

¿Dónde está la novedad?

Marcel Bentancor
Sabina Vidal

BIOQUÍMICO
BIÓLOGA

Probablemente uno de los cambios más grandes sufridos por la humanidad a lo largo de su evolución sucedió hace unos diez mil años, cuando pasó de alimentarse de la caza y la recolección a cultivar su alimento, lo cual le permitió abandonar el nomadismo y volverse sedentaria.

En un principio las plantas cultivadas eran casi indistinguibles físicamente de sus parientes silvestres. No requerían un cuidado espe-

cial, a la vez que su producción y cualidades distaban enormemente respecto a los cultivos con que estamos familiarizados actualmente. Éstos fueron el resultado de la incesante labor de aquellos primeros agricultores y sus descendientes, que generación tras generación favorecieron la producción de aquellas plantas que tenían las mejores características para su consumo. La naturaleza brindaba espontáneamente cierta variabilidad entre las plantas, y estas diferencias hacían que unas fueran preferidas a otras a la hora de cultivarlas, lo que llevó al ser humano a comenzar un proceso de selección. A lo largo de muchas generaciones, este proceso permitió que gradualmente los cultivos fueran diferenciándose cada vez más de las primeras variedades cultivadas. Luego de miles de años de continuado este proceso, el aspecto de nuestros actuales cultivos poco tiene que ver con el de sus primeros ancestros domesticados.

Estas plantas actuales tienen cualidades que las hacen más apreciadas por el ser humano, aun cuando les significarían una desventaja si estuvieran en el medio salvaje. Sin los cuidados humanos es evidente que la mayoría de nuestros cultivos no serían capaces de prosperar, y ni siquiera de sobrevivir, ya que se han hecho dependientes de los cuidados agrícolas humanos.



FIGURA 1. A la izquierda se observa el teosinté, un ancestro de las variedades actuales de maíz (derecha).



Fotografia: ecosfera.com

Un ejemplo de esta dependencia lo exhibe el maíz. Inicialmente los humanos partieron cultivando una planta ancestral, similar al teosinté (Figura 1), la cual tiene notablemente un menor desarrollo de su dotación de semillas cuando se la compara con variedades actuales de maíz. Fue fruto de la sucesiva selección humana el llegar a cultivar plantas de maíz que tuvieran mayor cantidad de semillas y que fueran capaces de retenerlas en el momento de cosecharlas. Esta última condición, si bien es una cualidad valorada por el ser humano, sería una desventaja para la supervivencia de la planta en el medio salvaje, frente a otras que pueden diseminar más fácilmente sus semillas. Una mayor facilidad para liberar las semillas contribuye a que la progenie de una planta tengan mayores probabilidades de crecer relativamente lejos de sus progenitores –con lo cual se evitan la competencia con éstos o con sus pares de similar genoma–, y favorece su conquista de nuevos territorios.

Como se ve, aun sin conocer las bases moleculares que regían la herencia, la humanidad apenas comenzó a cultivar plantas empezó a ejercer un efecto modificador sobre ellas: simplemente dándoles a aquellas variedades vegetales que consideraba más beneficiosas más posibilidades de transmitir sus genes a la siguiente generación.

Pero así como el humano modificó de esta forma a las especies vegetales, también cambió al volverse agrícola. La humanidad comenzó a reconocer patrones anuales, tuvo que medir mejor el tiempo para predecir las estaciones, desarrolló la escritura y las matemáticas para contabilizar la producción que cada vez fue mayor. Adicionalmente la agricultura generó un exceso de alimentos como no había existido antes, lo cual permitió que ciertos individuos de la sociedad comenzaran a ejercer oficios alejados de la obtención directa de alimentos: permitió desarrollar actividades intelectualmente más complejas, perfeccionar y crear herramientas, y lograr otras habilidades que dieron un mayor nivel de complejidad a la sociedad. Visto en esta forma, se manifiesta claramente el mutuo modelado que ha existido entre las especies cultivadas y la cultura humana.

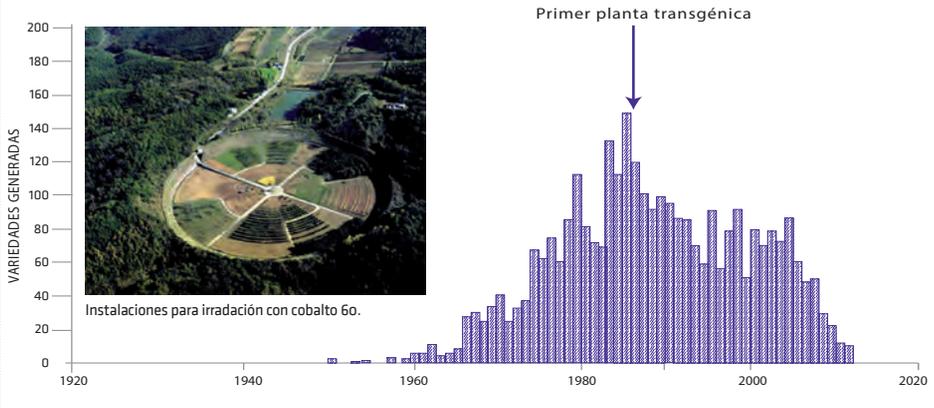
Generación tras generación los cultivos fueron distinguiéndose de sus parientes silvestres, a la vez que la humanidad fue logrando que los ejemplares de un mismo cultivo fueran más homogéneos entre sí. Esto permitió estandarizar el procesamiento de los cultivos, lo cual en sí mismo es positivo para su explotación más eficiente, aunque también conlleva un mayor riesgo frente a eventuales brotes de patógenos o por la pérdida de biodiversidad. Llegada a este punto, la humanidad pasó a no depender ya de la generación espontánea de diversidad en un cultivo, sino que comenzó a aplicar métodos tecnológicamente más avanzados que permitieron cruzar especies que espontáneamente no se cruzaban. Para eso se emplearon métodos como la fusión de células vegetales, el rescate de embriones o la fertilización cruzada entre distintas especies. Estos métodos permitían combinar simultáneamente cientos de genes provenientes de cada especie parental.

Al promediar el siglo xx se comenzaron a usar otros métodos para incrementar la diversidad de los cultivos: afectando en forma aleatoria su genoma mediante la aplicación de agentes químicos (mutágenos), o mediante la exposición a fuentes radioactivas. La progenie de los cultivos expuestos a estos métodos era seleccionada de acuerdo a su performance frente a condiciones de estrés, buscando mejorar su tolerancia o su resistencia, por ejemplo evaluando su crecimiento en suelos salinos. Aun cuando no se conocía a nivel molecular el gen o los genes modificados por estos métodos, las plantas mutagenizadas eran incorporadas a programas de mejoramiento vegetal en caso de haber adquirido una característica ventajosa para su producción (Figura 2). Las plantas modificadas genéticamente por estos métodos no eran sometidas a los análisis que hoy son aplicados a los vegetales transgénicos.

Fue a partir de la década de 1980 que el ser humano comenzó a tener un mayor control sobre los genes modificados en una planta, al ser posible insertar un determinado gen en el genoma vegetal. Uno de los principales métodos usados para esto es el que utiliza a la

FIGURA 2

Cronología de variedades generadas por irradiación en el Institute of radiation breeding (IRB, Japón).



Hasta el momento las variedades generadas corresponden a más de 230 especies vegetales. La flecha indica el momento de creación de la primera planta transgénica mediante un método que no incluye radioactividad, sino haciendo uso de la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*.

bacteria *Agrobacterium tumefaciens*. Esta es una bacteria que en la naturaleza es capaz de transferir una porción de sus genes a las plantas que infecta, y así ordenarles que sinteticen una serie de productos químicos utilizables por la bacteria para su crecimiento. Los científicos se percataron de que podían sustituir algunos de estos genes bacterianos por otros genes, de interés para el humano, y así modificar las plantas a voluntad. Entre los genes de interés podrían estar aquellos provenientes de microorganismos, animales u otras plantas. Esto permitió romper con las barreras que habían impedido hasta entonces la incorporación de genes de origen no vegetal a las plantas.

Como se ve, la modificación genética de vegetales ha sido empleada por la humanidad desde la antigüedad, usando en cada época los métodos tecnológicos que estaban a su alcance. Primero disponiendo de la diversidad biológica que espontáneamente brindaba la naturaleza, y luego incrementándola: en primer lugar haciendo uso de métodos basados en el azar y la selección de variantes del genoma de interés, pero más adelante, recién a finales del siglo xx, utilizando métodos más precisos dirigidos a modificar el genoma vegetal.

Esta evolución tecnológica no se ha detenido, y en los últimos años han surgido nuevas herramientas de ingeniería genética que permiten una mayor precisión en las modificaciones. Esto se ha acompañado también por una mayor capacidad para caracterizar las modificaciones efectuadas en el genoma vegetal y las consecuencias que éstas tienen en la fisiología de los cultivos.

La transgénesis vegetal, como toda tecnología poderosa, es potencialmente capaz de desarrollar importantes cambios, tanto positivos como negativos, a partir de los productos que es capaz de generar. Por lo tanto la instrucción y el conocimiento respecto de esta técnica se hacen necesarios en un mundo que cada vez requiere más eficiencia en la producción de alimentos; y en particular en un país de perfil agropecuario como Uruguay. ■

Magister Marcel Bentancor. Laboratorio de Biología Molecular Vegetal, Facultad de Ciencias (UDELAR).

Doctora Sabina Vidal. Laboratorio de Biología Molecular Vegetal, Facultad de Ciencias (UDELAR).