

Revisión

Alimentos Transgénicos y Seguridad Alimentaria, ¿son la solución contra el hambre y la desnutrición en los países en desarrollo?

María Luisa García Fernández ^{1,*}, Teresa Hernández García ²

¹ Enfermera en el Hospital La Paz de Madrid, Máster Universitario en acción Humanitaria Sanitaria, Universidad de Alcalá; marilu.garciafernandezlp@gmail.com

² Departamento de Ciencias Biomédicas, Universidad de Alcalá; <https://orcid.org/0000-0002-1095-8779>

* Autor correspondencia: marilu.garciafernandezlp@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.37536/RIECS.2023.8.1.363>

Resumen: La seguridad alimentaria está ligada a múltiples factores como el crecimiento demográfico, la producción de alimentos, los factores socioeconómicos, el clima y la situación política. Para poder garantizarla deben ser cubiertas sus cuatro dimensiones: acceso físico y económico, inocuidad y calidad alimentaria, disponibilidad alimentaria y estabilidad en el tiempo. La falta de seguridad alimentaria conduce a la malnutrición, tanto por carencia de calorías como de macro y micronutrientes y tiene efectos negativos a corto y largo plazo ya que son responsables de muertes prematuras en madres y lactantes y provocan retraso en el crecimiento físico y mental de los niños afectados, impidiendo que alcancen una buena capacidad de aprendizaje. Para reducir la inseguridad alimentaria pueden implementarse diversas estrategias, una de ellas es la producción de alimentos transgénicos. En este trabajo de revisión bibliográfica, se analiza la capacidad de los alimentos transgénicos, especialmente los cultivos modificados genéticamente, para solventar la inseguridad alimentaria en los países en desarrollo. Tras el análisis, se concluye que los alimentos transgénicos garantizan tres de las cuatro dimensiones de la seguridad alimentaria, sin embargo, para lograr una seguridad alimentaria global y atemporal es necesaria la combinación de varias estrategias incluida la producción de alimentos genéticamente modificados.

Palabras Clave: Alimento Transgénico, Seguridad Alimentaria, Desnutrición, Países en Desarrollo, Biofortificación.

Abstract: Food security is linked to a wide range of aspects such as: demographic growth, food production, socioeconomic factors, climate, and political situation. Food security in developing countries can only be achieved once its four dimensions are addressed: physical and economic access, food innocuousness and quality, availability, and time stability. Food insecurity can lead to malnutrition, which is a condition in which the body does not receive enough energy or nutrients, macro or micronutrients, to maintain proper health and functioning. It is a major public health issue that affects millions of people worldwide, including children, adults, and seniors. They are responsible for premature deaths in mothers and infants and negatively impacts physical, mental development and intellectual capacity. The aim of this revision is to analyze the capability of genetically modified crops to overcome undernourishment and food insecurity in developing countries. In conclusion, Genetically Modified Food guarantees three out of the four dimensions of food safety. These foods are able improve the nutritional quality of food while increasing crops yield and incrementing the overall production without negatively impacting the environment. However, to achieve global and timeless food security it is necessary to combine several strategies, among them, biotechnology, conventional methods and organic agriculture, being the main priority the implantation of sociopolitical measures that favor the reduction or eradication of socioeconomic inequalities.

Key words: Transgenic Food, Food Security, Malnutrition, Developing Countries, Biofortification.

1. Introducción

El aumento progresivo de la población a nivel mundial y su relación directa con el consumo y la producción de alimentos se ha convertido, desde hace años, en uno de los mayores problemas para el mantenimiento de la seguridad alimentaria. El último informe sobre estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo realizada en 2022 [1], muestra que en 2021 padecían hambre entre 702 y 828 millones de personas. La cifra ha aumentado en unos 150 millones desde la irrupción de la pandemia de la COVID-19 —103 millones de personas más entre 2019 y 2020 y 46 millones de personas más en 2021. Según las previsiones, cerca de 670 millones de personas seguirán padeciendo hambre en 2030, es decir, el 8% de la población mundial, igual que en 2015, cuando se puso en marcha la Agenda 2030. Tras un acusado incremento en 2020, la prevalencia mundial de la inseguridad alimentaria moderada o grave permaneció estable en gran medida en 2021, pero la inseguridad alimentaria grave alcanzó niveles más elevados, lo que refleja un deterioro de la situación de las personas que ya se enfrentaban a dificultades importantes. Por tanto, los desafíos para acabar con el hambre, la inseguridad alimentaria y todas las formas de malnutrición siguen aumentando. La intensificación de los principales factores de las tendencias recientes de la inseguridad alimentaria y la malnutrición (los conflictos, los fenómenos climáticos extremos y las perturbaciones económicas), junto con el elevado costo de los alimentos nutritivos y las crecientes desigualdades, seguirán dificultando la seguridad alimentaria y la nutrición.

Tanto la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) como la Organización Mundial de la Salud (OMS) han resaltado el valor de la biotecnología para producir alimentos de forma segura y sostenible para una población en constante crecimiento.

Por todo ello, con este trabajo de revisión bibliográfica, se pretende valorar el uso de alimentos transgénicos como posible solución para hacer frente a la desnutrición y al hambre que sufren los países en desarrollo.

2. Material y Métodos

Para la elaboración de este trabajo, se ha realizado una búsqueda bibliográfica sistemática de estudios relevantes, publicados en los últimos 10 años (2012-2022), siguiendo las directrices de la declaración prisma para la extracción de datos para aportar validez interna a la revisión y teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión.

Las bases consultadas fueron: Pubmed, Cumulative Index of Nursing and Allied Literature (CINAHL), Web of Science (WOS), Embase, CUIDEN, SCOPUS, Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud (LILACS), Science Direct, PROQuest y Scientific Electronic Library Online (SCIELO). Para realizar la búsqueda se utilizó lenguaje controlado (DeCS, MeSH, Cinahl Heading) y la combinación de sinónimos DeCS, MeSH, palabras clave y otros términos relacionados con la temática de estudio, mediante los operadores booleanos AND y OR.

La pregunta de investigación se formuló mediante el formato PIO: ¿Son los alimentos transgénicos, en concreto los cultivos GM (I), seguros para erradicar el hambre y la desnutrición (O) en los países en desarrollo (P)?

Los criterios de inclusión empleados fueron: artículos originales independientemente del enfoque del investigador (cuantitativo, cualitativo o narrativo, artículos sin limitación por distinción idiomática o población de estudio (edad, género), artículos originales centrados en los países en desarrollo y artículos referidos a cultivos transgénicos. Como criterios de exclusión se utilizaron: artículos científicos originales no publicados en revistas científicas y/o revistas profesionales (literatura gris) y artículos sobre alimentos transgénicos relacionados con la ganadería, la pesca, el biodiesel y/o la normativa sobre etiquetados.

Tras aplicar los criterios de selección, se incluyeron 20 artículos en la revisión, de los cuales el 95% son en lengua anglosajona y el 70% son de diseño narrativo (Figura 1). Existe una gran

variabilidad respecto al país de origen, siendo únicamente el 45% de ellos realizados en países en desarrollo. Durante el año 2019 no aparecen estudios, existiendo un repunte posterior en 2021, del 35%, convirtiéndose en el año más prolífico.

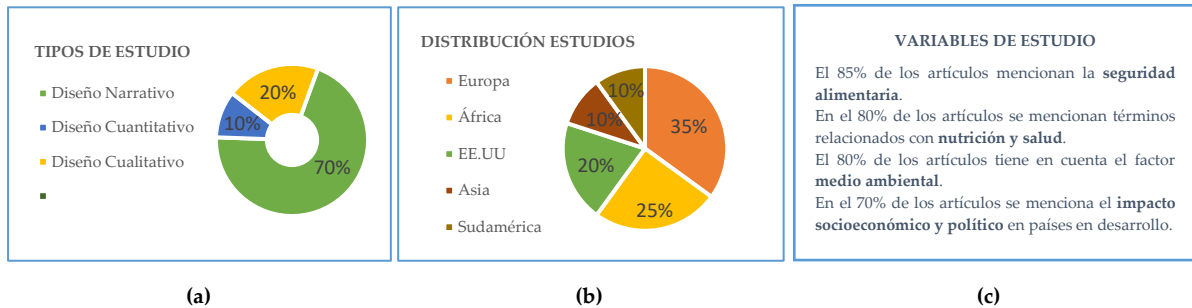


Figura 1 Clasificación de los artículos seleccionados: a) Según tipos de estudios; b) Según distribución geográfica de los estudios; c) Según variables de estudio)

3. Resultados

El análisis preliminar de los estudios seleccionados muestra que el 23,52% de los artículos relacionan la inseguridad alimentaria con la falta de equidad y el acceso a los alimentos, y argumenta que parte de la solución sería la implicación de los gobiernos y las políticas internacionales [2–5]. El 76,47% restante, defiende que la seguridad alimentaria está relacionada con el aumento o disminución de la producción de alimentos [6–18], apoyando el 41,17% de los estudios, el uso de estrategias que combinen la biotecnología junto con el uso de la agricultura convencional [6,8,10,12,13,15,16] o la agricultura orgánica [4], entre otras. Únicamente 6 de los artículos defienden el uso imperativo de la tecnología genética como solución unilateral [7,9,11,14,17,18].

La mayoría de los estudios (81,25%) defienden el uso y el desarrollo de alimentos biofortificados genéticamente, que aumenten la calidad nutricional del producto, y afirman que no tienen un riesgo mayor para la salud humana y animal que cualquier cultivo convencional [6,8–12,14,19–21]. En contraposición algunos autores afirman que aún es pronto para saber los riesgos a largo plazo del uso de alimentos transgénicos [3,4].

La biodiversidad, la sostenibilidad y el cambio climático también juegan un papel importante en la consecución de la seguridad alimentaria. El 75% de los artículos están a favor del uso de cultivos transgénicos [7,9–13,15,18,21] y afirman que los cultivos genéticamente modificados (GM) aumentan el rendimiento de los cultivos y reducen el uso de pesticidas y plaguicidas. Sólo 4 de los artículos [2–5] abogan sobre el riesgo existente debido al desconocimiento sobre qué supondrán a largo plazo y el posible flujo de genes entre cultivos GM y cultivos silvestres.

El déficit de micronutrientes favorece el aumento de las discapacidades y la baja productividad. La mayoría de los estudios (85,71%) refieren que el uso de la tecnología GM es un factor positivo para la economía de los países en desarrollo [4,8–10,13–17,19–21]. Por otro lado, hay autores que defienden la posibilidad de que exista un monopolio por parte de las empresas productoras de transgénicos, que limiten el uso dicha tecnología [3,5,12]. Como opositor a esta creencia se encuentra Dubock [15], quien en su artículo sobre el “arroz dorado” expone que, desde su inicio hasta su producción, este cultivo, es seis veces más barato y hace referencia a la posibilidad, por parte de los agricultores, de cultivar, vender, guardar y replantar las semillas.

4. Discusión

Los resultados obtenidos en esta revisión ayudan a contextualizar varios aspectos de los alimentos transgénicos. Menos de la mitad de los estudios fueron realizados por países en desarrollo [2,6,9,12,14,15,17,18,20], siendo el grueso de los estudios, europeos y estadounidenses [3–5,7,8,10,13,16,19–21]. Esto denota que a pesar de ser las poblaciones más afectadas por la desnutrición y la seguridad alimentaria y a quienes más beneficiaría supuestamente la implementación de nuevas

estrategias como, por ejemplo, el cultivo de transgénicos, no son los que más investigan sobre ello. La falta de recursos y quizá el hecho de que las mayores empresas de transgénicos del mundo sean de origen europeo (Bayer, Syngenta, BALF) o norteamericano (Monsanto, Dupont, Dow Chemical) [22] pueden ser la causa de este hecho reseñable.

Un dato relevante es que durante el año 2019 no se publicaron estudios relacionados con esta temática. Probablemente, este hecho, esté relacionado con la Covid-19, puesto que como afirma Torres Salinas [23], los editores se centraron en trabajos relacionados con la pandemia.

Para poder garantizar la seguridad alimentaria en los países en desarrollo y según la definición dada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura (FAO) [24], deben ser satisfechas las cuatro dimensiones que la conforman. Según el análisis realizado, se podría afirmar, que con los cultivos GM se pueden lograr únicamente tres: la disponibilidad física [6–13,16–19,21], la utilización de los alimentos [6,8,9,14,15,19,20] y la estabilidad en el tiempo [11,12,14,17–19], haciéndose necesario la combinación con otras estrategias (mejora de las infraestructuras, nuevas políticas internacionales [2,5], la reducción de la volatilidad de los precios de las materias primas [3], entre otras, para conseguir su consecución global.

Las causas de la inseguridad alimentaria no son unánimes. Algunos de los autores afirman que el principal problema es la falta de alimentos [7,14,17,18], otros argumentan que el problema real radica en la distribución y el acceso a ellos [2–4,15], incluso hay estudios, como los de Bratspies [5] y Berman et al. [8], que afirman que la causa principal subyacente en realidad es la pobreza. Varios de los estudios vinculan la inseguridad alimentaria con factores sociopolíticos, con condiciones climáticas desfavorables (cambio climático) y/o con factores agrícolas negativos (plagas) [6,9,12,13,16].

En contraposición con la declaración realizada por organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), quienes avalan la inocuidad de los cultivos GM [25], diferentes autores y ciertas organizaciones, como la ONG Greenpeace [22], refutan dicha afirmación y atestiguan que no hay estudios suficientes, siendo imposible saber qué ocurrirá a largo plazo en el medio ambiente y en la salud humana y animal [2,3,5]. A pesar de ello, sí confirman estar a favor del desarrollo y la continuidad de la investigación genética y de su aplicación en farmacología o en recintos controlados, argumento que, según Arcieri [3], también es apoyado y aceptado por la población en general.

Otro de los puntos clave relacionado con la seguridad alimentaria es la nutrición y la salud. La mayoría de las personas subalimentadas viven en África y Asia, sobre todo en las zonas rurales y marginales, donde se tiene difícil acceso a los alimentos [26]. Como posible solución, la mayoría de los autores se apoyan en el uso y desarrollo de la biofortificación genética [4,6–21], defendiendo que posee tres grandes ventajas frente a la convencional: 1) el tiempo de desarrollo [10,20]; 2) la capacidad que tiene de utilizar cualquier tipo de alimento [9,10,12,14,15,19] y 3) el apilamiento de distintos micronutrientes y resistencias [9,14] creando múltiples variedades de alimentos con diferentes composiciones y capacidades.

La utilización de alimentos biofortificados, ya sean mediante método convencional, ingeniería genética o ambas, parecen ser la solución contra la desnutrición, según afirman varios de los estudios analizados [4,6,8–10,12,14,19,20] siguiendo la premisa dada por el Banco Mundial, quien afirma que una de las vías principales para mejorar la calidad de la dieta a nivel de finca es el uso de biofortificados como norma y no como algo excepcional [27]. A pesar de ello, se deben tener en cuenta estudios que hacen hincapié en que se respete el "principio de precaución", basado en la incertidumbre científica que se tiene respecto a estos alimentos [3,5]. Así mismo la FAO [28] plantea que se consideren los posibles riesgos sobre la salud de los seres vivos y del medio ambiente, incluyendo la posibilidad del "flujo de genes" [3], lo que podría provocar efectos impredecibles sobre la diversidad circundante y la fauna no objetiva.

Dentro de esta controversia generada en torno a los OGM, los defensores del uso de la biotecnología, afirman que los cultivos GM poseen ciertas ventajas frente a la agricultura convencional: 1) el menor uso de pesticidas y plaguicidas en cultivos que resistentes a plagas y enfermedades [6,9–11,13,19,21], lo que disminuiría los costes en insumos, mejoraría el estado de

salud de los agricultores y sus familias y reduciría el uso de combustibles, por lo que disminuyen los gases invernadero emitidos; 2) la menor necesidad de agua para riego en los cultivos resistentes a temperaturas extremas [17–19], lo que permitiría su cultivo en zonas con características climáticas no favorables. 3) el aumento del rendimiento sin aumentar las hectáreas de cultivo [7,9–13,15,19,21], lo que favorecería el mantenimiento de la biodiversidad de los entornos cercanos. Taheri et al. [4] y Arcieri et al. [3] rebaten todo lo anteriormente mencionado y defienden la creencia de una posible aceleración de la resistencia a plaguicidas y pesticidas, la aparición de super malezas por el incremento del uso de herbicidas, la pérdida de la diversidad, el aumento de los monocultivos intensivos y la infiltración de contaminantes en las aguas subterráneas. Como posible solución Chávez–Dulanto et al. [17] y la FAO [29] proponen el uso combinado de cultivos transgénicos junto con la intensificación sostenible.

Por otro lado, Azadi et al. [21] indican que hay que tener en cuenta que las semillas GM tienen un precio más elevado que las convencionales y el acceso a ellas es más complicado para los agricultores [14,19]. A pesar de ello, en varios de los estudios se defiende la idea de que, aunque inicialmente se necesite una inversión importante en infraestructuras y compra de semillas, el cultivo GM tiene efectos económicos “positivos” a largo plazo, tanto para los agricultores como para los gobiernos [8,9,14,20,21]. Por un lado, como se ha mencionado anteriormente, se reducen los costes en insumos y se aumenta la producción, permitiendo a los agricultores obtener un margen de beneficio mayor y por ende un crecimiento económico rural [4,9,16,21]. Por el otro lado, mejoran la economía global al reducir la desnutrición, responsable del aumento de la morbilidad, la discapacidad y el retraso en el crecimiento de la población [17]. Este “positivismo” se ve ensombrecido por hechos como los declarados por Oluwole et al. [12], quienes afirman que podría generarse un monopolio de la biotecnología por parte de las empresas especializadas en transgénicos, siendo las mismas que también operan en la industria alimentaria, la farmacéutica y la fitosanitaria.

5. Conclusiones

La amplitud del concepto de seguridad alimentaria y su compleja relación con multitud de factores (crecimiento demográfico, nivel económico, condiciones climáticas y factores sociopolíticos, entre otros), hace imposible pensar en la posibilidad de una única solución que pueda garantizar su sostenibilidad en el tiempo. Lo más recomendable para alcanzarla y mantenerla es la combinación de varias estrategias que permitan eliminar, o al menos reducir las desigualdades económicas y sociales y asegurar la producción y la calidad de los alimentos para paliar el hambre, la desnutrición y generar dietas nutricionalmente equilibradas. Para combatir este último aspecto el uso de la biotecnología y la biofortificación de alimentos serían de elección.

A pesar de la controversia generada por algunos autores, la OMS mantiene que los alimentos modificados genéticamente actualmente disponibles en el mercado internacional han pasado las evaluaciones de seguridad y es improbable que presenten riesgos para la salud sin embargo, se deben realizar más estudios que permitan avalar el uso de los alimentos transgénicos y hacer hincapié en la creación de políticas que favorezcan su desarrollo e implantación a nivel humanitario, evitando que las empresas puedan ejerzan su monopolio y generar una agricultura independiente y sostenible por ella misma que permita a los países en desarrollo no solo subsistir sino progresar y mejorar tanto a nivel nutricional como a nivel socioeconómico.

Conflictos de Intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Abreviaturas

Las siguientes abreviaturas son usadas en este manuscrito:

ADN: Ácido Desoxirribonucleico

CINAHL: Cumulative Index of Nursing and Allied Literature

DECS: Descriptores en Ciencias de la Salud
 FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura
 FIDA: Fondo Internacional para la Agricultura y el Desarrollo
 LILACS: Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud
 MESH: Medical Subject Headings
 OMG: Organismo Modificados Genéticamente
 OMS: Organización Mundial de la Salud
 ONG: Organización No Gubernamental
 ONU: Organización de las Naciones Unidas
 PIO: Población, Intervención, Outcomes (Resultados)
 SCIELO: Scientific Electronic Library Online
 WOS: Web of Science
 DOAJ: Directory of open access journals

Referencias Bibliográficas

1. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura, Fondo Internacional para la Agricultura y el Desarrollo, Organización Mundial de la Salud, Programa Mundial de Alimentos, Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia: FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF; El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2022. Adaptación de las políticas alimentarias y agrícolas para hacer las dietas saludables más asequibles. Roma: FAO; 2022 [cited 2023 Apr 4]. Available from FAO: <https://doi.org/10.4060/cc0640es>
2. Rodríguez Gómez R, Rodríguez Paipilla MG. Organismos genéticamente modificados, seguridad alimentaria y salud: trascendiendo la epidemiología y la salud pública. *Rev Salud Bosque* [Internet]. 2015 [cited 2022 Oct 27]; 5(2):67–78. Available from: http://www.uelbosque.edu.co/sites/default/files/publicaciones/revistas/revista_salud_bosque/volumen5_numero2/008_Articulo6_Vol5_No2.pdf
3. Arcieri M. Spread and Potential Risks of Genetically Modified Organisms. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* [Internet]. 2016 [cited 2022 Nov 1]; 8:552–9. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210784316300729>
4. Taheri F, Azadi H, D'Haese M. A World without Hunger: Organic or GM Crops? *Sustainability* [Internet]. 2017 [cited 2022 Nov 3];9(4):580. Available from: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/world-without-hunger-organic-gm-crops/docview/1899850159/se-2?accountid=14478>
5. Bratspies RM. Food, Technology and Hunger. *Law, Culture and the Humanities* [Internet]. 2014 Jun [cited 2022 Oct 27];10(2):212–24. Available from: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/food-technology-hunger/docview/1525954783/se-2?accountid=14478>
6. Muzhinji N, Ntuli V. Genetically modified organisms and food security in Southern Africa: conundrum and discourse. *GM Crops Food* [Internet]. 2021 Jan 1 [cited 2022 Oct 25];12(1):25–35. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32687427>.
7. Atkinson HJ, Roderick H, Tripathi L. Africa needs streamlined regulation to support the deployment of GM crops. *Trends Biotechnol* [Internet]. 2015 Aug 1 [cited 2022 Oct 25];33(8):433–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26194465/>
8. Berman J, Zhu C, Pérez-Massot E, Arjó G, Zorrilla-López U, Masip G, et al. Can the world afford to ignore biotechnology solutions that address food insecurity? *Plant Mol Biol* [Internet]. 2013 [cited 2022 Oct 26];83(1–2):5–19. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84883248996&doi=10.1007%2fs11103-013-0027-2&partnerID=40&md5=a61086b32063f75500af66d99b374e02>
9. Gbashi S, Adebo O, Adebisi JA, Targuma S, Tebele S, Areo OM, et al. Food safety, food security and genetically modified organisms in Africa: a current perspective. *Biotechnol Genet Eng Rev* [Internet]. 2021 [cited 2022 Oct 25];37(1):30–63. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34309495/>
10. Oliver MJ. Why we need GMO crops in agriculture. *Mo Med* [Internet]. 2014 [cited 2022 Oct 26];111(6):492–507. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84925374626&partnerID=40&md5=ce92455881f6b58669fd9890ecec050>.

11. Mudziwapasi R, Ndudzo A, Nyamusamba RP, Jomane FN, Mutengwa TT, Maphosa M. Unlocking the potential of CRISPR technology for improving livelihoods in Africa. *Biotechnol Genet Eng Rev* [Internet]. 2018 Jul 3 [cited 2022 Oct 25];34(2):198–215. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29890897/>
12. Oluwole OO, Aworunse OS, Aina AI, Oyesola OL, Popoola JO, Oyatomi OA, et al. A review of biotechnological approaches towards crop improvement in African yam bean (*Sphenostylis stenocarpa* Hochst. Ex A. Rich.). *Heliyon* [Internet]. 2021 [cited 2022 Oct 25];7(11):e08481. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844021025846>.
13. Ala-Kokko K, Lanier Nalley L, Shew AM, Tack JB, Chaminuka P, Matlock MD, et al. Economic and ecosystem impacts of GM maize in South Africa. *Glob Food Sec* [Internet]. 2021 [cited 2022 Oct 24]; 29:100544. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211912421000535>.
14. Okwuonu IC, Narayanan NN, Egesi CN, Taylor NJ. Opportunities and challenges for biofortification of cassava to address iron and zinc deficiency in Nigeria. *Glob Food Sec* [Internet]. 2021 [cited 2022 Nov 1]; 28:100478. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211912420301310>
15. Dubock A. An overview of agriculture, nutrition and fortification, supplementation and biofortification: Golden Rice as an example for enhancing micronutrient intake. *Agric Food Secur* [Internet]. 2017 [cited 2022 Oct 28]; 6. Available from: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/overview-agriculture-nutrition-fortification/docview/1959784076/se-2?accountid=14478>
16. Szenkovics D, Tonk M, Balog A. Can genetically modified (GM) crops act as possible alternatives to mitigate world political conflicts for food? *Food Energy Secur* [Internet]. 2021 Feb [cited 2022 Oct 28];10(1). Available from: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/can-genetically-modified-gm-crops-act-as-possible/docview/2491755715/se-2>
17. Chávez-Dulanto PN, Thiry AAA, Glorio-Paulet P, Vögler O, Carvalho FP. Increasing the impact of science and technology to provide more people with healthier and safer food. *Food Energy Secur* [Internet]. 2021 Feb [cited 2022 Oct 27];10(1). Available from: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/increasing-impact-science-technology-provide-more/docview/2491755307/se-2>
18. Han S, Jiang S, Xiong R, Shafique K, Zahid KR, Wang Y. Response and tolerance mechanism of food crops under high temperature stress: a review. *Braz J Biol* [Internet]. 2022 [cited 2022 Oct 29];82: e253898–e253898. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842022000100501
19. Roberts R. The Nobel Laureates' Campaign Supporting GMOs. *FEBS Open Bio* [Internet]. 2021 [cited 2022 Oct 29]; 11:4. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2444569X18300064>
20. Van Der Straeten D, Bhullar NK, De Steur H, Gruissem W, MacKenzie D, Pfeiffer W, et al. Multiplying the efficiency and impact of biofortification through metabolic engineering. *Nat Commun* [Internet]. 2020 Dec 1 [cited 2022 Oct 25];11(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33060603/>
21. Azadi H, Taheri F, Ghazali S, Movahhed Moghaddam S, Siamian N, Goli I, et al. Genetically modified crops in developing countries: Savior or traitor? *J Clean Prod* [Internet]. 2022 [cited 2022 Oct 25]; 371:133296. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652622028827>
22. Greenpeace [Internet]. Amsterdam: Greenpeace; Respuesta ante la carta de premios Nobel sobre transgénicos. 2016 [cited 2023 Jan 22]. Available from: <https://es.greenpeace.org/es/sala-de-prensa/comunicados/respuesta-de-greenpeace-ante-la-carta-de-los-premios-nobel-sobre-los-transgenicos/>
23. Torres-Salinas D. Vista de Ritmo de crecimiento diario de la producción científica sobre Covid-19. Análisis en bases de datos y repositorios en acceso abierto. *EPI* [Internet]. 2020 [cited 2023 Jan 19]; 29:2. Available from: <https://revista.profesionaldelainformacion.com/index.php/EPI/article/view/epi.2020.mar.15/49149>
24. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura. Guía Práctica FAO. La Seguridad Alimentaria: información para la toma de decisiones [Internet]. Roma: FAO; 2011 [cited 2022 Oct 7]. Available from: <https://www.fao.org/3/al936s/al936s00.pdf>
25. Organización Mundial de la Salud [Internet]. Ginebra: OMS; Alimentos modificados genéticamente. [cited 2023 Jan 17]. Available from: https://www.who.int/es/health-topics/food-genetically-modified#tab=tab_2
26. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura, Fondo Internacional para la Agricultura y el Desarrollo, Organización Mundial de la Salud, Programa Mundial de Alimentos, Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia: FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF; El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2021. Transformación de los sistemas alimentarios en aras de la seguridad alimentaria, una nutrición mejorada y dietas asequibles y saludables para todos [Internet]. Roma: FAO; 2021 Oct [cited 2022 Oct 20]. Available from: <https://www.fao.org/3/cb4474es/online/cb4474es.html>

27. The World Bank. Food and agriculture global practice. An overview of links between obesity and food systems. Implications for the food and agriculture global practice agenda [Internet]. Washington, D.C: IBRD-IDA; 2017 Jun [cited 2023 Jan 18]. Available from: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/222101499437276873/pdf/117200-REVISED-WP-Obesity-Overview-Web-PUBLIC-002.pdf>
28. GreenFacts. Hechos sobre la Salud y el Medioambiente [Internet]. Cultivos transgénicos y OMG. ¿Están los OMG regulados por acuerdos internacionales? [cited 2022 Oct 14]. Available from: <https://www.greenfacts.org/es/omg/2-cultivos-modificados-geneticamente/7-gmo-regulation.htm#0>
29. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura:FAO. Adaptación de Ahorrar para crecer. La salud del suelo. Tecnologías que permiten ahorrar y crecer [Internet]. Roma: FAO; 2011 [cited 2023 Jan 15]. Available from: <https://www.fao.org/documents/card/es/c/b51ca367-4b39-445b-83a9-100f19e27b1a/>



© 2023 por los autores; Esta obra está sujeta a la licencia de Reconocimiento 4.0 Internacional de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.