

## Cuaderno N° 78, edición 2020

### Edición génica, otra herramienta más para mejorar los cultivos

Te presentamos una de las más recientes herramientas que tienen los investigadores y fitomejoradores para lograr alimentos de calidad para los consumidores, productividad para los agricultores y sustentabilidad para el planeta: la edición génica.

#### La diversidad es la base del mejoramiento

Las frutas, verduras y cereales que conocemos hoy son el resultado del mejoramiento genético hecho por el ser humano desde hace miles de años. La base de todos estos avances y logros está en la diversidad existente en los organismos vivos.

Seguro debés haber escuchado la palabra “mutación”, aunque sea en referencia a una película de ciencia ficción. Lo cierto es que las mutaciones son cambios de una o más letras que ocurren naturalmente en el ADN de todos los seres vivos al replicarse. ¡Es más, hay mutaciones ocurriendo en tu organismo en este momento! Y está bien que ocurran, porque son la base de la diversidad.

Las mutaciones pueden resultar en algo bueno, malo o ser completamente neutrales. Pueden determinar que tengamos un determinado color de ojos o de pelo, y en plantas pueden resultar en frutos más carnosos, de mayor tamaño, de distinto color o más tolerantes a ciertas enfermedades, por nombrar algunos ejemplos.

#### Historia del mejoramiento

El ser humano ha venido seleccionando y mejorando las plantas que encontraba a su alrededor para obtener alimentos que pudieran satisfacer mejor sus gustos y necesidades.

Cruzando y seleccionando, fue eligiendo, empíricamente, las combinaciones de genes y características que más le convenía.

Luego los científicos descubrieron cómo se almacenaba la información genética en el ADN y cómo los cambios en estas secuencias podían generar cambios en las características (fenotipo) de las plantas. Así, los fitomejoradores desarrollaron técnicas para aumentar, a propósito, la cantidad mutaciones, generando de esta manera una mayor diversidad genética.

Entre las técnicas disponibles para inducir la ocurrencia de mutaciones al azar en la especie a mejorar están los rayos x, rayos gamma, etilmetanosulfonato (EMS). Gracias a estas técnicas, que se comenzaron a utilizar hace décadas y se continúan utilizando, es posible disfrutar de pomelos rosados, cebada de mayor rendimiento, crisantemos de distintas formas y colores, entre otros.

En este contexto, donde ya entendemos que el ser humano mejora las plantas y que comprendemos qué es una mutación, entra en escena la edición génica: una herramienta más que tienen los fitomejoradores para lograr cultivos de mayor productividad para los agricultores, que produzcan alimentos de mejor calidad para los consumidores en una forma sustentable para el ambiente.

#### ¿Qué es la edición génica?

La edición génica es un proceso que permite hacer cambios dirigidos en una secuencia específica del ADN de un organismo. Para diseñar esta herramienta, los investigadores se “inspiraron” en procesos naturales conocidos que ocurren en bacterias, y los aplicaron en las plantas.

Gracias a la edición génica, en lugar de tener que esperar a que ocurra un determinado cambio en el

ADN, o tener que inducir cambios al azar para luego poder seleccionar una característica deseada, hoy es posible lograr ese cambio de manera específica en una determinada secuencia de ADN, para obtener la característica que se busca de manera precisa y más rápidamente.

Las distintas herramientas de edición génica se basan en la capacidad que tiene el ADN de ser reparado cuando sufre un corte. En este caso, el corte se realiza en una posición determinada, en base a conocimientos previos que se tienen de la secuencia del organismo a modificar.

De todas las herramientas de edición génica disponibles (ej. ZFNs, TALENs, CRISPR), la que está dando más que hablar y que posiblemente hayas escuchado nombrar es CRISPR/Cas9, que es una adaptación del sistema que tienen naturalmente las bacterias para defenderse de los patógenos.

Básicamente CRISPR/Cas9 es una especie de “tijera molecular” capaz de identificar una determinada secuencia en el ADN de la planta que se quiere modificar y hacer un corte. La célula detecta el corte e inmediatamente trata de repararlo. Hay dos tipos posibles de reparación: 1) mediante recombinación no-homóloga, donde se vuelven a unir los dos extremos sin tener un molde para copiar, y el cambio resultante en ese punto es aleatorio, y 2) mediante recombinación homóloga, donde se agrega una guía/molde, para generar un cambio determinado (Figura 1).

Los investigadores aprovechan esta maquinaria de reparación natural para introducir en esa secuencia determinada el cambio que se desea. Estas mutaciones “dirigidas” son las que otorgan la característica deseada, y pueden pasar a la descendencia como cualquier otro cambio que se produzca naturalmente.

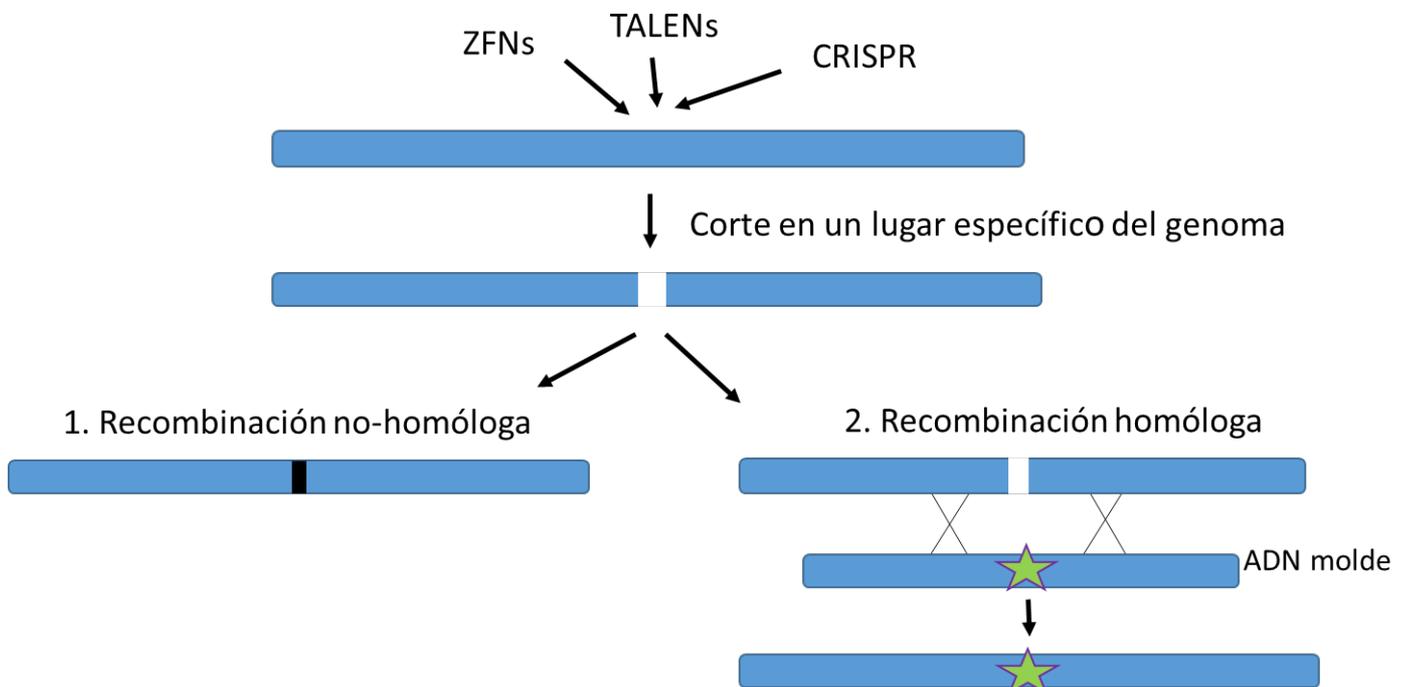


Figura 1. Esquema de cómo funciona la edición génica.

En resumen, la edición génica sirve para producir cambios que podrían haber ocurrido en la naturaleza, pero que hubieran llevado mucho más tiempo. Una vez que se confirma que la planta mejorada tiene el cambio deseado y expresa la característica esperada, ingresa en el programa de mejoramiento convencional, para ser incorporada a las variedades o híbridos elite. Esta tecnología, es una herramienta más que tienen los fitomejoradores para desarrollar cultivos para cubrir las nuevas necesidades que tenemos los consumidores. De esta manera, ciencia, tecnología y agricultura forman un equipo para seguir mejorando nuestros alimentos.

### Desarrollos basados en edición génica

Como ejemplo de desarrollos de alimentos mejorados utilizando edición génica en el mundo encontramos el trigo con menor contenido de gluten, los champiñones y las papas que no se oxidan, la soja con aceite más saludable, los porotos más digeribles, la mandioca libre de agentes cianogénicos. También hay desarrollos que buscan mejorar las características agronómicas de los cultivos, como la lechuga tolerante a altas temperaturas, los naranjos tolerantes a la enfermedad HLB y el arroz tolerante a la enfermedad del tizón del arroz.

Puntualmente en Argentina, investigadores del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Balcarce, están utilizando la edición génica para mejorar la producción y calidad tanto en plantas como en animales. Mediante cambios dirigidos en el genoma de la papa, han logrado evitar que las papas se pongan negras (se oxiden) cuando se las corta y se las expone al aire, logrando una papa más atractiva para los consumidores que mantiene sus propiedades nutricionales y la de sus productos derivados.

También se lograron avances en la edición génica de bovinos. En este sentido, investigadores del INTA y de la Universidad de San Martín utilizaron CRISPR para modificar el genoma de embriones producidos in vitro. En tres de los cuatro animales en estudio, pudieron editar el gen de la beta-lactoglobulina, principal alérgeno presente en la leche bovina.

Aunque ninguno de estos productos está disponible en el mercado en Argentina todavía, seguramente en un futuro llegarán a nuestra mesa.

Para más información sobre estos y otros desarrollos, consultá las placas y videos relacionadas con Edición Génica en la sección Recursos de la página de ArgenBio <http://argenbio.org/recursos>

### Actividades

1) Luego de mirar esta imagen, resumir la diferencia entre las técnicas de utilizadas para el mejoramiento de los cultivos: transgénesis, cruzamiento tradicional, mutagénesis y edición génica.

La imagen también está disponible en pdf en nuestro sitio:

[http://porquebiotecnologia.com.ar/recursos/Mejoramiento\\_vegetal\\_hoy.pdf](http://porquebiotecnologia.com.ar/recursos/Mejoramiento_vegetal_hoy.pdf)

**MEJORAMIENTO VEGETAL HOY | Transgénicos y otras técnicas**

Durante miles de años los agricultores y fitomejoradores utilizaron métodos de selección y técnicas de mejoramiento para obtener cultivos que se adapten mejor a condiciones climáticas adversas (como la sequía o las bajas temperaturas), para lograr características deseadas (por ejemplo, mejor sabor), para incrementar la presencia de algún nutriente o para lograr cultivos más productivos.

**Organismo Genéticamente Modificado (OGM)**  
La transgénesis es una herramienta más para mejorar los cultivos. Un OGM o transgénico se obtiene a través de una técnica que permite tomar una característica beneficiosa de un organismo (como la resistencia a insectos o la tolerancia a la sequía) y transferirla a un cultivo de interés.

Hoy se siembran en el mundo 15 cultivos genéticamente modificados

En el mercado argentino sólo hay 4: Maíz Soja Algodón y Calamaro\*\*

**Otras herramientas para mejorar los cultivos**

- Cruzamiento tradicional:** Esta técnica consiste en combinar las características deseadas de dos plantas para obtener una nueva y mejor variedad. \*Maíz de las Indias, venado y tomate que comemos fueron obtenidos de esta forma. Un ejemplo es la manzana verde Granny Smith.
- Mutagénesis:** Esta técnica utiliza radiación o sustancias físicas o químicas específicas para inducir mutaciones en plantas con el fin de obtener variedades nuevas, con mejores características relacionadas con el sabor, el color o tamaño, entre otras. El papito rosado que hoy comemos fue obtenido por mutagénesis.
- Edición Génica:** Las herramientas llamadas CRISPR-Cas9 y TALEN se utilizan para dirigirse a regiones específicas del genoma (DNA) de una planta y realizar allí cambios muy precisos o bien eliminar alguna característica no deseada. Por ejemplo, se está desarrollando un trigo con bajo contenido de gluten usando edición génica.

\*Datos actualizados a Noviembre de 2018. \*\*Cararns utilizado para procesamiento industrial con el fin de obtener queso para la fabricación del queso.

2) Mirá el video del investigador Sergio Feingold del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) <https://binged.it/30vNThz> y responde las siguientes preguntas:

- a. ¿Qué es el pardeamiento enzimático de la papa?
- b. ¿Por qué los investigadores están tratando de silenciar o frenar este proceso?
- c. ¿Cómo lo lograron? ¿Qué técnica utilizaron?
- d. ¿Qué conocimientos previos necesitaron estos investigadores para avanzar en este desarrollo?

"El Cuaderno" de PQBio es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico de ArgenBio. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología – ArgenBio.