimentaria>

Grupo Semillas (2018). Cultivos transgenicos en Colombia. https://www.semillas.org.co/apc-aa-files/5d99b14191c59782eab3da99d8f95126/informe-pais-ogm-2018_web.pdf

Infobae. (2022, 16 julio). Colombia, entre los países en riesgo por crisis alimentaria.

<https://www.infobae.com/america/colombia/2022/07/16/colombia-entre-los-paises-en-riesgo-por-crisis-alimentaria/>

Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. (2022).

<https://www.ica.gov.co/normatividad/normas-ica/acuerdos/2022>

- Leguizamón, J., & Cifuentes, L. (2018). Panorama general de los organismos genéticamente modificados en Colombia y en el mundo: Capacidad nacional de detección. *Revista Colombiana de Biotecnología* <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v20n2.77080>
- MedlinePlus Enciclopedia Médica. (2022.) Alimentos transgénicos. <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002432.htm>
- Meenakshi, J. V., Johnson, N. L., Manyong, V. M., DeGroot, H., Javelosa, J., Yanggen, D. R., Naher, F., Gonzalez, C., García, J., & Meng, E. (2010). How Cost-Effective is Biofortification in Combating Micronutrient Malnutrition? An Ex-ante Assessment. *World Development*, 38(1), 64–75. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2009.03.014>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible- MADS. (2021). Decreto 3570 – Artículo 1. <https://www.minambiente.gov.co/ventana/objetivos/#:~:text=El%20Ministerio%20de%20Ambiente%20y,la%20recuperaci%C3%B3n%20conservaci%C3%B3n%20protecci%C3%B3n%20>
- Ministerio de Ciencias- MinCiencias (2016). Colombia, el segundo país más biodiverso del mundo. https://minciencias.gov.co/sala_de_prensa/colombia-el-segundo-pais-mas-biodiverso-del-mundo
- Ministerio de Ciencias. MinCiencias (2005). Decreto 4525 de 2005. <https://minciencias.gov.co/node/298>
- Ministerio de salud y protección social. (2005). Alimentos transgénicos. <https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/Paginas/Alimentos-transg%C3%A9nicos.aspx>
- Ministerio de Salud Y Protección Social, MSPS. (2011). Decreto 4107 de 2011.

<https://www.minsalud.gov.co/Ministerio/Institucional/Paginas/institucional-objetivos-funciones.aspx>

Ministerio de Salud Y Protección Social. (2000). Ley número 740 de 2002.

https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Ley%200740%20DE%202002.pdf

Ministerio de salud y protección social. (s.f.). Estrategia nacional para la prevención y control de las deficiencias de micronutrientes en Colombia 2014 -2021.

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/Estrategia-nacional-prevencion-control-deficiencia-micronutrientes.pdf>

Montreal, H. en, & Dos mil, el V. de E. de. (s/f). Ley número 740 de 2002. Gov.co.

https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Ley%200740%20DE%202002.pdf

Mundo, E. L., De Portada shutterstock, F., & Anufriyeva, V. (s/f). Protegerse frente a la desaceleración y el debilitamiento de la economía. Fao.org.

<https://www.fao.org/3/ca5162es/ca5162es.pdf>

Naranjo, J. O. M. (2017, septiembre 1). Contexto de los transgénicos en Colombia.

<https://www.monografias.com/docs114/contexto-transgenicos-colombia/contexto-transgenicos-colombia>

Oa, D. E. H. (2001). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Distrito Federal,

México. Redalyc.org. <https://www.redalyc.org/pdf/539/53906002.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO (1999).

Documentos técnicos de referencia sobre la producción de alimentos e impacto ambiental T11-S.htm. <https://www.fao.org/3/w2612s/w2612s11.htm>

Organización de las Naciones Unidad para la Agricultura y Alimentación – FAO. (2019). El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo.

<https://www.fao.org/3/ca5162es/ca5162es.pdf>

Ortiz, W. A. W., Castiblanco, G. N. C., & Sandoval-Cáceres, Y. P. (2022). Beneficios de los alimentos transgénicos biofortificado, una revisión del 2012 al 2022. *Revista el Higo*, 12(2), 81-102. <https://doi.org/10.5377/elhigo.v12i2.15229>

Palomino, S. (2015, Julio 2). Un tomate contra los alimentos transgenicos. *El País*.
https://elpais.com/cultura/2015/06/02/actualidad/1433266119_763627.html

Periódico la Republica (2022). Precios e insumos para el agro.

<https://www.larepublica.co/economia/alza-de-precios-de-insumos-para-el-agro-llego-a-29-4-con-fertilizantes-de-lideres-3487688>

Pérez Massot, E. (2013). The contribution of transgenic plants to better health through improved nutrition: opportunities and constraints.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22926437/>

Pizarro, C. (2015, Julio 16). Métodos de transgénesis vegetal. *Agricultores*.

<https://agriculturers.com/metodos-de-transgenesis-vegetal/>

Vélez, G, Grupo Semillas. (2002, 23 diciembre). Los alimentos transgénicos en Colombia.

<https://www.semillas.org.co/es/los-alimentos-transgnicos-en-colombia>

Vélez, G. (2002). Los alimentos transgénicos en Colombia. *Semillas, G. Semillas.org.co*.

<https://www.semillas.org.co/es/los-alimentos-transgnicos-en-colombia>

Unidad de gestión de riesgos agropecuarios, Vicepresidencia de garantías y riesgos agropecuarios (2018). *Maiz tecnificado*.

https://www.finagro.com.co/sites/default/files/node/basic-page/files/maiz_septiembre_2018.pdf

Universidad de la sabana (s. f.). ¿Cómo está la desnutrición infantil en Colombia?

<https://www.unisabana.edu.co/portaldenoticias/al-dia/como-esta-la-desnutricion-infantil-en-colombia/>