



La historia de la agricultura y los cultivos transgénicos

Luis Robledo-Arratia

El origen geográfico de la agricultura

La historia de las sociedades está íntimamente relacionada con el desarrollo de la agricultura; no podemos separar el hecho de que las primeras civilizaciones tuvieron cercanía con grandes ríos y lagos y que eso marcó el paso de la recolección de frutos y semillas a las prácticas agrícolas. Egipto, Mesopotamia, China y México son claros ejemplos de que el esplendor cultural, social y económico de sus grupos humanos se debió en gran medida a su éxito en la domesticación, producción y comercialización de alimentos.

Evidencias muy recientes indican que hace entre 11,000 y 11,500 años, el suroeste asiático fue la primera región del mundo en la que se empezaron a cultivar cereales silvestres, en cinco áreas --Irán, Irak, Turquía, Siria, Líbano y Chipre-- de manera independiente y casi al mismo

tiempo. De allí proviene mucho del conocimiento actual de las plantas, de la tierra, de la lluvia, del arado y por supuesto del comercio.



Figura 1. El suroeste asiático, la región donde surgió la agricultura. La línea azul discontinua delimita el cinturón de las montañas Zagros, a lo largo de las cuales se originaron los primeros cultivos.

Gran cantidad de muestras bioarqueológicas permitieron a los científicos establecer que las montañas Zagros, en Irán, son el origen y el punto de dispersión de los principales cultivos modernos; allí se encontraron las especies silvestres progenitoras de la cebada, del trigo, de las lentejas y de los chícharos.

Mejorando la casta: de hierba silvestre a cultivo agrícola

Después, hace 9,800 años, las semillas de estos cereales empezaron a perder la capacidad de dispersarse; esta adaptación es llamada domesticación morfológica. Los agricultores provocaron esto al cruzar y volver a cruzar durante esos siglos diferentes plantas con características que a ellos les interesaban, relacionadas principalmente con el tamaño y la forma de los granos.

Los ancestros de los persas estaban cambiando dramáticamente y sin saberlo el estilo de vida del Neolítico, al establecer las bases económicas para el desarrollo de los centros urbanos y los primeros estados durante los siguientes milenios. ¿Y cómo lo hicieron?: mezclaron genes, potenciaron algunos y desaparecieron otros; es decir, dieron los

primeros pasos para la generación de nuevas variedades vegetales, para la agricultura extensiva y, por qué no, para la biotecnología vegetal.

El trigo es el mejor ejemplo de la eficacia de la selección artificial en las cruces de distintas variedades de plantas para constituir un cultivo; esta selección se dio en circunstancias sociales e históricas específicas y por incentivos económicos. Hace 10,000 años el trigo marcó el inicio de las civilizaciones humanas, y cuando finalmente apareció la variedad conocida como trigo de pan, este cultivo adquirió una enorme relevancia financiera y nutricional, pues constituye el 20% del total de calorías consumidas actualmente en todo el planeta.

El trigo de pan que comemos hoy surgió hace aproximadamente 8,000 años como producto de una mezcla artificial o hibridación de dos especies, entre un trigo que se cultivaba en aquel entonces y una especie de pasto silvestre. Pero esto no quiere decir que hoy en nuestras mesas comamos el mismo trigo que comían los persas o los turcos de aquellos tiempos, por el contrario, estos miles de años los campos de cultivo han sido testigos de cientos y cientos de modificaciones a las plantas. ¿Cómo podemos saber esto? Por los llamados síndromes de domesticación, que son las características que distinguen a las especies domesticadas de sus ancestros silvestres o cultivados, y que en el trigo están relacionadas principalmente con el tamaño del grano, ya que los granos actuales son más grandes que los silvestres.



Figura 2. Evolución artificial del trigo, producto de la mezcla de tres variedades a lo largo de miles de años, hoy consumimos un trigo con granos más grandes que los trigos ancestrales. Imagen tomada de la página del Dr. Wolfgang Schuchert, del Instituto Max Planck.

A diferencia de otros granos como el arroz, donde el proceso de domesticación también involucró la selección de formas particulares de la semilla, en el trigo la selección empezó apenas hace unas cuantas décadas, principalmente dictada por requerimientos industriales; sin embargo, es bien reconocido que la forma, la densidad y la uniformidad de los granos están relacionadas con la calidad y el rendimiento, además de que granos de trigo más grandes tienen normalmente un contenido proteico mayor y algunas de esas proteínas, enzimas hidrolíticas que rompen moléculas de agua, son especialmente activas y contribuyen a una mejor panificación o cocción. Los programas actuales de cruce y selección, tanto los tradicionales como los biotecnológicos, buscan preservar y mejorar estas características.

Una característica que ha cambiado a lo largo de milenios en los trigos cultivados, es la forma de la espiga y la disposición de los granos. Mientras que las primeras variedades domesticadas eran todas con espigas cascaradas, es decir, con granos cubiertos de una cáscara protectora, después de algunos milenios de domesticación, la mayoría de las especies y variedades poseen granos desnudos, o sea espigas sin cáscara que los

una. Esto se debió a que los granos desnudos poseen ventajas para trillarlos y procesarlos. Por el contrario, las pocas variedades actuales de trigo con cáscara se cultivan en regiones montañosas y áridas, pues la cáscara las protege contra las inclemencias del clima y pueden crecer en suelos pobres en nutrientes.

Los cambios en las características del trigo mediante la selección y cruce fueron graduales y no ocurrieron al mismo tiempo en todos los centros agrícolas, se fueron dando por las circunstancias físicas, ambientales, económicas y políticas de cada lugar. Por ejemplo, la región este de Turquía fue la primera zona agrícola donde desaparecieron los trigos con cáscara y dieron paso a los desnudos; con los restos arqueobotánicos encontrados ahí se pudo establecer que esto ocurrió hace 5,000 años. En Turquía central los agricultores hicieron el reemplazo hace 4,000 años; en Egipto hay registros del uso de ambos hace 3,000 años, pero no está claro cuándo dejó de usarse el grano con cáscara. En Europa, los griegos y romanos antiguos usaron trigo con cáscara, pero en los primeros siglos del primer milenio, durante su esplendor, reemplazaron el que debía trillarse y procesarse por el que requiere una menor inversión de trabajo. Finalmente, el sur de Alemania y el norte de Suiza abandonaron los trigos antiguos por el actual de pan, apenas a principios del siglo XX.

¿Cómo podemos explicar que distintas culturas a lo largo y ancho de Asia, Europa y África hayan cambiado una planta usada durante milenios desde el inicio de la agricultura? En todos los casos, sin importar si fue hace 5000 o hace 100 años, las razones fueron: cambios económicos, cambios en la dieta y la introducción de nuevos cultivos. Las presiones económicas para incrementar la producción parecen haber seleccionado trigos que no necesitan trillado, pues responden mejor a los aumentos de producción y requieren menor inversión en su procesamiento.

Además, todos los casos mencionados corresponden a grandes imperios que expandieron sus zonas de influencia en distintos periodos de la historia de la humanidad. Esto significa que ellos también recibieron influencias de los territorios ocupados, como las relacionadas con la alimentación: mientras conquistaban tierras africanas los egipcios

incorporaron a su dieta nuevos y variados productos; lo mismo pasó con los romanos que llegaron a todos los puntos de Europa. Esto sin duda alguna modificó las necesidades de producción de trigo, de cebada y de sus derivados. Al mismo tiempo otros pueblos incorporaron a sus vidas uno u otro tipo de trigo y seguramente tras ciclos y ciclos continuos de domesticación y cruza genéticas, dieron paso a otras nuevas variedades que eventualmente cayeron en desuso y de las que surgieron otras distintas.

Ese ha sido el largo camino que los agricultores han seguido en todos los rincones del planeta; nuevos cambios económicos, políticos y de alimentación implicarán en el futuro nuevos cambios en las prácticas agrícolas. Los antiguos habitantes de Anatolia (hoy Turquía) nos legaron el trigo que hoy convertimos en pan tanto de manera artesanal como industrial. Nos legaron prácticas agrícolas tan importantes como la selección de caracteres específicos útiles en la producción de alimentos para pueblos enteros. ¿Podemos responsabilizarlos del surgimiento de los transgénicos? ¿Podemos pensar que el origen de las actuales compañías semilleras transnacionales también fue la Anatolia central? ¿Podemos negar la importancia de los conocimientos generados durante más 10 mil años por todos los grandes pueblos? ¿De verdad las nuevas tecnologías no pueden convivir con las tradicionales y milenarias?

La diversidad genética y el inicio de los cultivos transgénicos

Todos los cultivos que hoy se siembran de manera extensiva en el mundo, tienen parientes silvestres, plantas que crecen en condiciones naturales no controladas y a partir de las cuales se originaron, o con las cuales están relacionadas genéticamente. El ejemplo más representativo para los mexicanos es el teocintle, ancestro del maíz, que a diferencia de éste, produce mazorcas muy pequeñas difíciles de comer con sólo dos hileras de granos envueltos en una estructura dura.

Estas primas silvestres son sumamente importantes pues constituyen una enorme diversidad genética; son organismos perfectamente adaptados a condiciones ambientales muy particulares en las que sus primas cultivadas no pueden sobrevivir. Pese a que los cultivos provienen

directamente de ellas, los agricultores seleccionaron al reproducirlas solamente algunas características importantes que se requerían para que constituyeran un alimento. Dejaron fuera entonces otras características, sobre todo las relacionadas con su resistencia a condiciones adversas. La ideología agrícola en todas las civilizaciones fue la de contar con plantas muy eficientes en términos de producción sin importar que fueran débiles, pues el agricultor las cuidaba y las sigue cuidando en cualquier parcela familiar o campo agrícola.

Hoy sabemos que las plantas ancestrales pueden ser cruzadas con las cultivadas para obtener nuevas variedades más resistentes a temperaturas extremas, escasez de agua, salinidad del suelo y a enfermedades, que se desarrollen adecuadamente sin necesidad de grandes cuidados que incluyan el uso de herbicidas, insecticidas o fungicidas. Desafortunadamente, y pese al esfuerzo de distintas organizaciones, muchos de los ancestros silvestres crecen bajo presiones ecológicas o están extintos o no han sido identificados; el caso conocido más reciente es el del ancestro de la berenjena, identificado en Tanzania en 2000 y que se extinguió años más tarde por la destrucción de su hábitat.

Utilizar plantas silvestres en programas de cruce es muy complicado desde el punto de vista técnico, es muy caro y requiere largos periodos de tiempo, con el inconveniente adicional de que muchos de los ancestros no están ubicados. En vista de la importancia que tiene la diversidad genética en el mejoramiento de los cultivos, investigadores de todo el mundo comenzaron a plantearse la idea de hacer un uso más amplio de esta diversidad y decidieron incluir en los cultivos genes no sólo de los parientes silvestres, sino de plantas menos cercanas genéticamente, o incluso de organismos no vegetales. Fue así como nació la idea de la transgénesis, como una opción para producir plantas y cultivos más resistentes, con buenas tasas de producción y sin necesidad de productos químicos costosos y de inocuidad no comprobada.

Quienes empezaron a producir las primeras plantas modificadas a escala comercial, fueron pequeñas empresas integradas por los mismos científicos (conocidas como *start-ups*) en Estados Unidos, Bélgica y Suiza.

Sin embargo, hoy en día el mercado está en manos de unas cuantas empresas transnacionales, lo que ha dado lugar a que sea un mercado monopolizado y con barreras legales que impiden la competencia de las *start-ups*.

Las primeras dos características incluidas en plantas comercializadas fueron la presencia de genes bacterianos que confieren resistencia al ataque de los insectos, y genes que permiten a las plantas sobrevivir a los herbicidas que se rocían en sus cultivos. A pesar de que en los laboratorios se han hecho otros grandes avances, estas dos cualidades son las que siguen predominando y en realidad la tecnología disponible para los agricultores es la misma con la que se contaba hace 30 años con pequeños incrementos en su eficiencia.

Cabe resaltar que esto último es una crítica constante que se hace a los transgénicos argumentando que en realidad el incremento que aportan a los rendimientos no es tan grande y que en algunos casos es comparable al de otras prácticas agrícolas. Esto es sin duda producto de los monopolios que no han permitido la introducción al mercado de casos de transgénesis ya probados en los centros de investigación de todo el mundo. Es decir, la capacidad técnica y los casos de éxito comprobado existen, sin embargo las barreras comerciales y legales han hecho imposible a los investigadores de las universidades y a los pequeños empresarios, sacar productos innovadores y más eficientes que los del reducido espectro de las compañías semilleras.

Transgénicos en la cocina, ¿ya los comemos?

En 1996 empezó la comercialización de los cultivos transgénicos; ya para 2012, del total de tierras utilizadas para agricultura a nivel mundial, poco más del 10% fueron cultivadas con 30 variedades diferentes de plantas genéticamente modificadas, lo cual representa 170.3 millones de hectáreas en las que crecen maíz, soya, algodón, canola, alfalfa, tomate, papaya, pimiento morrón, calabaza, betabel y álamo.

Estas hectáreas se distribuyen en 29 países, 9 de los cuales son desarrollados; la lista está encabezada por Estados Unidos, Brasil, Argentina, Canadá e India, seguidos por China, Paraguay, Sudáfrica,

Paquistán y Uruguay, para hacer el “top 10”. En 2012 se agregaron a la lista por vez primera Sudán y Cuba, sembrando algodón y maíz transgénicos, respectivamente. A diferencia de lo que se cree, en Europa sí se producen y comercializan cultivos transgénicos; en 2012 lo hicieron España, Portugal, República Checa, Eslovaquia y Rumania. Alemania y Suecia dejaron de sembrar papa porque cesó su comercialización y Polonia por inconsistencia con la legislación europea.

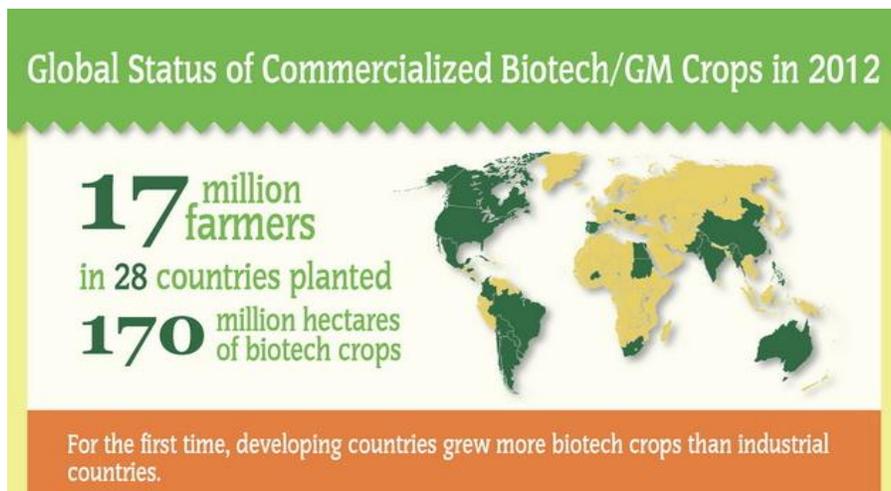


Figura 3. Los 28 países en verde actualmente siembran y comercializan algún cultivo transgénico, en 170 millones de hectáreas pertenecientes a 17 millones de agricultores. Datos del ISAAA, 2012.

También al contrario de lo que los grupos ambientalistas han dicho, varios países europeos están a favor de la experimentación, prueba y uso comercial de los cultivos genéticamente modificados. Prueba de ello es la reciente creación de un centro dedicado a generar pruebas en campo perteneciente a Agroscope en Zurich y que es resguardado por el gobierno de Suiza para evitar actos de vandalismo por parte de los grupos extremistas. Ahí los investigadores pueden realizar sus pruebas sin necesidad de invertir parte del dinero de su proyecto en seguridad (56%), como antes ocurría y como sigue ocurriendo en muchos países de Europa. Aunque en varias naciones existen moratorias y se ha interrumpido la liberación comercial de los cultivos, estas restricciones no incluyen la experimentación científica con estas plantas; es decir, se pueden hacer pruebas en campo para determinar objetiva y científicamente los pros y

contras de los transgénicos. Es contradictorio que en Europa se permita investigar, pero no se permita que los productos derivados de esta labor ingresen a una etapa posterior de desarrollo, sin importar cuál sea el resultado de esas investigaciones; por lo tanto, la inversión económica y de recursos humanos que se hace en esta área es desaprovechada y todo el conocimiento generado es ignorado.

En México se han hecho pruebas en campo de más de 20 especies modificadas genéticamente, como la calabacita, el limón, el clavel, la papaya, la piña, el plátano, el tabaco y el tomate, entre otras. En 1998 inició la producción comercial de algodón transgénico en territorio nacional y en 2001 la de soya; actualmente 200 mil hectáreas son cultivadas con estas plantas.

Con todo esto, y para regresar al título de esta sección, seguramente ya estamos comiendo transgénicos. Los alumnos de Biología de la Facultad de Ciencias de la UNAM desarrollan una técnica de biología molecular con la que buscan identificar los genes que se insertaron en la soya para hacerla transgénica; semestre a semestre el resultado es el mismo, todas las muestras de soya de la Ciudad de México, sin importar si fueron adquiridas en las tiendas que se hacen llamar naturistas o que promocionan supuestos productos orgánicos, son transgénicas.

La mayoría de los alimentos procesados o semiprocados contienen derivados de maíz y canola, y seguramente algunos de ellos provienen de transgénicos. El ganado es alimentado con maíz y alfalfa de los cuales desconocemos su origen. Así que la respuesta a la pregunta que abrió esta sección, es sí, cada mañana de una u otra manera, desayunamos una dosis de transgénicos. Finalmente, y sin quitarle la importancia, el algodón transgénico hoy está presente en la ropa que usamos diariamente y en los billetes, tanto dólares como euros, y aunque el Banco de México no lo tiene publicado, probablemente en los pesos mexicanos también hay papel de algodón transgénico. Como ven, los transgénicos están en boca de todos y en manos de muchos.

Bibliografía

1. FAOSTAT www.faostat.org

2. ISAAA, Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2012, Reporte del International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications.
3. Riehl S., Zeidi, M. y Conard N. J., *Emergence of agriculture in the foothills of the Zagros Mountains of Iran*. Science 2013, 341: 65-67.
4. Robledo-Arratia L, “Transgénicos, ¿y eso con qué se come?”, Cienciorama, 2014.