

Cuaderno N° 6, edición 2021

Introducción a la Biotecnología Agrícola

La biotecnología agrícola se refiere a la aplicación de las técnicas de la ingeniería genética al mejoramiento de los cultivos, con el objetivo de generar beneficios para el productor agropecuario, el consumidor, la industria, la salud animal y humana y el medioambiente.

Entre sus aplicaciones se encuentran la obtención de plantas tolerantes a herbicidas, resistentes a insectos y enfermedades, así como plantas que pueden producir mejor en suelos salinos, a bajas temperaturas o en ambientes con lluvias escasas. También se incluye la obtención de alimentos más nutritivos o más saludables, frutos que resistan mejor al transporte y almacenamiento, así como plantas productoras de moléculas de uso farmacológico, biopolímeros o destinadas a la producción de lubricantes o biocombustibles.

Las variedades vegetales obtenidas por ingeniería genética son los llamados cultivos transgénicos, los cuales son compatibles con el manejo integrado de plagas y con la agricultura sustentable.

El uso de estas nuevas tecnologías permite aumentar la competitividad de países agroexportadores como la Argentina incrementando los rendimientos, disminuyendo los costos y aumentando la seguridad de la cosecha. Además, permite obtener alimentos de mayor calidad en forma más eficiente y segura para la salud y el medio ambiente.

¿Por qué producir cultivos transgénicos?

Diferentes análisis de expertos prevén para los próximos 30 años un incremento de la demanda mundial de alimentos de entre el doble y el triple de la actual, especialmente en países

subdesarrollados. Este aumento de demanda de alimentos también genera crecimiento en la demanda de proteínas para alimentación animal, y mejoras cualitativas en los alimentos para resolver problemas nutricionales de importantes sectores de la población mundial.

Para lograr estos incrementos y mejoras en la calidad alimentaria deberá plantearse una producción sustentable en términos de respeto por el medio ambiente y por la biodiversidad. Y, ante la limitación de recursos físicos, como el suelo, una de las variables disponibles para duplicar la productividad agrícola es el mejoramiento genético.

El incremento de la eficacia productiva de los organismos puede encararse mediante el mejoramiento genético convencional (cruzamientos intra e interespecíficos, mutagénesis inducida) o mediante la transformación genética. En la actualidad, el mejoramiento de plantas es un proceso multidisciplinario y coordinado, donde un gran número de herramientas y elementos de la mejora tradicional, bioinformática, biología molecular e ingeniería genética son utilizados e integrados.

El mejoramiento genético convencional enfrenta algunas limitaciones, tanto en términos de la disponibilidad de germoplasma, como de los plazos requeridos para la obtención de nuevas variedades. Las técnicas de ingeniería genética se usan para mejorar o introducir nuevas características a los cultivos mediante intervenciones más precisas, rápidas y predictivas, cuando las otras técnicas de mejoramiento agotan sus posibilidades.

Por ejemplo, la ingeniería genética se aplica cuando la característica a ser introducida no está presente en la especie de interés, o la característica

es muy difícil de mejorar por métodos convencionales, o cuando la introducción o mejora de una característica pueda llevar mucho tiempo por métodos convencionales. Algunos de los cambios o mejoras realizadas a los cultivos resultan de la modificación de los genes ya presentes en la planta, o la supresión de ciertos genes. En otros casos, en cambio, se requiere de la transferencia de genes desde otras fuentes (por ejemplo, desde diferentes especies).

La posibilidad de superar la barrera de cruzamiento sexual mediante la ingeniería genética y transgénesis permite hacer uso de un pool genético más amplio, ya que es posible aislar genes de cualquier origen y transferirlos entre especies no emparentadas. Es también posible dirigir la expresión de estos nuevos genes a ciertas partes específicas de la planta (raíz, hoja) o en algún momento en particular o circunstancia del ciclo vital del organismo, como la floración.

La biotecnología moderna, una alternativa sustentable

La intensificación agrícola ha acentuado los procesos de erosión y de degradación de los suelos, y el uso masivo de agroquímicos y fertilizantes. Por otro lado, la contribución del mejoramiento genético por métodos tradicionales de cruzamiento y selección, tiene limitaciones ante los nuevos desafíos. En consecuencia, se busca introducir tecnologías y sistemas de manejo agronómico que incrementen la productividad sin agregar impactos negativos al medioambiente y que, incluso, contribuyan a mitigar los impactos ya reconocidos.

La biotecnología es una alternativa sustentable a las prácticas convencionales. En la actualidad, millones de hectáreas en todo el mundo se cultivan con métodos conservacionistas para proteger el recurso suelo. Con el paquete tecnológico “cultivo transgénico tolerante a herbicida - siembra directa”

es posible reducir la degradación y erosión del suelo, por cuanto se reduce la labranza y roturación de la tierra (ver Cuaderno N° 8, 60, 92) y se deja en los lotes el residuo de las cosechas que protege el suelo y contribuye al reciclado de materia orgánica al suelo.

Otro problema existente en la agricultura es el causado por las heladas y las sequías o inundaciones que pueden arrasarse a los cultivos. La biotecnología puede proporcionar cultivos con una mayor tolerancia a las variaciones climáticas naturales y disminuir la dependencia de la gestión de los recursos hídricos, desarrollando variedades tolerantes al estrés hídrico. También, es posible aumentar la capacidad de las plantas de soportar un descenso de la temperatura o temperaturas extremas.

Los insectos plaga y las enfermedades de las plantas que atentan contra la producción agrícola exigen una alternativa para complementar a los tratamientos químicos y proteger a los recursos naturales. Los cultivos transgénicos pueden disminuir potencialmente la necesidad de plaguicidas y herbicidas para controlar plagas, malezas y enfermedades y permitir una aplicación más selectiva y eficaz de los productos fitosanitarios. Por ejemplo, los cultivos transgénicos Bt comercializados hace ya muchos años (ver cuaderno N° 18, 43) son resistentes a los principales insectos plaga y requieren menos aplicaciones de insecticidas. Un beneficio indirecto es la mejora en la calidad de lo producido.

Expertos de todo el mundo estiman que las innovaciones biotecnológicas triplicarán los rindes de los granos sin requerir más tierra cultivada, es decir que contribuirán a producir cada vez más en la misma superficie.

Cultivos genéticamente modificados y sus beneficios para el consumidor

La biotecnología ofrece los medios para producir alimentos más nutritivos y de mejor sabor, mayor rendimiento de las cosechas y plantas protegidas naturalmente frente a enfermedades e insectos. Si bien con la primera generación de productos biotecnológicos en el mercado, caracterizados por mejoras agronómicas (resistencia a insectos, tolerancia a herbicidas, tolerancia a sequía, etc.), los beneficios han sido capitalizados principalmente por los agricultores, el consumidor se beneficia en el sentido de que estas variedades, sobre todo las resistentes a insectos, reducen el empleo de productos fitosanitarios. Un menor uso o un uso más eficiente de fitosanitarios, reduce el potencial de contaminación ambiental y la exposición animal y humana a los mismos. A su vez, los mayores rendimientos obtenidos contribuyen a reducir la necesidad de expandir la superficie cultivada para cubrir la mayor demanda de alimentos.

La generación que se viene a futuro de cultivos transgénicos, está orientada a explotar otros nichos económicos y propone beneficios más directos para la nutrición y salud animal y humana. Estos nuevos cultivos en desarrollo, podrán presentar modificaciones que mejoren o complementen su calidad alimentaria y modificaciones que les permitan producir compuestos con diversos fines industriales que mejoren la calidad de vida.

Ejemplos de modificaciones para mejorar el valor nutritivo de las plantas son aquellas que optimizan el balance de aminoácidos esenciales que deben ser provistos por la dieta porque el organismo es incapaz de sintetizarlos, o la composición de determinados micronutrientes, por ejemplo, la concentración de hierro. También es posible modificar rutas metabólicas con la finalidad de producir lípidos o carbohidratos de estructuras

especiales, destinados a aplicaciones industriales o alimentarias específicas (por ejemplo, aceites con distintas composiciones de ácidos grasos o almidones de distinta composición). Por último, también es posible implantar nuevas rutas metabólicas para la síntesis de factores nutritivos no proteicos como vitaminas A o E, que no están normalmente presentes en las plantas. Un ejemplo de beneficio para el consumidor es el arroz dorado, el cual podrá ayudar a combatir la deficiencia de vitamina A en países subdesarrollados proveyendo betacaroteno, precursor de la vitamina A, y hierro (ver Cuaderno N° 23, 91). Otros ejemplos en desarrollo son las papas que absorben menor cantidad de aceite, y alimentos hipoalergénicos (por ejemplo, maní y soja libres de componentes alergénicos naturales).

Cultivos genéticamente modificados y posibilidades para la industria

La ingeniería genética hace posible la utilización de las plantas para producir moléculas de uso industrial (molecular farming, producción de moléculas de interés en plantas) que antes debían extraerse de otros organismos u obtenerse mediante fermentación microbiana. Dentro de estas aplicaciones se incluye la producción de sustancias de interés farmacológico o para la elaboración de lubricantes y plásticos biodegradables.

También se trabaja en las rutas de síntesis de lignina (polímero que al combinarse con la celulosa da rigidez a la madera) para obtener distintas calidades de madera en los árboles, o la alteración de la síntesis de determinados pigmentos para uso textil, cosmética, pinturas, etc.

Finalmente, el mejoramiento de plantas para su utilización como materia prima renovable para la producción de biocombustibles (bioetanol, biodiesel, biogás) constituye una necesidad mundial y en esto la ingeniería genética presenta

gran potencial (ver Cuadernos N° 58 y 66).

La seguridad de uso y consumo de los cultivos transgénicos

Pocas tecnologías en la historia de la humanidad han sido introducidas con marcos regulatorios tan estrictos como la biotecnología moderna (ver Cuaderno N° 19). Los cultivos transgénicos son testeados rigurosamente antes de ser introducidos en el mercado, en lo que respecta a su seguridad ambiental y aptitud de los nuevos cultivos para el consumo humano y animal, en lo que se refiere a composición sustancial, calidad nutricional y presencia de toxinas o alérgenos.

El proceso de análisis ha sido seguido regularmente por la comunidad científica internacional y ha sido motivo de un intenso debate público. Puede afirmarse que ningún otro tipo de cultivo (de mejoramiento clásico) es sometido a evaluaciones tan rigurosas como los transgénicos, aún cuando hay casos en que pudiera presumirse que éstos involucran mayores riesgos para la salud humana.

Millones de personas vienen consumiendo en todo el mundo plantas transgénicas y sus derivados (aceite, harina, almidón, etc.) desde hace más dos décadas sin que se haya reportado evidencia científica alguna que sugiera que los alimentos derivados de cultivos genéticamente modificados sean más riesgosos para la salud humana que el resto de los alimentos.

Biología agrícola: conclusiones finales

En resumen, los retos de la biología agrícola residen en aumentar la productividad en simultáneo con la reducción de los costos, generar innovaciones para la industria y mejoras en la calidad de vida, por ejemplo, con alimentos de mayor calidad y más saludables, y conducir a prácticas de cultivo cada vez más sustentables.

Todas estas innovaciones generan una enorme diversidad de nichos productivos, y proporcionan valor agregado a la producción agrícola. Se está produciendo así la transición desde una agricultura basada exclusivamente en la producción de productos primarios (conocidos como commodities) hacia una agricultura de productos elaborados con fines específicos o valor agregado (specialities).

La biología puede y debe jugar un rol importante en el desarrollo de nuevos productos y sistemas de producción agrícola, pero otros factores, incluyendo tecnologías de fitomejoramiento tradicionales y de las infraestructuras agrícola-ganaderas no serán menos importantes para cubrir la creciente demanda de alimentos del futuro.

Las aplicaciones biológicas a la agricultura encierran grandes promesas. Por una parte, se asume que el mejoramiento de los cultivos mediante técnicas de biología molecular conducirá a una mayor producción y generación de nuevos nichos económicos. La reducción de costos de producción está hoy principalmente asociada a la menor utilización de combustible fósil, y reducción y uso más eficiente de productos fitosanitarios, aunque desarrollos futuros también podrían implicar una mejor eficiencia del uso de fertilizantes.

Asimismo, la introducción de tecnologías más amigables con el medio ambiente es un requerimiento urgente, de lo cual dependerá la sustentabilidad futura de los sistemas productivos. La satisfacción de la futura demanda de alimentos, tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo, es un problema muy complejo que demandará la utilización de todos los instrumentos disponibles para su resolución, incluyendo tecnologías convencionales y de última generación

como la ingeniería genética, edición génica, genómica, y la bioinformática, entre otras.

Argentina es un país que depende de sus exportaciones agropecuarias. Diferentes análisis económicos revelan que, pese a los esfuerzos y apoyos a otras ramas industriales, por su competitividad natural, el sector de agroalimentos y bebidas es, y seguirá siendo, el gran motor de la economía argentina. En tal sentido la competencia con otros países exportadores es muy alta. Estos países exportadores son los que ya hoy tienen plantas transgénicas y compiten con ellas por los mercados mundiales. La tecnología, es una herramienta genuina de competitividad y la biotecnología es una herramienta clave para poder competir.

Para más información sobre cultivos transgénicos aprobados y su adopción en Argentina y en el mundo visitar: <http://argenbio.org/cultivos-transgenicos>.

Actividades

Actividad 1. Resumen de contenidos

Se sugiere un trabajo en grupo con los alumnos, donde se dividan en grupos y a cada uno se le asigne el desarrollo de una infografía en base a los contenidos de este cuaderno.

- 1- Cultivos transgénicos: Beneficios para el consumidor y para el productor
- 2- Cinco razones por las cuales cultivar cultivos transgénicos
- 3- Cultivos transgénicos: oportunidades para la industria y para el campo

Nota: Pueden usar la siguiente infografía, que lista algunos de los beneficios de los cultivos transgénicos, como inspiración.

¿Qué significa OGM?

Organismo Genéticamente Modificado

Un cultivo genéticamente modificado (también llamado transgénico) es el resultado de una técnica de mejoramiento precisa que nos 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.

Genéticamente Modificado también significa **BENEFICIOS**

PARA EL AMBIENTE

- 1 Los cultivos transgénicos ayudan a preservar la tierra, porque permiten producir más en menos superficie.
- 2 Los cultivos transgénicos ayudan a reducir el desperdicio de alimentos (Ej.: La manzana GM que no se oxida y la papa GM que se pardea menos, disponibles en EE.UU.).
- 3 Junto a la siembra directa, los cultivos transgénicos contribuyen a usar mejor el agua, reducir la erosión del suelo y las emisiones de gases de efecto invernadero.

PARA VOS

- 1 SE PRODUCE MÁS COMIDA DE MANERA MÁS SUSTENTABLE. Más de 20 años de uso han permitido reducir las aplicaciones de insecticidas un 18,4% e incrementar los rendimientos un 22%.*
- 2 MÁS BENEFICIOS NUTRICIONALES. Científicos están trabajando en cultivos biofortificados para combatir deficiencias nutricionales y desafíos relacionados con la seguridad alimentaria.
- 3 COMIDA MÁS SEGURA. Ej.: El maíz Bt disponible en Argentina y otros países tiene granos más sanos, con menos micotoxinas (potencialmente cancerígenas) que el maíz convencional. Las papas que no se pardean tienen menos asparagina, lo cual disminuye la producción de acrilamida (sustancia cancerígena) durante la cocción a altas temperaturas.

GENÉTICAMENTE MODIFICADO SIGNIFICA ALIMENTOS SEGUROS PARA COMER Y CULTIVOS SUSTENTABLES PARA SEMBRAR

* Fuente: ISAAA, 2017

<http://argenbio.org/recursos/46-infografias/12536-que-significa-ogm-cuales-son-sus-beneficios>

"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.