

El papel de la agrobiotecnología en la lucha contra el hambre

FRAY MARTIN BAAS ESPINOLA

Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario. Ex-Hacienda Xmatkuil,
97139, Mérida, Yucatán, México.
segarfield@hotmail.com

La intensificación de la agricultura, la urbanización y la industrialización han aumentado la degradación de las tierras; el bombeo de agua para abastecer las necesidades de las grandes ciudades está agotando las reservas subterráneas; todo lo anterior se suma a condiciones climáticas cada vez más adversas y a una población en continuo crecimiento. En este escenario, la producción de alimentos impone retos en el que la biotecnología puede ser un aliado muy importante para superarlos. Según la FAO, el hambre en el mundo continúa en aumento, siendo África la región más afectada, seguido de América del Sur. En este artículo se reflexiona sobre el problema del hambre, sus orígenes, y se señala el potencial de la agrobiotecnología para mejorar la producción de alimentos, de una manera sustentable, y se plantea la posibilidad de ese sueño utópico de ser la nuestra, la primera generación que viva en un planeta sin hambre.

Palabras clave: Cambio climático, invernaderos inteligentes, seguridad alimentaria.

Introducción

En el famoso *Ensayo sobre el principio de la población* (1798), Thomas Malthus expuso la tesis de que la población aumentaría con mayor rapidez, en comparación con el incremento en el suministro de los alimentos, lo que derivaría en la extinción de la especie humana para el año 1880, precedida de un escenario decadente de pauperización y de una economía de subsistencia. Aunque esto no sucedió, se acuñó la frase *Catástrofe Malthusiana* para referirse a situaciones que pueden dificultar la supervivencia de la población humana, sino se toman medidas para desacelerar su crecimiento. Es quizá por esto que las catástrofes ecológicas y el hambre son temas recurrentes en la cultura popular (junto con el tema de los gobiernos autoritarios, la inteligencia artificial y las pandemias); y se encuentra tan arraigado en el imaginario colectivo, que se refleja en las manifestaciones artísticas como la ficción distópica, en la que

se plantean visiones de un porvenir más que preocupante.

El hambre está asociada a la naturaleza primigenia del ser humano; ha sido nuestro compañero de viaje desde aquellos remotos tiempos en el que vivíamos en cuevas y nos dedicábamos a la caza y la recolección; permaneció con nosotros cuando nos establecimos, cuando fundamos las primeras poblaciones y nos hicimos agricultores, obreros..., y permanece entre nosotros en estos tiempos modernos de grandes cambios globales impulsados por la tecnología.

La predicción de la teoría Malthusiana de la población fracasó, entre otras cosas, porque no se consideró precisamente el desarrollo de la tecnología. Aunque, según la FAO, el hambre sigue en aumento, alcanzando los 821 millones de personas (FAO 2017), nos encontramos en un momento en el que los alcances de la ciencia y la tecnología moderna permiten innovaciones que se introducen más rápido en la



Figura 1. Beneficiarios del programa Cruzada contra el hambre, implementado por el gobierno federal mexicano (2014). (Tomado de <https://bit.ly/2UBLfse>).

producción de alimentos, gracias a la disminución del tiempo que transcurre entre los descubrimientos científicos y su utilización práctica.

Una de estas áreas en la que ha habido un gran desarrollo, es la biotecnología agrícola o la agrobiotecnología, que procura alcanzar un mejor rendimiento de la producción agrícola, a través de la aplicación de tecnologías que usan sistemas biológicos u organismos vivos. El implemento de estas tecnologías beneficia a la agricultura, porque genera plantas resistentes a diferentes tipos de estrés biótico (plagas) y abiótico (sequía), plantas con mayor vigor por un uso más eficiente de los recursos de los que dispone (agua, luz, CO₂, nutrientes) o simplemente con características mejoradas (más vitaminas, por ejemplo). Por todo lo anterior, el objetivo de este ensayo es exponer el potencial que la agrobiotecnología tiene para mejorar la producción de los alimentos, a través de la exposición de tecnologías que

prometen cambiar el sistema de producción de alimentos.

El hambre y sus causas

El hambre es un fenómeno multifactorial que engloba desde sistemas sociopolíticos, corrupción, conflictos armados y pobreza generalizada, lo que dificulta el acceso a los alimentos básicos (Figura 1). Un ejemplo sociopolítico es el caso de Senegal y su cultivo de maní para el mercado europeo, particularmente el francés, que ha contribuido a la deforestación, desertificación y a una limitada producción de importantes cultivos alimenticios como el mijo, el sorgo, el arroz y el maíz. La política económica de Francia, que promueve la producción de este cultivo bajo condiciones económicas desiguales, ha contribuido a agravar la situación del hambre en este país (WRM 2004). Otro ejemplo es el del desmantelamiento del campo mexicano, por la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América

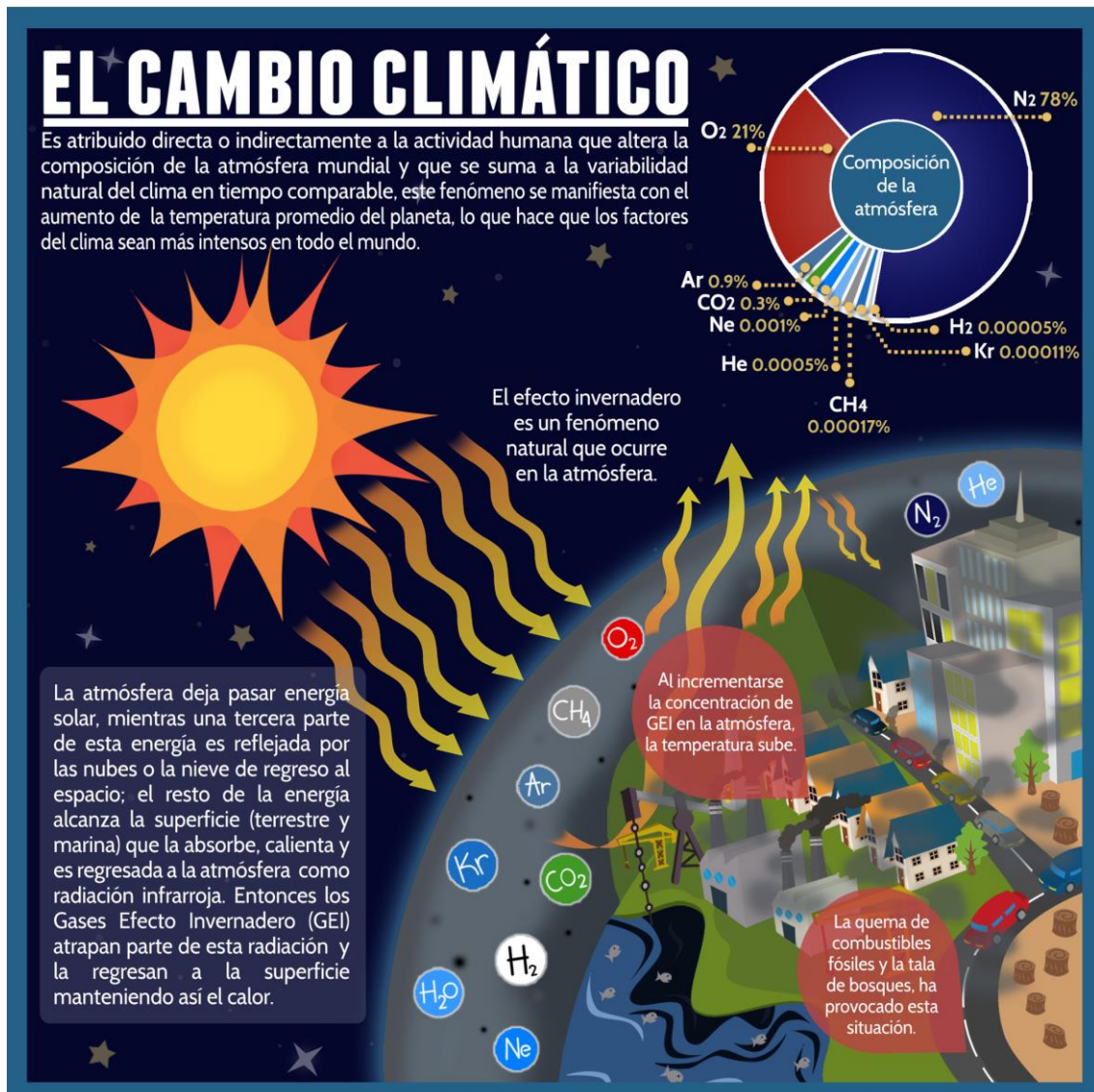


Figura 2. Efecto invernadero y cambio climático. (Tomado de <https://bit.ly/2KAX56k>).

del Norte (TLCAN) en 1994, que afectó gravemente a miles de pequeños productores y que concentró el mercado en grandes empresas y olvidó la base productiva nacional (Barragán 2015).

Aunque en este momento la principal causa del hambre en el mundo no se explique del todo en función de la capacidad de producción de alimentos, sino en la distribución inequitativa de los recursos, aquí se analiza el impacto de la agrobiotecnología en la producción de alimentos de origen vegetal.

Los números del hambre

El hambre es un problema humanitario de primer orden. Según el Estado de la Seguridad Alimentaria y la Nutrición en el Mundo 2018 (FAO 2018), 821 millones de personas que no tienen suficientes alimentos para una vida saludable. La mayor parte vive en países en desarrollo —el 12.9% de la población presenta desnutrición. Asia y África subsahariana albergan a la mayor parte. Cada año la desnutrición causa la muerte de 3.1 millones de niños menores de cinco años. De acuerdo con el SOFI, la inseguridad alimentaria en 2017



Figura 3. Mal de panamá en banano (Tomado de <https://bit.ly/2Z8rPKa>).

fue mayor que en 2014 en todas las regiones, excepto América del Norte y Europa, con aumentos notables en África y América Latina (FAO 2017). En América Latina y el Caribe hay 39,3 millones de hambrientos, mientras que en México, en los últimos cinco años, se tiene un promedio de alrededor de 7 mil 500 defunciones anuales por desnutrición; cada año también se contabilizan más de 600 mil casos nuevos de obesidad, más de 350 mil casos de diabetes mellitus y más de 400 mil de hipertensión (Inegi 2018; Fuentes 2018).

El reto de producir comida en un ambiente adverso

Cambio climático y hambre

La generación antropogénica de gases con efecto invernadero está propiciando cambios en el clima global, a los que algunos seres vivos no pueden adaptarse, e impone un desafío para todo tipo de vida,

entre los que se encuentran las plantas y animales de donde obtenemos nuestros alimentos (Figura 2). Entre los eventos climatológicos más alarmantes están: las olas de calor extremas, los incendios forestales, las tormentas e inundaciones que dejan un rastro de destrucción y muerte, la desaparición del hielo del Ártico, la subida del nivel y la acidificación del mar, la desertificación, etc.

El cambio climático está minando todas las dimensiones de la seguridad alimentaria. Por ejemplo, *El Corredor Seco* de América Central —en particular en El Salvador, Guatemala y Honduras— es una de las regiones más afectadas por la sequía que ocasionó el fenómeno de El Niño en 2015-16. La sequía fue una de las peores en la última década y redujo la producción agrícola, con pérdidas estimadas de entre el 50% y el 90% de la cosecha. Más de 3,6 millones de personas

A



B



Figura 4A. Uso de invernaderos inteligentes en la agricultura **B.** Drones y agricultura. (Tomado de <https://bit.ly/2UgTHZ5>).

necesitaron ayuda humanitaria como resultado de esta sequía.

Las plagas en las plantas: una amenaza a la seguridad alimentaria mundial

Las plantas están expuestas a una gran cantidad de patógenos que las enferman, lo que agrava el problema del hambre en el mundo. Al menos el 10% de la producción mundial de alimentos se pierde por

las enfermedades de las plantas. Los principales patógenos de las plantas pertenecen a los virus, bacterias, oomicetos, hongos, nematodos y plantas parásitas (Figura 3).

Las plantas y sus patógenos están en una estrecha coevolución, en la continua *Carrera de la Reina roja*, y la globalización de la agricultura ha alejado a ciertos

cultivos de sus centros de origen, y de sus patógenos, lo que puede derivar en susceptibilidad. En este mundo con barreras comerciales cada vez más efímeras, y físicas más cada día más acentuadas, los patógenos sí pueden migrar a una nueva área y atacar cultivos susceptibles, mientras que la planta introducida en un nuevo nicho puede ser más susceptible a los microorganismos del nuevo sitio (Soler 2002).

Es difícil controlar a estos patógenos por su variabilidad, el lugar en el que infectan y por sus genotipos, aunado a que a menudo superan la resistencia que pudo haber sido lograda con mucho esfuerzo mediante el mejoramiento tradicional de los cultivos. En este sentido, las plantas modificadas con genes que confieren resistencia contra patógenos, son una gran estrategia en esta lucha. Es necesario reconocer, desde el punto de vista político, que las enfermedades de las plantas amenazan nuestros suministros de alimentos y ponen en riesgo la vida de millones de personas.

La batalla contra el Bananagedón

Recientemente un grupo de investigadores de la Universidad de Tecnología de Queensland, en Brisbane, Australia, liderado por el profesor James Dale, dio un paso positivo en la carrera contra una de las enfermedades más devastadoras del plátano (fusariosis del banano), al crear líneas de Cavendish transformadas con el gen RGA2, que son resistentes al mal de Panamá. Esta enfermedad es causada por el hongo *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* Raza Tropical 4 (RT4), que se caracteriza por ser altamente resistente a los fungicidas y para el que no existe un tratamiento eficaz (Dale *et al.* 2017).

Invernaderos inteligentes

El mundo vive un nuevo cambio de paradigma, que, al fundador del Foro Económico Mundial, Klaus Schwab, le ha dado por llamar *La cuarta revolución In-*

dustrial (2016). En su libro plantea la transformación acelerada que vivirá nuestro mundo en los próximos años, gracias a los avances y a la convergencia de los sistemas digitales, físicos y biológicos, para plantear soluciones a los desafíos que se enfrenta el mundo. Una de las áreas en donde se darán progresos acelerados es en la producción agrícola a través de *Invernaderos inteligentes* (Figura 4A; Azaza *et al.* 2016). El invernadero puede considerarse uno de los sistemas de producción de cultivos más robustos que existen. Ahora, gracias las tácticas innovadoras como el uso de sensores —los térmicos, por ejemplo— equipados en drones y herramientas de modelado de dinámica de fluidos computacional, se pueden hacer un análisis de riesgos y necesidades en tiempo real, para un cultivo en específico. Si a esto le adicionamos los avances recientes en el área de la Inteligencia Artificial o los cultivos de élite que la herramienta CRISPR nos permitirá obtener y el potencial de la nanotecnología —sistemas de entrega inteligentes de fertilizantes o plaguicidas— en la era de la agricultura de precisión (Figura 4B), se pueden evitar infestaciones de plagas y enfermedades, así como incrementar sustancialmente la producción de alimentos a través de una agricultura sustentable, reduciendo el número de aplicaciones de pesticidas y haciendo más eficiente el uso de recursos tan valiosos como el agua y los fertilizantes.

Conclusión

Los planes para un mundo sin hambre

La agricultura es un componente que ha hecho posible la sociedad tal y como la conocemos. Una sociedad que obtiene sus alimentos de la caza y recolección no pudo haber construido asentamientos grandes y permanentes. Fue necesaria la aparición de la agricultura para pasar de ser nómadas a sedentarios. Aunque las prime-

ras sociedades tuvieron sistemas de autoridad y estructuras jerárquicas, solo después su surgimiento fue posible la formación de gobiernos, sistemas de clases, poderosos ejércitos, comercio a gran escala, sofisticados escritos, sistemas de educación y otras de las características que distinguen a las grandes urbes del mundo actual. Es por esto que mejorar el agro debería ser una prioridad para gobiernos, agricultores y la sociedad en general.

Sin embargo, la innovación requiere de inversión económica para la creación de centros biotecnológicos de investigación, del fomento a la creación de empresas que se dedican a esta área, para industrializar el campo, pero desde luego, iniciando con revertir su abandono.

México empieza a tener presencia en la industria agrobiotecnológica, pero es preocupante tener visos de que se tiene la intención de caminar en sentido contrario a los rumbos que tomaron otras naciones que han garantizado su seguridad alimentaria. Siempre es posible encontrar puntos intermedios, alternativas, que se sitúen entre los dos extremos que son la garantía para el desastre: la *tecnofobia* y la *degradación industrial inconsciente*.

Referencias

- Azaza M., Tanougast C., Fabrizio E. y Mami A. 2016.** Smart greenhouse fuzzy logic based control system enhanced with wireless data monitoring. *ISA transactions* 61: 297-307.
- Barragán D. 2015.** El campo mexicano, en ruinas por el TLCAN, aguarda el tiro de gracia con el TPP, alertan. Sin embargo.mx
<<https://bit.ly/2U2RjtC>> (Consultado: 14 abril 2019).
- Dale J., James A., Paul J.Y., Khanna H., Smith M., Peraza-Echeverría S., García-Bastidas F., Kema G., Waterhouse P., Mengersen K. y Harding R. 2017.** Transgenic Cavendish bananas with resistance to *Fusarium* wilt tropical race 4. *Nature communications* 8(1): 1496.
- FAO 2017.** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
<<http://www.fao.org/publications/sofi/es/>> (Consultado: 14 abril 2019).
- FAO 2018.** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
<<http://www.fao.org/publications/sofi/es/>> (Consultado: 14 abril 2019).
- Flores J. 2019.** El flexágono del cambio climático. Aguasimple.org.mx
<<https://bit.ly/2KAX56k>> (Consultado: 14 abril 2019).
- Fuentes M.L. 2018.** Mexicosocial.org
<<https://bit.ly/2RSN13e>> (Consultado: 14 abril 2019).
- INEGI 2018.** Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
<<https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/EstSociodemo/DEFUNCIONES2017.pdf>>
- Malthus T.R. 1798.** *An essay on the principle of population*. J. Johnson. London, UK. 384 pp.
- Postscapes 2109.** Smart greenhouses. Postscapes.com
<<https://bit.ly/2UgTHZ5>> (Consultado: 14 abril 2019).
- Sancho J. 2015.** “Mal de Panamá” pone en alerta plantaciones de banano. laprensalibre.cr
<<https://bit.ly/2Z8rPKa>> (Consultado: 14 abril 2019).
- Schwab K. 2016.** *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum. Cologny/Ginebra, Suiza. 139 pp.
- Sociedad 3.0 2014.** Sociedad tres punto cero <<https://bit.ly/2UBLfse>> (Consultado: 14 abril 2019).
- Soler M. 2002.** Coevolución, Capítulo 12.

En: Soler M. 2002 (coord.). *Evolución: la base de la biología*, pp. 221. Proyecto Sur. Madrid, España.

WRM 2004. World Rainforest Movement <<https://bit.ly/2BFcCFR>> (Consultado: 14 abril 2019).

Desde el Herbario CICY, 11: 159–166 (22-agosto-2019), es una publicación semanal editada por el Herbario CICY del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., con oficinas en Calle 43 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97200, Mérida, Yucatán, México. Tel. 52 (999) 942-8330 Ext. 232, www.cicy.mx/Sitios/Desde_Herbario/, webmas@cicy.mx. Editor responsable: Ivón Mercedes Ramírez Morillo. Reserva de Derechos al Título Exclusivo No. 04-2016-041413195700-203, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, ISSN: 2395-8790. Responsable de la publicación: José Fernely Aguilar Cruz, Calle 43 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97200, Mérida, Yucatán, México. Fecha de última modificación: 22 de agosto de 2019. Las opiniones expuestas por los autores no necesariamente expresan la postura del editor de la publicación. De la misma manera, la responsabilidad sobre la veracidad y la precisión de los contenidos, le corresponde totalmente a los autores de los ensayos.