



PLANTAS A LA MEDIDA

INTRODUCCIÓN

El año 2016, más de cien millones de personas en el mundo sufrieron desnutrición aguda, es decir, llegaron al borde de la inanición. La cifra es enorme, especialmente si se toma en cuenta que supone un aumento en casi un 30% respecto al año anterior, según la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y al Agricultura (FAO).

Obtener alimentos ha sido siempre una preocupación en un mundo donde la población aumenta continuamente. Por eso, desde hace miles de años se vienen buscando maneras de optimizar la agricultura y producir más y mejores cultivos.

En este sentido surge, el siglo pasado, una herramienta revolucionaria: la ingeniería genética. Esta es una tecnología que permite crear variedades de plantas mejoradas genéticamente, por ejemplo, resistentes a la sequía, a la acidez del suelo, o a temperaturas extremas. Ahora bien, esta herramienta ha suscitado fuertes debates, especialmente porque ha permitido el nacimiento de los llamados transgénicos, cuya sola existencia genera polémica.



FOCALIZACIÓN

¿Qué opinas de los alimentos transgénicos? ¿Crees que son malos? ¿Para qué sirve manipular genéticamente las plantas?



EXPLORACIÓN

Lee las afirmaciones en el cuadro provisto antes de leer el texto. Analiza cada afirmación y decide si es verdadera o falsa. En la columna “Antes”, encierra V o F para indicar tu elección. (No se espera que sepas todas las respuestas en esta instancia; solo marca la que consideres correcta según tus conocimientos).

Antes	Después	Afirmación
V / F	V / F	1. La definición de un transgénico es la misma que un organismo genéticamente modificado.
V / F	V / F	2. Un híbrido es cuando se cruzan plantas de la misma especie.
V / F	V / F	3. El arroz se generó a partir de una mutación espontánea.
V / F	V / F	4. Mediante el uso de radiación es posible generar mutagénesis inducida.
V / F	V / F	5. Las primeras manipulaciones genéticas ocurren hace 10.000 años atrás con el desarrollo de la agricultura y la selección de los mejores frutos.
V / F	V / F	6. El monje G. Mendel mediante el cultivo de arvejas sienta las bases de la genética.
V / F	V / F	7. El primer organismo transgénico de la historia fue una bacteria.
V / F	V / F	8. Uno de los objetivos iniciales de la ingeniería genética era generar resistencia a plagas de insectos.
V / F	V / F	9. El primer alimento transgénico que se presentó al mercado fue el maíz que se vende hasta el día de hoy.

¿Qué es un transgénico?

Un transgénico es un organismo genéticamente modificado al que se le ha incorporado un gen de otra especie, como es el caso del maíz Bt. Este tiene la cualidad de ser resistente a ciertas larvas, debido a que se le ha agregado un gen de una bacteria que tiene esta propiedad.

Muchas veces, se confunde el concepto de transgénico con el de Organismo Genéticamente Modificado (OGM). Un OGM es cualquier organismo cuyo material genético ha sido transformado mediante las técnicas de ingeniería genética, lo que permite que tenga características que antes no tenía, pero no implica necesariamente que se le haya incorporado un gen de otra especie. Dicho de otra manera: todos los transgénicos son OGM, pero no todos los OGM son transgénicos.

¿Por qué hay tanto debate en torno a los transgénicos?

Con la llegada de organismos genéticamente modificados a los estantes del supermercado, se levantaron preguntas y voces de alarma. ¿Eran estos alimentos seguros para el consumo humano? ¿Tendrían un impacto en el medio ambiente?

Aunque hoy existe amplia evidencia científica que sostiene que los alimentos transgénicos no son más peligrosos que los convencionales, siguen existiendo detractores. Entre los consumidores europeos, por ejemplo, hay bastante rechazo hacia los organismos genéticamente modificados.

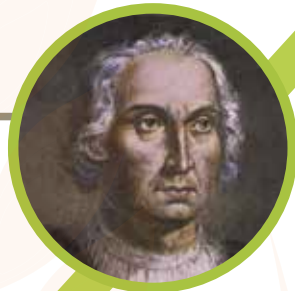
En Chile también hay grupos opositores que difunden información inadecuada sin respaldo científico, dice Gabriel León, doctor en Ciencias Biológicas e investigador del Centro de Biotecnología Vegetal de la Universidad Andrés Bello, quien puntualiza: “No se ha descrito ningún daño a la salud humana por consumir transgénicos y, por el contrario, hoy somos testigos, en Europa, de varias muertes producidas por consumir alimentos orgánicos, que en teoría son más seguros”.



El químico francés Louis Pasteur inventa la pasteurización, el proceso que se emplea para destruir microorganismos dañinos en los productos y que actualmente garantiza la seguridad de muchos productos alimenticios en el mundo.

Cristóbal Colón y otros exploradores introducen el maíz y la papa nativa de América del sur al resto del mundo. Los productores europeos realizan mejoramiento al adaptar estas especies a condiciones particulares de cultivo.

El monje y botánico austriaco Gregor Mendel estudia el principio de la herencia. Experimentando con arvejas, realiza cruces entre variedades con distintas características. Concluye que existen “factores” (que después fueron llamados genes) que determinan el traspaso de estas características. Su trabajo, publicado en 1865, sienta las bases de la ciencia de la genética.



1492



1864



1865



10.000 a.C.

Nace la agricultura. Los hombres pasan de recoger los frutos que la naturaleza produce de forma espontánea, a sembrarlos ellos mismos. La selección de los mejores frutos da lugar a la primera modificación genética guiada por el hombre.



1973

Mediante la utilización de métodos de ingeniería genética, los estadounidenses Herbert Boyer y Stanley Cohen logran el primer organismo transgénico de la historia: una bacteria. Pocos años después logran, con el mismo método, crear insulina para diabéticos.

Se logra transferir genes de una bacteria llamada *Bacillus Thuringiensis* (Bt), a plantas de algodón. Esto permite que la planta sea resistente a plagas, como las orugas, gracias a la incorporación de una proteína insecticida presente en las esporas de la bacteria.



1987

Sale al mercado el primer alimento transgénico para consumo humano: el tomate FlavrSavr, que tiene una maduración tardía. Pocos años después, en 1996, este producto es retirado del mercado porque el público lo considera insípido, de piel blanda y poco apetecible.

Se comercializa la soja transgénica, modificada para ser resistente al herbicida glifosato. De esta manera, se favorece el uso de glifosato frente a otros herbicidas más tóxicos.



1983

Se crea la primera planta transgénica de tabaco. Mediante la transferencia de un gen, se le confiere a la planta resistencia a un antibiótico.



1994



1996

Se comercializa el maíz Bt, al que se le ha incorporado la proteína Cry de la bacteria *Bacillus Thuringiensis*. Esta proteína es tóxica para las larvas de insectos barrenadores del tallo, que mueren al comer hojas o tallos de maíz Bt.



1996

¿Con qué técnicas se mejoran los cultivos ?

Desde que nace la agricultura, hace 10 mil años, hombres y mujeres han manipulado las plantas para obtener mejores cultivos. Por eso, las plantas que hoy conocemos son muy distintas a sus antepasados silvestres: los agricultores vienen seleccionando sus propiedades hace siglos.

Hasta hace no mucho, los métodos de mejoramiento habituales eran los convencionales. Estas técnicas en general consisten en cruzar a las mejores plantas –las más resistentes, más grandes o con mejores frutos-, y esperar que el descendiente herede las características más favorables. Por supuesto, esto implica dejar cierto margen a la suerte, y además supone esperar cierto tiempo para ver si los resultados son efectivos.

Algunos ejemplos de estas técnicas convencionales son:

Selección artificial y cruzamientos selectivos: Se cruza a las mejores plantas de una misma especie, con la esperanza de obtener descendencia de mejor rendimiento. Las diferentes coles (brócoli, coliflor, repollo, repollito de Burselas, y otros) fueron obtenidas mediante este método.

Hibridación: No solo se cruzan plantas de una misma especie, sino también entre es-

pecies y entre géneros. De esta manera nacen los híbridos. Un buen ejemplo entre especies es la frutilla chilena, que es el cruce entre la *Fragaria chiloensis*, una especie grande pero poco sabrosa de esta fruta, con la *Fragaria virginiana*, de mejor sabor pero más pequeña .

Mutagénesis inducida: Las mutaciones espontáneas se dan en la naturaleza, y son la razón de que exista el arroz y el maíz, por ejemplo. Ahora bien, desde mediados del siglo XX el hombre puede inducir mutaciones mediante el uso de sustancias químicas o radiaciones. Una vez realizada, se selecciona a las plantas que tienen las características deseadas.

Fuera de estas técnicas convencionales, en los años setenta se empieza a utilizar una nueva herramienta: la ingeniería genética.

Ingeniería genética: Al igual que los métodos anteriores, busca conseguir los mejores cultivos para el consumo humano. La diferencia con las técnicas convencionales está en que acelera el proceso, porque permite a los científicos tomar directamente los genes deseados de la planta, sin tener que esperar generaciones para obtener un buen resultado y sin tener que dejar parte del trabajo al azar.

Plantas a la medida

Cerezos floreciendo en otoño, o dando frutos en invierno. ¿Imposible? ¡Para nada! Una investigación desarrollada por la Universidad Nacional Andrés Bello (UNAB) asegura que esto podría ser una realidad chilena.

Es una postal habitual cuando se acaba el invierno: de pronto, los días comienzan a alargarse y los árboles florecen. Una primera señal de que la primavera se aproxima son las flores diminutas y rosadas que parecen brotar al unísono en los cerezos, generalmente en septiembre. Es bonito, pero, sobre todo, es tremendamente práctico:

“Uno de los sistemas más relevantes para los cerezos, es el paso del invierno”, explica Gabriel León, doctor en Ciencias Biológicas e investigador del Centro de Biotecnología Vegetal de la Universidad Andrés Bello. “Es importante que los árboles perciban que han pasado por un período de frío para tener la capacidad de florecer en primavera”. Sin frío, no hay flores, y sin flores, no hay frutos.

Hoy en día, el cerezo se cultiva desde Rancagua hacia el sur, justamente, porque necesita de muchas horas de frío. Pero ¿qué ocurrirá si el cambio climático sigue modificando las temperaturas? “Si los inviernos comienzan a ser cada vez más tibios, las plantas ya no van a producir flores en primavera, o van a florecer mal”, explica León. “Por eso es importante entender cómo funciona este proceso, porque así podríamos controlarlo más adelante”, explica el científico.

Y eso es justamente lo que está haciendo. En una de sus investigaciones, León y su equipo están tratando de entender cómo

las plantas integran las señales ambientales –la temperatura– para florecer. La idea es encontrar una solución que permita la floración sin depender del frío invernal.

“Uno de nuestros objetivos es hacerlo sin manipular genéticamente a los árboles, porque cuando produces frutos transgénicos tienes que pasar por muchos mecanismos regulatorios para vender esa fruta”, explica León. La floración de cerezos en laboratorios, cuenta, es algo que se ha hecho pero que ellos quieren evitar por la mala publicidad que tienen los transgénicos. “Esto es como subir el Everest por el lado más complejo”, se lamenta. “La respuesta más obvia es hacer plantas transgénicas, pero, aunque sepamos que los transgénicos no tienen nada de malo, si el consumidor no los quiere, sonamos”.

Entonces, ¿cuál es la alternativa? “Hace tiempo se identificó una proteína fundamental que regula la producción de flores. Estamos tratando de producir esa proteína en bacterias, purificar la proteína y dársela a los árboles como una especie de suplemento para las plantas”. En palabras simples: se usaría la bacteria como fábrica para hacer la proteína de la planta, y luego se traspasaría esta proteína al árbol para hacerlo florecer.

El proceso para producir esta proteína no es tan sencillo. Se parte clonando un gen desde la planta, que se traspasa a la bacteria mediante ingeniería genética. Como los ge-

nes funcionan igual en todos los seres vivos -bacterias, plantas, animales-, esta bacteria “lee” el gen como si fuera propio. Este gen en particular lleva instrucciones para fabricar la proteína requerida, entonces, cuando se inserta este gen a la bacteria, la bacteria produce la proteína de la planta y la guarda en su interior. Los investigadores entonces deben romper la bacteria, tomar la proteína y purificarla para su posterior uso. La gracia está en que la proteína es una proteína de la planta, no de la bacteria, lo que deja fuera toda especulación de transgénicos.

De momento, todavía no se ha conseguido la floración con este método, pero León confía en lograrlo a fines de este año. “Ya hemos pasado el gen a la bacteria, y purificado la proteína”, explica.

Ahora falta la última etapa, la de traspasar la proteína a la planta y, posteriormente,

probar el proceso en frutales más grandes, como vides y manzanos.

Un beneficio adicional de este proceso es que permitiría acelerar la floración en árboles que aún están en período de juvenilidad, es decir, que no han alcanzado todavía la edad para dar frutos. “Hay especies que tardan hasta 15 años en producir frutas”, dice León, y explica: “Cuando uno quiere hacer variedades nuevas de árboles, por ejemplo, un cruce entre un árbol que produce mucha fruta y otro que hace frutas grandes, tienes que sembrar las semillas del primer cruce y esperar varios años para evaluarla”. Ese tiempo tiene un costo enorme para el agricultor. “Una alternativa sería acelerar la floración para que produzcan frutas al año. Eso disminuye los costos de producir variedades nuevas”, detalla el investigador. Y eso, para un país agricultor como Chile, sería de alto impacto.



EXPLORACIÓN Y REFLEXIÓN

El gen que codifica para la proteína FT en cerezos fue introducido en plantas de *arabidopsis thaliana*. A continuación se muestran fotos de lo observado en estas plantas (L1 y L2).



Si todas las plantas tienen la misma edad y fueron cultivadas en las mismas condiciones, ¿qué efecto tiene la expresión del gen FT? ¿Qué función podría cumplir FT en el cerezo? ¿Para qué utilizamos la planta control?

REFLEXIÓN

1 Después de leer el texto, vuelve a revisar el cuadro inicial. ¿Estuvieron correctas tus respuestas?

2 Considerando tus nuevos conocimientos respecto a los transgénicos, ¿cuál es tu opinión acerca del desarrollo de modificaciones genéticas en productos de consumo humano?



APLICACIÓN

¿Cómo podríamos utilizar plantas transgénicas para enfrentar el cambio climático? Ejemplifica.

El equipo de trabajo

- **Gabriel León**, doctor en Ciencias Biológicas.
 - **Felipe Moraga**, Magíster en Bioquímica.
 - **Antonia Yarur**, Magíster en Bioquímica.
 - **Samuel Parra**, magíster en Bioquímica y estudiante de doctorado en biociencias moleculares.
-

Cómo se financiaron los estudios

El proyecto de floración en árboles está financiado por Corfo.

Referencias utilizadas

Yarur A, Soto E, León G, Almeida AM. The sweet cherry (*Prunus avium*) FLOWERING LOCUS T gene is expressed during floral bud determination and can promote flowering in a winter-annual *Arabidopsis* accession. *Plant Reprod.* 2016 Dec;29(4):311-322.