

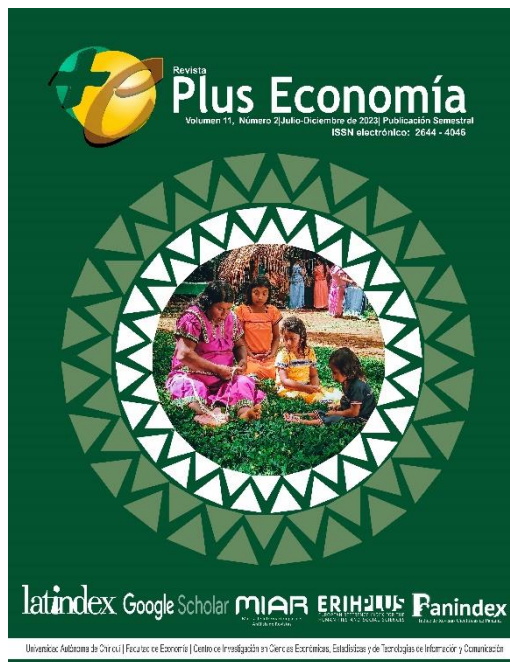


REVISTA PLUS ECONOMÍA

ISSN: 2411-0353 | ISSN electrónico: 2644-4046

pluseconomia@unachi.ac.pa

Centro de Investigación en Ciencias Económicas, Estadísticas y de
Tecnologías de Información y Comunicación, CICEETIC
Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI)
República de Panamá



Yesselys Silvera E.

**LOS ALIMENTOS TRANSGÉNICOS, MÁS QUE UN
MITO, UNA REALIDAD**

Vol. 11, Núm. 2, Julio - Diciembre de 2023

pp. 45-54

**Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI),
Panamá**




LOS ALIMENTOS TRANSGÉNICOS, MÁS QUE UN MITO, UNA REALIDAD

Fecha de recepción: 17/10/2022

Fecha de aprobación: 07/03/2023

Autor

Yesselys Silvera E.

 0000-0003-2140-2300

Universidad Autónoma
de Chiriquí

yesselys.silvera
@unachi.ac.pa

Resumen

Actualmente se han incrementado los cultivos transgénicos en todo el mundo. Sin embargo, los científicos aún no se ponen de acuerdo sobre la inocuidad de los mismos. Asociaciones de consumidores y algunos científicos aducen que no se han realizado suficientes pruebas en humanos y que estos alimentos representan un peligro para el ambiente pues contaminan las semillas autóctonas de muchos países, mientras que las grandes transnacionales y otros investigadores sostienen que los alimentos transgénicos son la solución al hambre mundial y son inocuos. La realidad es que actualmente hay muchos países donde no existen legislaciones sobre el etiquetado de los transgénicos, por tanto los consumidores no tienen posibilidad de elegir. El objetivo de este artículo es recopilar información acerca de la historia, legislación, y el desarrollo de metodologías para detectar elementos transgénicos en alimentos, así como también evaluar los argumentos a favor y en contra del consumo de alimentos transgénicos

Palabras clave

Aseguramiento de la calidad, biotecnología, organismos modificados genéticamente, seguridad alimentaria, genética vegetal



GMO foods, more than a myth, a reality

Abstract: Currently, transgenic crops have increased throughout the world. However, scientists around the world still do not agree on their safety. Consumer associations and some scientists argue that not enough tests have been carried out on humans and that these foods represent a danger to the environment as they contaminate the native seeds of many countries, while the large transnationals and other researchers maintain that transgenic foods are the solution to world hunger and are harmless. The reality is that there are currently many countries where there is no legislation on the labeling of transgenics, so consumers do not have a choice. The objective of this article is to collect information about the history, legislation, and the development of methodologies to detect transgenic elements in food, as well as to evaluate the arguments for and against the consumption of transgenic foods.

Keywords: Quality assurance, biotechnology, genetically modified organisms, food safety, plant genetics

Introducción

La biotecnología moderna ha permitido el intercambio de material genético entre especies distintas, algo imposible de realizar por métodos naturales. Esto ha generado nuevas generaciones de organismos, tanto de plantas como de animales, con características que han permitido al hombre mejorar la producción de alimentos. Sin embargo, el tema de los transgénicos en general y los animales transgénicos en particular, ha generado mucha controversia en todo

el mundo (Ramírez,2019), ocasionando diversas protestas en varios países, rechazando el uso de los alimentos transgénicos (Campos, 2014; Oliver, 2014 y Zhang, Wohlhueter, y Zhang, 2016).

1. La historia de los alimentos transgénicos

La historia de los alimentos transgénicos y modificados genéticamente, se remonta hace varios siglos, cuando el ser humano comenzó a domesticar animales y a cultivar la tierra,



desde ese entonces comenzaron a seleccionar mejores plantas para el cultivo y mejores animales para la cría. Civilizaciones como la Egipcia comenzaron a fabricar pan y vino, además desde los puntos de vista económicos y agrícolas, era ventajoso cultivar plantas con mayor rendimiento, resistencia a plagas o enfermedades, o tolerancia al calor, el frío y la sequía. Más tarde las observaciones de Mendel, lograron allanar el camino para el desarrollo de la primera planta modificada genéticamente (Chassy,2007; Zhang, Wohlhueter y Zhang,2016; Ramón,2018). Posteriormente, en 1973, Stanley Cohen y Herbert Boyer obtuvieron por primera vez ADN recombinado, comenzando la era de la ingeniería genética (Kramkoska, Grzelak y Czyzewska, 2013). La primera planta modificada genéticamente se produjo en 1983, utilizando una planta de tabaco resistente a los antibióticos. China fue el primer país en comercializar un cultivo transgénico a principios de la década de 1990 con la introducción virus de la Kanamicina. La producción de semillas híbridas en conjunto a la utilización de

fertilizantes provocó grandes aumentos en el período comprendido entre 1950 y 1984. Este período posteriormente fue llamado también la revolución verde (Baltá, Baró y Blanco 2012). En 1992, comenzó el proyecto Golden Rice. El arroz dorado es una variedad de *Oryza sativa* diseñada para producir betacaroteno, un precursor de la vitamina A. Fue creado por Ingo Potrykus del Instituto de Ciencias Vegetales del Instituto Federal Suizo de Tecnología, en colaboración con Peter Bayer de la Universidad de Friburgo (Bagwan ,Patil, Mane, Kadam y Vichare , 2010). Más tarde, en 1994, el tomate transgénico "flav savr", fue aprobado por la Food and Drug Administration (FDA) para su comercialización en los Estados Unidos. La modificación permitió que el tomate retrasara la maduración después de la recolección (Potrykus,2001; Luque, 2017). Posteriormente, producto de los avances de la investigación genómica de los últimos años, se han desarrollado un conjunto de técnicas nuevas también conocidas como NPBT "nueva técnicas de fitomejoramiento" o "New BreedingTechniques", incluyen a las técnicas de edición de genomas, o

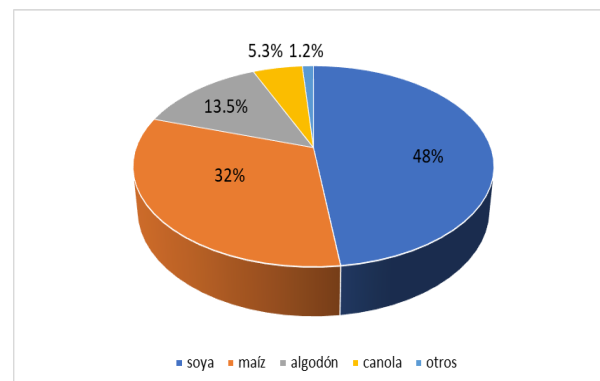


bioingeniería de precisión (Salonia et al., 2020).

2. Consumo mundial de alimentos transgénicos

El área mundial de cultivos biotecnológicos se ha multiplicado por 112, de 1,7 millones de hectáreas en 1996 a 190,4 millones de hectáreas en 2019, lo que convierte a los cultivos biotecnológicos en la tecnología de cultivo adoptada más rápidamente en los últimos tiempos. Cabe destacar que entre los principales países productores de alimentos transgénicos, están Estados Unidos, Brasil, Argentina, Canadá e India (ISAAA, 2019). En la Figura 1, se pueden observar cuáles son los principales cultivos biotecnológicos sembrados a nivel mundial. La soja fue el principal cultivo biotecnológico con 91,9 millones de hectáreas que ocuparon el 48% de la superficie mundial de cultivos biotecnológicos, a esto le siguen el maíz (60,9 millones de hectáreas), el algodón (25,7 millones de hectáreas) y la canola (10,1 millones de hectáreas) (ISAAA, 2019).

Figura 1. Principales cultivos biotecnológicos sembrados en el mundo (Tomado de ISAAA,2019).



La tolerancia a herbicidas ha sido la característica predominante en los cultivos modificados que se comercializan. Los cultivos que se siembran con mayor frecuencia son aquellos que tienen incorporada la resistencia a un herbicida (gen pat o bar), que ocupan el 47% de la superficie cultivada, seguidos de las variedades con ambas características (42%) y de las variedades insecticidas Bt (genes crys) (12%) (ISAAA, 2019).

3. Regulaciones en el etiquetado de los alimentos transgénicos

El Codex Alimentarius, o “Código Alimentario”, es el documento guía, a nivel internacional para evaluar los



riesgos de la liberación de alimentos genéticamente modificados (FAO/WHO, 2020a). Para el Codex Alimentarius la evaluación de la inocuidad debe incluir una comparación entre el alimento obtenido por medios biotecnológicos modernos y su homólogo convencional, centrada en la determinación de similitudes y diferencias entre ambos. Si se estima que el alimento derivado de un OMG es sustancialmente equivalente a su homólogo tradicional, ha de considerarse que es tan inocuo como éste, si no es así, deberán realizarse nuevos ensayos (FAO, 2000; FAO/WHO, 2020b). Aunque el Codex es la entidad internacional que regula las normas para evaluar la inocuidad de los OGM, faculta a los gobiernos nacionales a decidir libremente sobre el etiquetado de los OGM, es por ello que la legislación que regula los alimentos transgénicos varía de un país a otro. Comúnmente las regulaciones para OGM de acuerdo al uso que se le da se clasifican como: etiquetado de producto o etiquetado de proceso (Turnbull, Lillemo, y Hvoslef, 2021). Las leyes de etiquetado también pueden ser clasificadas según la

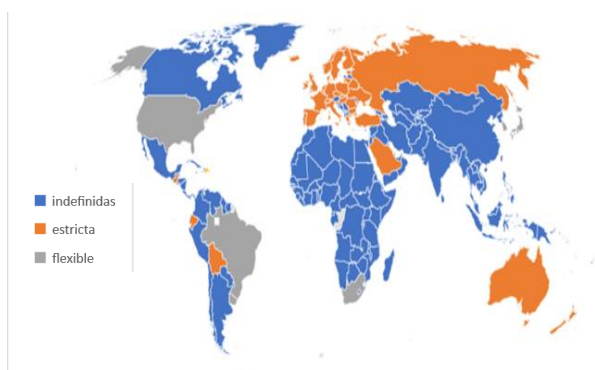
obligatoriedad de su aplicación en los distintos países como:

- a. **Indefinidas:** Son normativas que no tienen un umbral definido de presencia de OGM en alimentos. Tal es el caso de muchos países en América como en Perú, Colombia, México (Castaño, 2017; inf'OGM, 2017).
- b. **Estrictas:** Son normas de tipo obligatorias que tienen un umbral de OGM en sus productos en un rango de 0,1 % a 0,9 %. Este tipo de etiquetas son las establecidas en la Unión Europea, Turquía y Australia (Ahmed, 2002; Costa & Marin, 2011; Castaño, 2017).
- c. **Flexibles:** normas en donde se exige que el contenido de OGM en los alimentos debe estar entre el 1 % y 5 %. Este es el caso de Brasil y Uruguay con el 1 %, Corea del Sur con el 3 %, Japón y Estados Unidos con 5% (Costa y Marín 2011; Castaño, 2017; inf'OGM, 2017; USDA, 2018). En la Figura 2 se puede observar que en América, por ejemplo, países como Estados Unidos, Canadá y Argentina no exigen un etiquetado estricto de transgénicos, siendo estos los tres principales productores de cultivos



modificados genéticamente en el mundo.

Figura 2. Tipos de leyes de etiquetado a nivel mundial (InfOGM, 2017).



4. Métodos de detección de transgénicos en alimentos

Existen distintos métodos que permiten detectar de manera cualitativa y cuantitativa la presencia de transgénicos en los diferentes cultivos GM, estos son los métodos de basados en la detección del ácido desoxirribonucleico (ADN) conferido o la detección inmunológica de la proteína que codifican (Verdugo, Castro, Gutiérrez, y Martínez, 2019; Salisu et al., 2017). Las técnicas de inmunoensayos presentan limitaciones importantes, ya que son menos

específicas que los métodos basados en ADN, porque existe la probabilidad de falsos negativos, puesto que el método solamente detecta proteínas y estas pueden degradarse en el procesamiento de la muestra, además no siempre permite diferenciar entre especies muy próximas filogenéticamente (Montori, 2006). Es por ello que los métodos basados en ADN para detección de OGM en alimentos son los métodos aceptados y validados por las instancias reguladoras internacionales (Gasparic et. al., 2010; Safaei et al., 2020).

5. Argumentos a favor y en contra de los transgénicos

Actualmente diversos estudios se están llevando a cabo con el fin de producir alimentos transgénicos con mayor valor nutricional. Por ejemplo, en Suiza han desarrollado una nueva variedad de arroz transgénico que no únicamente ha aumentado los niveles de hierro y zinc en los granos, sino que también produce 10 veces más betacaroteno (precursor de la vitamina A) respecto al nivel previamente logrado con el famoso “arroz dorado” (Singh, Gruissem y Bhullar, 2017). Esto



también se ha logrado en el trigo y la papa (Akhtar et al., 2020; Upadhyaya y Bagri, 2021). Otro argumento a favor de los transgénicos es que pueden ser utilizados como fábricas de medicinas. Actualmente, el 28% de todas las terapias con anticuerpos monoclonales (mAb) y el 74% de las terapias con mAb completamente humanos aprobadas por la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (FDA) se derivan de plataformas de animales transgénicos (Ma y Osborn, 2021). Aunque cada día son más las aplicaciones de los transgénicos tanto en cultivos como en la producción de medicinas, es un hecho que aún despierta controversias en cuanto a su inocuidad y posibles efectos en la salud humana y el ambiente. Muchos artículos apoyan la inocuidad de los alimentos transgénicos ya que no hay diferencias significativas entre los cultivos transgénicos con respecto a los convencionales (Hu et al., 2020; Hajimohammadi, et al., 2021; Tyagi et al., 2021; Bautista, Rubio, Ilhuicatzi, y Moreno, 2021). Sin embargo, otros estudios afirman que los alimentos transgénicos pueden ocasionar efectos adversos en la salud. Al respecto, se

puede señalar, un estudio llevado a cabo en el 2012, en el cual se alimentaron ratas con maíz transgénico y maíz convencional por 91 días. Los datos indican diferencias en órganos, peso corporal y bioquímica sérica, entre las ratas alimentadas con transgénicos y aquellas alimentadas con maíz no transgénico, indicando posibles efectos tóxicos para la salud (El-Shamei, Gab-Alla, Shatta., Moussa, y Rayan., 2012). En otro estudio publicado en el 2019, se alimentaron ratas con soya transgénica y se encontró niveles elevados de fosfatasa alcalina (ALP), aspartato aminotransferasa (AST), alanina aminotransferasa (ALT) y creatinina en algunos de los grupos tratados, lo que puede considerarse como un signo de alteraciones de la estructura y funciones hepáticas y renales (Eissa et al., 2019). En una publicación reciente, el investigador Seralini (Seralini, 2020) asegura que los alimentos y cultivos están diseñados para ser cultivados con pesticidas, que pueden bioacumularse en las plantas y el consumidor, y expresar insecticidas en sus células.



Conclusiones

El desarrollo de la biotecnología ha permitido mejorar productos alimenticios generando nuevos organismos de plantas y animales. Como no hay una norma mundial sobre la legislación de alimentos transgénicos, se observa una gran discrepancia en cuanto a las leyes de los mismos en los diferentes países. En consecuencia, no existe en la actualidad ninguna posibilidad de establecer una relación causa-efecto entre el consumo de los transgénicos y su posible efecto beneficioso o no, debido a que en muchos países aún no existe un reglamento vigente sobre etiquetado de los OGM. Aunado a esto, está la falta de evidencia científica absoluta sobre la seguridad de los alimentos transgénicos en humanos, Debido a esto, es necesario que cada país aplique métodos, para normar la presencia de transgénicos en los alimentos y de esta forma colaborar con la evidencia científica que se recolecte. Es importante destacar que existe disponible una amplia variedad de técnicas moleculares basadas en ADN para detectar alimentos transgénicos, las cuales han demostrado ser las más

sensibles y precisas para detectar secuencias transgénicas. La técnica utilizada más comúnmente y la más validada son las de PCR, en especial la PCR en tiempo real. En todo caso, es imprescindible que cada país tenga leyes sobre etiquetado y en donde se especifique un umbral de detección, puesto que de esta forma se le brindaría la oportunidad al consumidor de elegir según su criterio qué producto consumir.

Referencias

- Ahmed, F. E. (2002). Detection of genetically modified organisms in foods. *TRENDS in Biotechnology*, 20(5), 215-223.
- Akhtar, A., Rizvi, Z., Irfan, M., Maqbool, A., Bashir, A. y Malik, KA (2020). Evaluación del riesgo bioquímico y morfológico del trigo transgénico con bioaccesibilidad mejorada de hierro y zinc. *Journal of Cereal Science*, 91, 102881.
- Bagwan, JD, SJ Patil, AS Mane, VV Kadam y S. Vichare. 2010. Cultivos genéticamente modificados: Alimentos del futuro. *Intl. J de Adv Biotech and Research*. 1 (1): 21-30.
- Baltà Arandes, A., Baró Basora, J., y Blanco Sáiz, V. (2012). Alimentos transgénicos: la realidad no siempre supera a la ficción.
- Bautista, I., Rubio, N., Ilhuicatzí, D., y Moreno, L. (2021). Bacillus thuringiensis Cry1Ac toxin and protoxin do not provoke acute or chronic cytotoxicity on macrophages and leukocytes. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Animal*, 1-11.
- Campos, M. A. R. (2014). Los alimentos transgénicos, impacto de una realidad peligrosa y principio de una muerte lenta



- a largo plazo. *Revista Enfermería A la Vanguardia*, 1(2), 71.
- Castañó Hernández, A. (2017). Consideraciones sobre el etiquetado de los alimentos derivados de cultivos genéticamente modificados-OGM. *Mexican journal of biotechnology*, 2(2), 53-64.
- Chassy, B. M. (2007). The history and future of GMOs in food and agriculture. *Cereal Foods World*, 52(4), 169.
- Costa, T. E. M. M., & Marin, V. A. (2011). Rotulagem de alimentos que contém Organismos Geneticamente Modificados: políticas internacionais e Legislação no Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, 16(8), 3571-3582.
- Eissa, M. I., El-Sherbiny, M. A., Ibrahim, A. M., Abdelsadik, A., Mohamed, M. M., & El-Halawany, M. S. (2019). Biochemical and Histopathological studies on female and male Wistar rats fed on genetically modified soybean meals (Roundup Ready). *The Journal of Basic and Applied Zoology*, 80(1), 1-12.
- El-Shamei, Z. S., Gab-Alla, A. A., Shatta, A. A., Moussa, E. A., & Rayan, A. M. (2012). Histopathological changes in some organs of male rats fed on genetically modified corn (Ajeeb YG). *J Am Sci*, 8(10), 684-696.
- FAO,(2000).Los OGM y la Salud Humana Recuperado de <http://www.fao.org/3/X9602s/x9602s06.htm#TopOfPage>. Visitado el 10 de octubre del 2020,10:00p.m.
- FAO/WHO(2020a). What is the Codex Alimentarius?.Recuperado de <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh>. Visitado el 10 de octubre del 2020,12:30a.m.
- FAO/WHO(2020b).The role of Codex in Biotechnology. Recuperado de <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/thematic-areas/biotechnology/en/> Visitado el 11 de octubre del 2020.
- Gašparič, M. B., Tengs, T., La Paz, J. L., Holst-Jensen, A., Pla, M., Esteve, T., ... & Gruden, K. (2010). Comparison of nine different real-time PCR chemistries for qualitative and quantitative applications in GMO detection. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 396(6), 2023-2029.
- Hajimohammadi, B., Eslami, G., Zandi, H., Ehrampoush, MH, Naimi, A., Derakhshan, M., ... y Askari, V. (2021). Evaluación de la seguridad del arroz modificado genéticamente que expresa la proteína Cry1Ab en ratas Sprague-Dawley. *Informes científicos* , 11 (1), 1-9.
- Hu, Y., Guo, M., Zhuo, Q., Han, C., Shi, L., Mao, H., ... y Yang, X. (2020). Toxicidad reproductiva de tres generaciones de maíz modificado genéticamente con genes Cry1Ab y epsps en ratas. *Revista de química agrícola y alimentaria* , 68 (39), 10912-10919.
- Inf'OGM .(2017).Vigilancia Ciudadana de Información sobre transgénicos y semillas. Mapa sobre las leyes de etiquetado de OGM en el mundo. Francia. Recuperado de <https://www.infogm.org/spip.php?page=carte&theme=etiquetage>. Visitado el 11 de octubre del 2020.
- ISAAA. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications. (2019) Global status of commercialized biotech/ GM crops: 2019. Brief N° 55. ISAAA, NY, USA. <https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/55/> (accessed Oct. 15, 2019).
- Kramkowska, M., Grzelak, T., & Czyzewska, K. (2013). Benefits and risks associated with genetically modified food products. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 20(3).
- Luque Polo, K. (2017): Seguridad alimentaria y alimentos transgénicos. *Observatorio Medioambiental*, 20, 59-75.
- Ma B., Osborn M. (2021) Transgenic Animals for the Generation of Human Antibodies. In: Rümer F., Wozniak-Knopp G. (eds) *Introduction to Antibody Engineering*. Learning Materials in Biosciences. Springer, Cham.



- http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-54630-4_5.
- Montori, I. F. (2006). Mecanismos de detección d'organismes genèticament modificats. *TECA: Tecnologia i Ciència dels Aliments*, 17-24.
- Oliver, M. J. (2014). Why we need GMO crops in agriculture. *Missouri medicine*, 111(6), 492.
- Potrykus, I. (2001). Golden rice and beyond. *Plant physiology*, 125(3), 1157-1161.
- Ramón Vidal, D. (2018). Biotecnología de alimentos: de los transgénicos a la nutrición personalizada. *Nutrición Hospitalaria*, 35(spe4), 28-32.
- Ramirez, H. R., Icaza, G. P., Cabezas, J. V., y Hinojosa, L. C. (2019). Controversias y realidades de los alimentos transgénicos. *Revista Pertinencia Académica*. ISSN 2588-1019, 3(4), 63-79.
- Safaei, P., Rezaie, S., Alimohammadi, M., Agha Kuchak Afshari, S., Mehdizadeh, M., & Molaee Aghaee, E. (2020). Qualitative PCR-based detection of genetically modified soy and maize products in Iran. *International Journal of Food Properties*, 23(1), 459-469.
- Salonia, F., Ciacciulli, A., Poles, L., Pappalardo, H. D., La Malfa, S., & Licciardello, C. (2020). New Plant Breeding Techniques in Citrus for the Improvement of Important Agronomic Traits. A Review. *Frontiers in plant science*, 11, 1234. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01234>.
- Salisu, I. B., Shahid, A. A., Yaqoob, A., Ali, Q., Bajwa, K. S., Rao, A. Q., & Husnain, T. (2017). Molecular approaches for high throughput detection and quantification of genetically modified crops: a review. *Frontiers in plant science*, 8, 1670.
- Seralini, G. Update on long-term toxicity of agricultural GMOs tolerant to roundup. *Environ Sci Eur* 32, 18 (2020). <https://doi.org/10.1186/s12302-020-0296-8> <https://doi.org/10.1186/s12302-020-0296-8>.
- Singh, S. P., Gruissem, W., & Bhullar, N. K. (2017). Single genetic locus improvement of iron, zinc and β -carotene content in rice grains. *Scientific reports*, 7(1), 1-11.
- Turnbull, C., Lillemo, M., & Hvoslef-Eide, T. A. (2021). Global regulation of genetically modified crops amid the gene edited crop boom—a review. *Frontiers in Plant Science*, 12, 258.
- Tyagi, S., Patel Chirag, J., Jaimin, P., Bharat, C., & Prajapati, R. N. (2021). Health benefits and drawbacks of genetically engineered/genetically modified (gm) tomatoes: an overview. *Pharma News*.
- Upadhyaya, C. P., y Bagri, D. S. (2021). Biotechnological Approaches for Nutritional Improvement in Potato (*Solanum tuberosum* L.). *Genome Engineering for Crop Improvement*, 253-280.
- USDA. (2018). United State Department of Agriculture Agricultural .Marketing Service. National Bioengineered Food Disclosure Standard (21 de diciembre del 2018). <https://www.federalregister.gov/documents/2018/12/21/2018-27283/national-bioengineered-food-disclosure-standard> Visitado el 11 de octubre del 2020.
- Verdugo, A. A., Castro, L., Gutiérrez, M. A., & Martínez, J. L. (2019). Metodologías para el análisis de expresión y cuantificación de proteínas conferidas en tejidos de cultivos GM. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(4), 815-828.
- Zhang, C., Wohlhueter, R., & Zhang, H. (2016). Genetically modified foods: A critical review of their promise and problems. *Food Science and Human Wellness*, 5(3), 116-123.