

**\_10 años**  
Difundiendo la biotecnología en Argentina



**ArgenBio**



Consejo Argentino para la Información  
y el Desarrollo de la Biotecnología

**A lo largo de estos diez años ArgenBio ha informado sobre la situación de la biotecnología agrícola en Argentina y en el mundo. Esta es apenas una reseña de los principales hechos ocurridos entre 2003 y 2013:**

**2003:** 7 millones de agricultores siembran 67,7 millones de hectáreas de cultivos GM en 18 países. Argentina ocupa el segundo lugar, con 14 millones de hectáreas de soja, maíz y algodón. La adopción asciende al 98%, 50% y 20% de las superficies totales para estos cultivos, respectivamente.

**2004:** Argentina se anticipa por primera vez a sus destinos de exportación en una aprobación regulatoria, autorizando la siembra comercial de un maíz tolerante a herbicida aún no aprobado en la UE.

**2005:** se siembran cultivos GM por décimo año consecutivo en Argentina. Los beneficios económicos a nivel nacional acumulados desde el comienzo de su adopción ascienden a 20 mil millones de dólares.

**2006:** los cultivos GM alcanzan las 100 millones de hectáreas en todo el mundo. Además de soja, maíz, algodón, canola, papaya y zapallo transgénicos, se siembra por primera vez alfalfa tolerante a herbicida.

**2007:** Argentina siembra maíz con características acumuladas (resistencia a insectos y tolerancia a herbicida) y Brasil autoriza un maíz GM por primera vez, iniciando una etapa de aceleración en las aprobaciones y en la adopción de transgénicos.

**2008:** recibe aprobación regulatoria la primera rosa azul, desarrollada por científicos japoneses.

**2009:** Argentina siembra algodón con características acumuladas (resistencia a insectos y tolerancia a herbicida) y supera las 20 millones de hectáreas de cultivos GM. La adopción representa el 100% de la soja, el 98% del algodón y el 82% del maíz.

**2010:** se siembran cultivos GM por 15 años consecutivos en Argentina. Los beneficios acumulados a nivel nacional alcanzan los 72 mil millones de dólares.

**2011:** Brasil autoriza la siembra comercial de un poroto resistente a virus, completamente desarrollado por una institución pública (EMBRAPA). El sistema regulatorio argentino cumple 20 años de trabajo ininterrumpido.

**2012:** 17 millones de agricultores siembran 170 millones de hectáreas de cultivos GM en 28 países. Argentina ocupa el tercer lugar, con casi 24 millones de hectáreas de soja, maíz y algodón. Argentina autoriza la siembra comercial de maíces con cuatro y cinco genes acumulados para el control de malezas e insectos.

**2013:** el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca anuncia oficialmente la renovación y modernización del marco regulatorio argentino para cultivos GM, que acumula 5 aprobaciones comerciales en soja, 20 en maíz y 3 en algodón, además de más de 1.000 autorizaciones para ensayos a campo.

**Como una manera de responder a la demanda de información sobre la seguridad de los productos de la biotecnología agrícola, ArgenBio ha comunicado especialmente sobre este tema a través de sus canales y actividades destinadas a diferentes audiencias.**

**¿Son seguros?** Los cultivos transgénicos autorizados son seguros para el ambiente y producen alimentos seguros para el consumo. Se han estudiado cuidadosamente y cumplen con las normas de seguridad ambiental y alimentaria establecidas en Argentina y en todos los países donde han sido aprobados.

**¿Cómo se estudian?** Antes de llegar al mercado son sometidos a una evaluación científica para determinar si son tan seguros y nutritivos como sus pares convencionales. En Argentina, la autorización para la comercialización de un cultivo transgénico está a cargo de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, y se basa en los informes técnicos elaborados por tres Direcciones y sus Comisiones Asesoras:

- La Dirección de Biotecnología y la CONABIA evalúan los posibles riesgos que puede causar la introducción del cultivo transgénico en los agroecosistemas.
- La Dirección de Calidad Agroalimentaria del SENASA y el Comité Técnico Asesor sobre uso de OGM del SENASA evalúan los riesgos potenciales para la salud derivados del consumo (humano y animal) del cultivo transgénico o sus subproductos.
- La Dirección Nacional de Mercados Agrícolas determina la conveniencia de la comercialización de los productos para evitar potenciales impactos negativos en las exportaciones argentinas. Luego de considerar estos informes, el Secretario de Agricultura, Ganadería y Pesca toma la decisión final autorizando la siembra, consumo y comercialización del cultivo GM (evento de transformación) analizado.

**A la vanguardia.** Argentina no sólo es pionera en adopción, sino también en la regulación de los cultivos genéticamente modificados, con un sistema creado en 1991, cinco años antes de la autorización de la soja transgénica. Además de garantizar la adopción segura de los productos de la biotecnología, el sistema regulatorio argentino se destaca por su sólida trayectoria, que ha servido de ejemplo a muchos países del mundo.

**Qué dicen los expertos.** Los cultivos transgénicos y sus productos son los más estudiados en la historia de la agricultura y de los alimentos. A la experiencia mundial en la evaluación de riesgo debemos sumar la evidencia contundente que aportan cientos de estudios científicos, y la opinión de expertos que ratifican que los productos de la biotecnología agrícola son tan seguros como sus contrapartes convencionales. Entre estas opiniones se destacan las de asociaciones como la Organización Mundial de la Salud, la Comisión Europea, la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia, la Sociedad de Medicina del Reino Unido y la Unión de Academias de Ciencias de Alemania, por citar sólo algunas.

**La historia de uso seguro.** Los transgénicos se siembran y consumen desde hace más de 17 años. Con un crecimiento sostenido, en 2012 se cultivaron 170 millones de hectáreas en 28 países. Los miles de millones de toneladas que producen son consumidos por personas y animales no sólo donde se siembran sino también en los países donde se importan (Japón, UE, China, México, por citar algunos). A lo largo de la historia, y en este escenario global, no se ha reportado ningún caso de daño debido a la tecnología.



**La introducción de los cultivos transgénicos ocurrió en 1996 y desde entonces la adopción global creció a un ritmo acelerado.** Al comienzo se hablaba de sus beneficios potenciales, más tarde, de los beneficios percibidos por el productor agropecuario, que todos los años volvía a elegir los productos de la biotecnología agrícola. Hoy, los beneficios, tanto agronómicos, como para la salud y el ambiente, son un hecho.

### 1. Mayor producción de alimentos

Desde su introducción, la biotecnología agrícola agregó a la producción global 110 millones de toneladas de soja y 195 toneladas de maíz.

### 2. Menos aplicaciones de insecticidas

La resistencia a insectos ofrece una alternativa al uso de insecticidas, permitiendo un control más específico y flexible.

### 3. Sustitución de herbicidas

El uso de los cultivos tolerantes a glifosato llevó a una reducción en la cantidad aplicada de herbicidas de mayor toxicidad e impacto ambiental.

### 4. Simplificación y flexibilidad en el manejo

Los cultivos transgénicos actuales ofrecen un control más simple de insectos y malezas, menos laboreo y un manejo más flexible de las fechas de siembra y cosecha.

### 5. Menores niveles de micotoxinas

Al evitar el daño de las larvas, las tecnologías de resistencia a insectos en maíz también reducen los niveles de micotoxinas y mejoran la calidad de grano.

### 6. Sinergia con la siembra directa

Los cultivos tolerantes a herbicida facilitan la implementación de métodos conservacionistas de labranza, relacionados a su vez con una menor erosión del suelo, menos emisiones de gases invernadero y una reducción en el uso de combustibles.

### 7. Mayores rendimientos

A través de un control eficiente de insectos y malezas, los cultivos transgénicos han mostrado mejores rendimientos en diferentes áreas geográficas, principalmente en los países en desarrollo (16-30% más que en los cultivos convencionales).

### 8. Reducción en los costos de producción

Los costos de producción de los cultivos transgénicos son menores que los de sus pares convencionales debido a la reducción en el laboreo, el uso de herbicidas más baratos y menos aplicaciones de insecticidas.

### 9. Mayores ingresos para el productor agropecuario

Los cultivos transgénicos benefician a los agricultores a través del aumento de los rendimientos y la reducción de los costos de producción. Estos beneficios, acumulados hasta 2011, se estiman en más de 100 mil millones de dólares a nivel global; la mayor parte fue para los productores de países en desarrollo.

### 10. Beneficios económicos a nivel país

La adopción de cultivos transgénicos le ha reportado a la economía argentina, durante los primeros 15 años, un beneficio bruto acumulado de más de 70 mil millones de dólares, distribuidos entre los productores, el estado nacional y los proveedores de tecnologías.



**Entre 2003 y 2004, el Ministerio de Educación de Argentina incluyó el tema "Biotecnología" en la currícula escolar.** La mayoría de los docentes no contaba con conocimientos en el área por tratarse de una disciplina nueva en la escuela. ArgenBio respondió a esta necesidad creando un programa educativo dirigido a docentes. Así nació "Por Qué Biotecnología", de la mano de un equipo de profesionales que hace 10 años capacitan a docentes en todo el país en forma gratuita y desarrollan materiales didácticos de libre uso y reproducción.

### En qué consiste "Por Qué Biotecnología"

El programa se basa en 3 pilares:

- La capacitación docente
- El desarrollo de recursos didácticos propios y en colaboración con otros autores e instituciones
- El asesoramiento a docentes en la enseñanza de la biotecnología y la difusión de este tema en ámbitos educativos más allá de la escuela, como ferias educativas, bibliotecas, museos, etc.

### Materiales para todos los gustos

A lo largo de estos 10 años, el programa desarrolló más de 20 piezas de materiales didácticos de uso y distribución gratuitos: videos, cuadernos didácticos, manuales de trabajos prácticos, muestras y clases en museos, láminas, libros, cuentos para niños, juegos, boletines informativos y presentaciones. Todos los materiales están disponibles en [www.porquebiotecnologia.com.ar](http://www.porquebiotecnologia.com.ar).

### Alcance de las actividades educativas de ArgenBio

El crecimiento de las actividades educativas para enseñar biotecnología se refleja en las estadísticas. En 10 años...

- se capacitaron más de 13.800 docentes
- se dieron 149 capacitaciones presenciales en 17 provincias de Argentina
- Por Qué Biotecnología recibió 40 declaraciones de interés educativo
- se distribuyeron 131 cuadernos didácticos a más de 22.000 docentes suscriptos
- [www.porquebiotecnologia.com.ar](http://www.porquebiotecnologia.com.ar) alcanzó las 36.583 visitas mensuales
- ArgenBio auspició 80 congresos y seminarios y brindó 94 charlas, presentaciones y clases
- 22.871 lectores recibieron más de 520 boletines informativos "Novedades" con noticias de biotecnología en Argentina y en el mundo
- [www.argenbio.org](http://www.argenbio.org) alcanzó las 30.471 visitas mensuales
- ArgenBio y Por Qué Biotecnología fueron distinguidos con 8 premios por su labor educativa

### Alto impacto

La enseñanza de la biotecnología, y en particular el desarrollo de las actividades del programa educativo de ArgenBio, llegaron hace 10 años a los colegios y atravesaron diversos escenarios. En sus comienzos predominaba cierto desconocimiento y la necesidad de información. Hoy el escenario es diferente: una Argentina a la vanguardia en temas de biotecnología con profesionales capacitados y docentes formados que cuentan con materiales para sus clases. ArgenBio se enorgullece de haber colaborado en este proceso educativo y, más allá de los números, resume el éxito del programa educativo en un comentario hecho por un docente de enseñanza media que asistió a uno de los cursos de ArgenBio: "Con su proyecto de biotecnología nos han enseñado a mirar lo que era desconocido de otra manera y a quitarnos de encima varios prejuicios." (Prof. Lorena Guatto - Berazategui, Buenos Aires).

**Al principio, ArgenBio se dedicó a comunicar qué es la biotecnología y para qué sirve. A lo largo del camino, los escenarios y las necesidades fueron cambiando. Hoy el desafío es comunicar cómo la biotecnología agrícola contribuye a la sustentabilidad de la agricultura y a una alimentación saludable.**

### El mensaje

Lo primero fue seleccionar un estilo y las palabras justas. Hubo que adecuar el exacto y complejo lenguaje de la ciencia y convertirlo en una historia interesante y comprensible. Atrás debieron quedar los tecnicismos para dar lugar a ejemplos cotidianos que ayuden a comprender que la biotecnología es parte de nuestra vida diaria. En el caso de las aplicaciones de la biotecnología agrícola, fue necesario explicarlas en el contexto de la producción de alimentos, el mejoramiento de los cultivos y la demanda de un mundo que crece pero que al mismo tiempo debe preservar el ambiente, la biodiversidad y recursos tan valiosos como el agua y el suelo.

### El escenario

Por el año 2003, cuando nacía ArgenBio, existía una mirada desconfiada hacia lo que la ciencia y la tecnología podían ofrecer para mejorar los cultivos. El público, influenciado además por campañas de desinformación, dudaba de la seguridad de los productos de la biotecnología. En estas circunstancias, ArgenBio salió a “contar su historia” y el público tuvo la oportunidad de escuchar otras voces y conocer qué hacían los científicos, los productores agropecuarios y la industria, entre otros actores. El rechazo inicial daría paso, con el correr de los años, a la aceptación.

### Varias voces

Muchos hablan de biotecnología. Lo hacen los institutos de investigación, las empresas, las ONGs, los gobiernos, los científicos, los médicos, los medios, los maestros, los productores, los economistas, entre otros. El gran desafío para ArgenBio es mantener abierto el diálogo y el debate con el fin de que la sociedad conozca el sustento científico de los mensajes y las fuentes de donde proviene la información.

### Razón y corazón

La ciencia mejora la vida de las personas pero al mismo tiempo genera cautela, sorpresa, e incluso rechazo. El proceso de aceptación de una tecnología lleva tiempo. Usualmente, lo primero a lo que se enfrenta una nueva tecnología cuando se instala en una sociedad es a la desconfianza. A ella le siguen el rechazo y el combate a lo nuevo o desconocido. La introducción de la biotecnología agrícola atravesó por esta instancia de rechazo, pero siguió su curso. Estudios científicos, expertos y organizaciones avalaron su seguridad, y tras años de adopción segura, se percibieron las ventajas de su uso. Así, el rechazo y la desconfianza iniciales dieron paso con el correr del tiempo a la aceptación y el reconocimiento de los beneficios.

### Tendencias

Hay personas y grupos que marcan tendencias. Su credibilidad y cercanía a la gente hacen que su palabra sea escuchada. Así, por ejemplo, actores y otras personalidades públicas de diferentes ámbitos se identifican con diversas causas. Aquellos que se preocupan por el cuidado del ambiente y la naturaleza, muchas veces lo expresan usando la dicotomía “natural, sustentable, sano” vs. “antinatural, manipulado, peligroso”. Desde ArgenBio tratamos de mostrar que la tecnología y la ciencia trabajan para cuidar la naturaleza y que la intervención responsable del hombre en este proceso brinda beneficios.

### Los comunicadores

La palabra de ArgenBio llegó a la sociedad gracias al trabajo de diversos comunicadores que durante estos 10 años recibieron nuestra información, confiaron en nosotros y replicaron nuestro mensaje. A todos ellos, ¡GRACIAS!

**ArgenBio ha informado durante estos 10 años sobre los desarrollos de la biotecnología agrícola. Muchos de ellos avanzaron con éxito y están disponibles para el agricultor y el consumidor. Otros, a pesar de los grandes beneficios que podrían brindar, se encuentran frenados o avanzan muy lentamente. A continuación se describen algunos de estos casos.**

### **El arroz dorado**

Cada año alrededor de 500.000 niños pierden la vista y 2 millones de personas mueren por deficiencia de vitamina A, sobre todo en los países asiáticos donde el arroz es un alimento básico. El arroz dorado es rico en beta-caroteno (pro-vitamina A) y pretende aportar la cantidad de vitamina A que necesitan estas poblaciones. Fue creado por los profesores suizos Ingo Potrykus y Peter Beyer, quienes publicaron los primeros resultados en 2000, superados en 2005 con una segunda versión de arroz dorado que contenía más beta-caroteno. A pesar de los beneficios que podría brindar, el arroz dorado fue recibido con escepticismo por los marcos regulatorios y por el público, influenciados por duras campañas de desinformación. Hoy avanza en Filipinas, de la mano de los Institutos de Investigación de Arroz Internacional (IRRI) y de Filipinas (PhilRice). En agosto de 2013 uno de los ensayos fue destruido por activistas que tomaron por asalto las instalaciones del IRRI. La institución aseguró que a pesar de lo ocurrido continuará con los ensayos y próximamente presentará la información necesaria para su aprobación comercial.

### **La berenjena Bt**

La berenjena es un cultivo muy importante en India y muy popular entre los agricultores y consumidores de escasos recursos. Con pocas calorías, aporta fibra, calcio, fósforo, folato y vitaminas B y C. India es el segundo productor de berenjena, después de China. El cultivo requiere grandes cantidades de insecticida para combatir, principalmente, al barrenador del fruto y del brote (FSB), una larva que retarda el crecimiento y daña los frutos, al punto que no se pueden consumir ni vender. Para solucionar este problema, la empresa Mahyco desarrolló plantas de berenjena transgénicas resistentes a insectos (Bt). Entre 2001 y 2007 se realizaron ensayos a campo en los que se comprobó que la berenjena Bt era resistente al FSB y requería un 77% menos de insecticida que la no transgénica. Esta reducción tendría un importante impacto social y para la salud, ya que disminuiría los costos de producción y la exposición de los agricultores y consumidores a los insecticidas. En 2009 el sistema regulatorio recomendó la siembra comercial en India. Hace cuatro años que la autorización final está en manos del Ministerio de Ambiente, que estableció una moratoria hasta que se completen ciertos ensayos adicionales, aún no definidos ni justificados.

### **El trigo transgénico**

El trigo es un alimento básico y el segundo cereal en importancia, luego del maíz. Sin embargo, la producción de trigo continúa cayendo a nivel global. A diferencia del maíz y la soja, el trigo no ha sido beneficiado por la biotecnología, debido, principalmente, a problemas de percepción pública. El caso más resonante es el del trigo tolerante a glifosato, que pasó las pruebas regulatorias en Estados Unidos pero no llegó al mercado para evitar problemas con las exportaciones. También se ha trabajado en el desarrollo de trigo resistente a hongos, pero el proyecto fue discontinuado por los mismos motivos. Hay otros ensayos con trigo transgénico, con características como la resistencia a áfidos, composición saludable de almidón, reducción en el contenido de gluten y tolerancia a sequía. Algunos de estos ensayos han sido destruidos por activistas, otros siguen en pie.



**En 2012 se sembraron 170 millones de hectáreas de cultivos transgénicos en todo el mundo; la mitad correspondió a soja, el 32% a maíz, el 14% a algodón y el 5% a canola.** También se sembraron, en áreas más pequeñas, variedades transgénicas de alfalfa, papaya, zapallo, álamo, clavel y remolacha azucarera. En cuanto a los rasgos introducidos, los principales fueron la tolerancia al herbicida glifosato (soja, maíz, algodón, canola, alfalfa y remolacha azucarera), la resistencia a insectos (maíz, algodón y álamo) y la combinación de ambas características (maíz y algodón).

En áreas menores se sembraron también cultivos resistentes a virus (papaya y zapallo). **Los cultivos que hoy están en el mercado representan apenas la "punta del iceberg" de una enorme cantidad de desarrollos que se encuentran en etapas de experimentación a campo y evaluación en el mundo. Resumimos a continuación los que estarían listos para su lanzamiento comercial o bajo evaluación en el sistema regulatorio durante los próximos diez años.**

#### Desarrollos en maíz:

- Tolerancia a herbicidas 2,4-D, FOP, dicamba y otras combinaciones
- Resistencia a insectos lepidópteros y coleópteros con espectro de acción más amplio y nuevos modos de acción
- Aumento del rendimiento
- Tolerancia a sequía
- Resistencia a hongos
- Uso eficiente de nitrógeno
- Incremento de etanol, para producción de biocombustible.

#### Desarrollos en soja:

- Tolerancia a herbicidas imidazolinonas, HPPD, 2,4-D y otras combinaciones
- Resistencia a insectos hemípteros, además de lepidópteros
- Resistencia a nematodos, resistencia a hongos
- Aumento de rendimiento
- Incremento de aceite
- Aceite con omega-3, aceite con bajo contenido de saturados y cero grasas trans
- Mejor eficiencia para alimentación animal

#### Desarrollos en algodón:

- Tolerancia a herbicidas dicamba, glufosinato de amonio, DHT
- Resistencia a insectos lepidópteros (nueva generación) y a chinche ligus
- Tolerancia a sequía

#### Desarrollos en otros cultivos:

- Canola: tolerancia a herbicida (glifosato, glufosinato de amonio, dicamba), calidad de aceite
- Arroz: tolerancia a herbicida (glufosinato de amonio), arroz dorado (beta-caroteno), resistencia a insectos, aumento del rendimiento
- Alfalfa: menos lignina, aumento de rendimiento
- Poroto: resistencia a virus (Geminivirus)
- Berenjena: resistencia a insectos
- Papa: resistencia a virus (PVY)
- Remolacha azucarera: aumento del rendimiento
- Caña de azúcar: tolerancia a herbicida, resistencia a insectos, aumento en el contenido de azúcar
- Trigo: tolerancia a glifosato, aumento del rendimiento, tolerancia a sequía

ArgenBio difunde noticias e información sobre los desarrollos que están llevando a cabo instituciones y empresas argentinas en materia de biotecnología agrícola. Los diez que se mencionan a continuación ya han pasado con éxito las pruebas de laboratorio y fueron o están siendo ensayados en invernadero y/o a campo.

### 1. Papa resistente al virus PVY

Laboratorio de Biotecnología Vegetal Tecnoplant/SIDUS S.A. - INGEBI/CONICET  
Luego de varios años de ensayos a campo, está en la última fase de evaluación de riesgo

### 2. Caña de azúcar tolerante al herbicida glifosato

Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres - Chacra Experimental Agrícola  
En ensayos a campo

### 3. Trigo tolerante a sequía y salinidad

Universidad Nacional del Litoral - INDEAR - CONICET  
En ensayos a campo

### 4. Naranja amargo sevillano resistente al virus de la tristeza de los cítricos

INTA  
En ensayos en invernadero

### 5. Maíz resistente al virus del Mal de Río Cuarto

INTA  
En ensayos en invernadero y a campo

### 6. Trébol blanco con retraso de la senescencia

Facultad de Agronomía de la UBA - Universidad del Litoral - CONICET - INTA  
En ensayos en invernadero y a campo

### 7. Pasto miel resistente a hongos

Facultad de Agronomía de la UBA  
En ensayos en invernadero

### 8. Trigo, maíz y alfalfa tolerantes a estrés hídrico

INTA  
En ensayos en invernadero

### 9. Alfalfa con antígenos de interés para uso en medicina veterinaria (molecular farming)

INTA  
En ensayos en invernadero

### 10. Cártamo transgénico con producción de pro-quimosina (molecular farming)

INDEAR - CONICET  
En ensayos a campo

**Más allá de los beneficios agronómicos, la biotecnología agrícola también persigue el objetivo de mejorar la calidad de los alimentos.** Existen muchísimos desarrollos que incluyen la incorporación o modificación de características que pueden ser aprovechadas directamente por la industria o el consumidor. En esta nueva generación de cultivos transgénicos se buscan cambios en la composición de las plantas para obtener perfiles composicionales más saludables o seguros, e incluso lograr ciertos beneficios adicionales para la salud. Muchos de estos proyectos tienen como objetivo incrementar determinados nutrientes, como una manera de combatir deficiencias importantes como la falta de vitaminas, hierro o proteínas. En este sentido, la biotecnología agrícola es una herramienta poderosa, y junto con otras técnicas de mejoramiento, puede generar cultivos biofortificados (enriquecidos en nutrientes clave). La biofortificación, a su vez, sumada a una dieta balanceada y a la suplementación, contribuye significativamente a mejorar la salud y la calidad de vida de las personas.

**A continuación se describen tres proyectos de biofortificación que se están llevando a cabo en arroz, mandioca y sorgo:**

**BioCassava Plus.** Este proyecto integra herramientas de mejoramiento convencionales y modernas, y tiene como objetivo biofortificar la mandioca, un cultivo de gran importancia como alimento en los países tropicales. En particular, los científicos se proponen incrementar la cantidad de provitamina A, vitamina E, hierro, zinc y proteína, y al mismo tiempo disminuir los niveles de glucósidos cianogénicos (principalmente laminarina), que son compuestos tóxicos que pueden afectar la salud cuando se ingiere la mandioca mal cocida. Por ahora han logrado alcanzar los niveles deseados de provitamina A y vitamina E, y el 50% de los niveles deseados de zinc y hierro. Por otra parte, han conseguido aumentar los niveles de proteínas y disminuir los de glucósidos cianogénicos. Más información en [www.danforthcenter.org](http://www.danforthcenter.org).

**Arroz dorado.** Es un tipo de arroz desarrollado por investigadores suizos, al que se le agregaron los genes necesarios para producir beta caroteno, el precursor de la vitamina A. Pretende aportar vitamina A a las poblaciones que no consumen diariamente la suficiente cantidad de esta vitamina. La Organización Mundial de la Salud estima que cada año alrededor de 500.000 niños en todo el mundo pierden la vista y que hay 2 millones de muertes por complicaciones debidas a deficiencias en vitamina A. Estos problemas se manifiestan especialmente en el sudeste asiático, donde el arroz es un alimento básico. Se ha demostrado que el beta caroteno está bio-disponible en el arroz dorado, y que una taza sería capaz de proveer la mitad de la ingesta recomendada. Aunque todavía no está disponible comercialmente, ya está siendo ensayado a campo. Más información en [www.goldenrice.org](http://www.goldenrice.org).

**Sorgo biofortificado.** Varios centros de investigación de África están llevando a cabo el proyecto regional Africa Biofortified Sorghum, que pretende usar la ingeniería genética para fortificar el sorgo con provitamina A, vitamina E, hierro, zinc y aminoácidos. Hasta ahora han logrado incrementar los niveles de vitamina E y tres aminoácidos importantes, y reducir la cantidad de la proteína de almacenamiento kafirina, para que el sorgo sea más fácil de digerir. También consiguieron reducir la cantidad de ácido fítico, y de esta manera, hacer que tanto el zinc como el hierro puedan ser absorbidos mejor por el cuerpo humano. Algunos de estos desarrollos se han ensayado con éxito en invernadero y a campo, y se espera que las primeras semillas mejoradas puedan ser sembradas en 2017. Más información en <http://biosorghum.org>.

**En 2007 el mundo tomó conciencia de que el cambio climático era una realidad y que se originaba en gran medida por la acción del hombre. Desde ese momento, gobiernos, organizaciones y expertos trabajan para lograr un objetivo ambicioso: mantener los gases de efecto invernadero en un nivel seguro.**

La agricultura está estrechamente relacionada con el cambio climático. Por un lado, es parte del problema, ya que contribuye con una parte significativa de las emisiones totales. Por otro, se ve sensiblemente afectada por las consecuencias del calentamiento global. Así, el desafío que hoy enfrenta la agricultura es doble: mitigar el cambio climático y al mismo tiempo adaptarse a los cambios, de modo de no perder la capacidad de producir los alimentos que el mundo necesita.

### ¿Cómo puede la biotecnología agrícola ayudar en la mitigación del cambio climático?

La biotecnología agrícola contribuye a reducir las emisiones de gases de invernadero y por lo tanto a mitigar el cambio climático. La adopción de los cultivos transgénicos, iniciada en 1996, permitió usar menos energía y prácticas que favorecen el secuestro de carbono en el suelo:

- Los cultivos tolerantes a herbicidas han facilitado la adopción de prácticas conservacionistas como la Siembra Directa, que reducen la pérdida de carbono del suelo, las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el uso de combustible y la erosión del suelo.
- Los cultivos resistentes a insectos requieren menos aplicaciones de insecticidas, lo que resulta en un ahorro en combustible y por lo tanto menos emisiones de CO<sub>2</sub>.

En 2011, hubo una reducción de 37 millones de kg de ingredientes activos y la disminución en las aplicaciones de herbicidas e insecticidas y en el laboreo redujo las emisiones en 23,1 mil millones de kg de CO<sub>2</sub>, lo que equivale a sacar 10,2 millones de autos de las calles.

### ¿Cómo puede la biotecnología agrícola ayudar en la adaptación al cambio climático?

El cambio climático, a través del aumento de las temperaturas y los cambios en el régimen de lluvias y en la frecuencia y severidad de fenómenos meteorológicos extremos, tendrá un impacto importante en la productividad agrícola. Por un lado, los cultivos se enfrentarán a estreses abióticos, como la sequía, el calor y las inundaciones, y por otro, a nuevas plagas y enfermedades que aparecerán con estos cambios.

La biotecnología agrícola puede contribuir significativamente en este sentido, ya que brinda herramientas para mejorar los cultivos a través de la introducción de características específicas:

- Resistencia a insectos, con espectro de acción más amplio y nuevos modos de acción
- Resistencia a hongos, virus y bacterias
- Tolerancia a salinidad
- Tolerancia a sequía
- Tolerancia al frío y a las heladas
- Tolerancia al calor
- Tolerancia a la inundación
- Mejor aprovechamiento del nitrógeno