

**Cuaderno N° 8, edición 2021****Cultivos transgénicos: lo que hay, lo que vendrá y algunos mitos...**

La biotecnología moderna basada en la ingeniería genética ha dado origen a los cultivos transgénicos y aún, a pesar de la evidencia científica disponible, es motivo de debates públicos y de algunas campañas que la cuestionan. Es que la biotecnología moderna con el uso de la tecnología del “ADN recombinante” es aún desconocida para algunos, y esto despierta incertidumbre y preguntas, si no se cuenta con información confiable y precisa.

La realidad es que, desde hace más de 25 años, se siembran cultivos transgénicos y se consumen sus productos derivados. De a poco, con información certera, y con las ventajas concretas que ofrece la biotecnología agrícola, las dudas se van disipando. Hoy el mundo se dirige hacia la producción de alimentos más seguros y de mayor calidad y hacia una agricultura que respeta el medioambiente. La biotecnología es una herramienta que, acoplada a la agricultura, puede brindarnos beneficios.

**Del campo a la mesa**

Un cultivo transgénico es aquel al que se le ha agregado uno o unos pocos genes por técnicas de ingeniería genética. Estos genes pueden proceder de cualquier organismo, como bacterias, animales u otras plantas. El objetivo de estas modificaciones genéticas es incorporar nuevas características o modificar algunas pre-existentes y así obtener beneficios (por ejemplo: resistir a una plaga, producir más proteínas o vitaminas o tolerar condiciones climáticas adversas como la sequía o las heladas).

Para obtener un cultivo transgénico o

genéticamente modificado se siguen varios pasos. Los primeros ocurren en un laboratorio, donde se modifican unas pocas células para luego, a partir de estas, regenerar las plantas modificadas y hacerlas crecer en cámaras de cultivo, después en invernaderos y finalmente en el campo. Estos pasos pueden resumirse de la siguiente manera:

- 1) identificar en un organismo el gen responsable de la característica deseada
- 2) transferir ese gen de interés a la planta a mejorar usando herramientas como *Agrobacterium tumefaciens* (un microorganismo que trasfiere genes de forma natural a las plantas) o la pistola génica
- 3) confirmar que la planta ha sido transformada (contiene el gen nuevo o transgén) y hacerla crecer
- 4) evaluar el fenotipo y la eficacia (por ejemplo, si fabrica la proteína insecticida y la planta resiste el ataque de determinada plaga)
- 5) realizar todas las pruebas necesarias para garantizar que el cultivo transgénico es seguro para el ambiente y para la salud de las personas y los animales
- 6) si las evaluaciones mencionadas son exitosas, incorporar la planta transgénica a los programas de mejoramiento del cultivo para pasar la característica a las mejores variedades.

Una vez que recibe la aprobación de las autoridades regulatorias, y el cultivo transgénico se libera al mercado, puede ser sembrado por los productores. Todos estos pasos, desde el laboratorio hasta la comercialización del cultivo, llevan aproximadamente entre 12 y 14 años de investigación, desarrollo y evaluación.

**¿Cómo llega un cultivo transgénico a tu mesa?**

El término “alimento transgénico” en general hace referencia a aquel alimento que deriva de un cultivo transgénico o genéticamente modificado (GM), por ejemplo: el choclo, la polenta, los copos de maíz, la milanesa o el aceite de soja. En un

sentido más amplio, el término “alimento transgénico” también podría incluir a aquellos alimentos en cuya fabricación se emplean ingredientes provenientes de cultivos GM, por ejemplo: lecitina de soja, jarabe de alta fructosa.

En cualquier caso, el término “alimento transgénico”, si bien es muy usado, no es del todo correcto, ya que el organismo genéticamente modificado es el cultivo u organismo del cual se obtiene dicho alimento y no el alimento en sí mismo. En su lugar, sugerimos hablar de “alimentos derivados de organismos transgénicos”.

### Los cultivos transgénicos hoy

En Argentina los cultivos genéticamente modificados que se siembran a gran escala son soja, maíz y algodón. Las características que se han incorporado son tolerancia a herbicidas, resistencia a insectos, o ambas características en la misma planta. A partir de 2019, también se siembra alfalfa transgénica con menor contenido de lignina (que implica mejor calidad de forraje para la alimentación animal) y tolerancia al herbicida glifosato. También se produce, a muy pequeña escala, cártamo transgénico para industrializar y producir quimosina (una enzima que se utiliza en la fabricación de queso).

En otros países, además de los cultivos principales como la soja, maíz, algodón y canola transgénicos se siembran, en superficies mucho más pequeñas remolacha azucarera, caña de azúcar, papaya, papa, berenjena, calabacín amarillo, manzana, ananá (piña), clavel y rosa. Entre las características incorporadas, además de resistencia a insectos y tolerancia a herbicidas hay resistencia a virus, tolerancia a sequía, color azul (rosa y clavel), color rosa (ananá) y menos pardeamiento (papa y manzana). (Estos datos corresponden a principios de 2021, acordate año a año chequear actualizaciones en [www.isaaa.org](http://www.isaaa.org))

### El futuro se está gestando

Además de los cultivos transgénicos actuales, hay un sinnúmero de desarrollos en todo el mundo que responden a las diferentes necesidades de los agricultores, como la de contar con cultivos que puedan crecer en regiones afectadas por sequías o heladas, suelos con alta salinidad o que se inundan frecuentemente.

También existen otros desarrollos biotecnológicos que buscan responder a nuestras demandas como consumidores. Por ejemplo, a la mayoría de nosotros nos gustaría comer alimentos más nutritivos y beneficiosos para nuestra salud. Para eso, se está desarrollando arroz enriquecido con pro-vitamina A (conocido como arroz dorado), aceite de soja con Omega3, tomates enriquecidos con antioxidantes, maíz con más vitamina E, y muchos otros. Además de los alimentos, se están desarrollando otros cultivos transgénicos para determinadas aplicaciones industriales, como una mejor producción de biocombustibles, fibra y papel.

Se suele decir que los desarrollos ya disponibles en el mercado son “la punta del iceberg”, ya que los científicos están trabajando en todo el mundo para producir más y mejores alimentos y enfrentar los desafíos actuales y futuros. Conocé ejemplos en esta imagen de: <http://argenbio.org/recursos>



## Potencial de la biotecnología para desarrollar mejores alimentos

La agrobiotecnología puede contribuir a la generación de alimentos más sanos a través de la eliminación o disminución de los niveles de factores anti-nutritivos, toxinas o alérgenos; la introducción o aumento de los niveles de factores promotores de la salud o la modificación de la proporción de los nutrientes.

Algunos ejemplos son:

**Gluten apto para celíacos:** La gliadina del trigo, la secalina del centeno, la avenina de la avena y la hordeína de la cebada son proteínas del gluten (prolaminas) que al ser ingeridas por determinadas personas provocan la enfermedad celíaca. El tratamiento actual consiste en eliminar el gluten de la dieta. Investigadores descubrieron que las secuencias de aminoácidos responsables de la enfermedad celíaca son similares en todas las prolaminas, lo que constituye un hallazgo alentador para encarar una estrategia de modificación genética. En esta estrategia los genes correspondientes serían reemplazados o modificados para que la planta sintetice una prolamina que no contenga tales secuencias.

**Mandioca (yuca) con menor contenido de glucósidos cianogénicos:** La mandioca es una fuente importante de hidratos de carbono en todo el mundo y contiene glucósidos cianogénicos, que provocan una enfermedad degenerativa en las personas si la mandioca no es procesada correctamente antes de su consumo. Las técnicas de mejoramiento tradicional son dificultosas debido a la forma de reproducción de la mandioca. Para disminuir los niveles de glucósidos cianogénicos se eligió silenciar genes cuyos productos intervienen en la síntesis de tales compuestos.

**Soja menos alérgica:** La soja es uno de los

alimentos que puede producir alergia en ciertas personas. La mitad de los casos se deben específicamente a una proteína, denominada P34. Un grupo de investigadores demostró que es posible silenciar la expresión del gen correspondiente sin alterar la maduración ni la composición de las semillas. También se ha desarrollado una variedad de *maní hipoalérgico* (no disponible en el mercado aún).

**Café descafeinado:** En todo el mundo existe un gran interés por el desarrollo de café sin cafeína. Los métodos actuales para prepararlo emplean solventes orgánicos para extraer la cafeína, lo cual genera la preocupación de la posible presencia de residuos de los solventes en el café. Otros métodos son criticados por alterar el sabor final de la bebida. Los investigadores identificaron los genes involucrados en la síntesis de la cafeína café y están ensayando diferentes estrategias para silenciarlos y así obtener un café con menos cafeína pero que conserve su sabor y características originales.

**Tomates con mayor contenido de licopeno:** El licopeno es un carotenoide antioxidante, neutraliza los radicales libres que se producen en el organismo y que llevan al envejecimiento celular y al desarrollo de enfermedades cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer. Se pueden aumentar los niveles de estos compuestos agregando los genes correspondientes a las enzimas que intervienen en su síntesis.

**Arroz dorado:** A este arroz se le agregaron los genes necesarios para producir beta caroteno, el precursor de la vitamina A. El arroz dorado podría mejorar la salud de millones de chicos, sobre todo en Asia, que sufren de ceguera y cuadros intestinales y respiratorios graves asociados a la deficiencia de esta vitamina.

*Canola con una proporción de ácidos grasos más sana:* La canola es un importante cultivo oleaginoso. La biotecnología se propone mejorar la calidad del aceite modificando su composición de ácidos grasos, como por ejemplo, elevando la proporción de ácido oleico el cual la hace más saludable. Algunas de estas variedades ya se cultivan en el mundo.

*Papa con mayor contenido de sólidos:* (especialmente almidón) en los tubérculos y a la vez reduce el contenido de agua. Esto significa que las papas absorben menos grasas cuando se fríen y en consecuencia son más saludables.

*Otros ejemplos:*

- Batata con mayor contenido proteico
- Soja con una proporción más saludable de ácidos grasos.
- Maíz con mayor contenido de los aminoácidos lisina, metionina y triptófano.
- Maíz con mayor contenido de almidón.

### **Potencial de la biotecnología para mejorar las características agronómicas de los cultivos**

Algunos ejemplos y tres desarrollos 100% argentinos: papa resistente a virus y soja y trigo tolerantes a sequía.

Algunos ejemplos de mejoras en las características agronómicas de los cultivos que los investigadores están buscando son las siguientes:

#### *Maduración retardada*

Con el retraso en la maduración de los frutos es posible almacenarlos por más tiempo o reducir las pérdidas durante el transporte. El retraso en la maduración también minimiza la pérdida de vitaminas de algunos alimentos antes de que lleguen al consumidor. La tecnología de retraso de la maduración, desarrollada inicialmente para los tomates, se ha aplicado también a otros cultivos

como frutillas (fresas), frambuesas, cerezas, melones, banana, ananá, pimientos, papaya, coliflor y brócoli. Hasta el momento ninguno de estos desarrollos ha sido liberado al mercado.

#### *Reducción del pardeamiento*

A través de la modificación de las rutas enzimáticas también es posible retrasar o inhibir el pardeamiento de las frutas como manzanas, peras, bananas o inclusive de la papa. En Argentina, investigadores del INGEBI-CONICET obtuvieron una variedad de papa con alto grado de inhibición del pardeamiento. En Estados Unidos, la manzana Arctic que tarda en pardearse ¡ya está a la venta! <https://www.arcticapples.com/>

#### *Resistencia a enfermedades*

Virus, hongos y bacterias producen reducciones importantes en la producción, además de afectar de manera adversa la calidad de los cultivos. Los cultivos resistentes a plagas y enfermedades tienen además, el potencial de reducir el empleo de agroquímicos. En Argentina existen diferentes proyectos de producción de plantas resistentes a plagas o enfermedades en etapa de estudio.

Destacamos un desarrollo público-privado (Tecnoplant - CONICET): el desarrollo de la primera papa transgénica resistente a virus hecha 100% en el país. Esta variedad de papa viene a solucionar un problema de producción muy importante en Argentina y va a permitir un ahorro, de 40 millones de dólares por año, para los productores de papa consumo. Los beneficiarios, en primera instancia, son los pequeños productores, especialmente aquellos que trabajan con agricultura poco tecnificada y cuyo principal problema son las plagas y enfermedades. Por otra parte, pensemos en los múltiples formatos en los que se consume la papa: las papas fritas envasadas, el puré instantáneo, etc. Si tomamos en cuenta estos usos, podríamos decir que este desarrollo

tiene un doble impacto adicional: a nivel social y a nivel industrial. Finalmente, al resultar en un cultivo más saludable y de mayor rendimiento, se aprecia cómo a través de este tipo de desarrollos, la ciencia y la tecnología contribuyen a incrementar la eficiencia de producción y a reducir la pérdida de alimentos.

#### *Tolerancia a estreses bióticos*

Tolerancia a heladas, sequía, salinidad, etc. Ej. tomate tolerante a heladas, soja y trigo tolerante a sequía. La soja tolerante a sequía fue desarrollada en Argentina y aprobada en 2018. Este cultivo presenta un mejor rendimiento frente a condiciones ambientales adversas, gracias a un desarrollo tecnológico del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). El trigo tolerante a sequía, también desarrollo argentino fruto de la interacción público-privada, recibió la aprobación regulatoria en octubre de 2020 pero aún no está en el mercado. Su comercialización se encuentra condicionada a la aprobación para importación por parte de Brasil.

#### **Un mito aún vigente - ¿Hay tomates transgénicos en nuestra mesa?**

No. Por el momento no hay ningún tomate transgénico que se comercialice en el mundo. El tomate que encontramos hoy en las verdulerías fue mejorado por métodos tradicionales y no por transgénesis.

Se dice que perdió el sabor (es más, algunos culpan a la transgénesis por esto) ¿Por qué? Hay varias razones que pueden influir en el sabor del tomate. En general, el mejorador y el productor priorizan seleccionar y cultivar aquellas variedades que prometen más rendimiento y menor susceptibilidad a las enfermedades o aquellas que tienen un aspecto atractivo, dejando a veces en un segundo plano el sabor. Otra razón es la distancia que recorren las frutas desde las quintas hasta la

ciudad. Si el campo o huerta está cercana a la ciudad, los frutos se pueden dejar en la planta hasta último momento (cuando el contenido de azúcar, por ejemplo, es mayor).

Lamentablemente, las necesidades de recolección, transporte y almacenamiento de los tomates hacen que muchas veces no se pueda esperar a cosecharlos muy maduros porque se echarían a perder en el viaje. Sumado a esto, está la prolongada refrigeración necesaria para atender las nuevas demandas del consumidor, que quiere tener disponibles todas las frutas y verduras en cualquier momento del año, incluso fuera de estación, y la única forma de lograrlo actualmente es depositar las cosechas en cámaras de frío por períodos más prolongados.

*Nota para el lector:* Esta versión corresponde a enero de 2021. En lo referente a datos de adopción y aprobación de cultivos transgénicos, siempre chequear su actualización año a año en <http://argenbio.org/cultivos-transgenicos>.

#### **Actividades**

##### **Actividad 1. ¡A imaginar!**

Esta actividad tiene como disparador plantear en clase la siguiente pregunta:

¿Qué cambios les gustaría introducir en las frutas, verduras u otras plantas?

*Nota:* El docente podría ilustrar con ejemplos: manzanas más dulces, sandías menos pesadas, bananas que se pardeen más lentamente. Es importante discutir entre todos si las propuestas son pertinentes y si tienen en cuenta su aporte al bienestar de las personas, o del agricultor o el beneficio para la industria. Esta actividad puede utilizarse como una pequeña introducción al tema de mejoramiento vegetal.

## Actividad 2

En [www.porquebiotecnologia.com.ar](http://www.porquebiotecnologia.com.ar) (Sección materiales) descargá este poster y conversá con tus alumnos y compañeros acerca de cómo llega un cultivo transgénico a tu mesa.



<http://porquebiotecnologia.com.ar/recursos>

"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.

## Actividad 3

En [www.porquebiotecnologia.com.ar](http://www.porquebiotecnologia.com.ar) (Sección materiales) descargá el cuadernillo: Cultivos transgénicos: del campo a tu mesa y realizá las actividades allí propuestas.



[http://porquebiotecnologia.com.ar/recursos/Revista\\_cultivos\\_transgenicos.pdf](http://porquebiotecnologia.com.ar/recursos/Revista_cultivos_transgenicos.pdf)