

Area: III La visión de las ciencias: descubrimientos, tecnologías, aplicaciones

Tema b) Aporte histórico a temas de actualidad

- Conflictos y soluciones frente al hambre del mundo

Tipo de trabajo: Ponencia

**Título:**

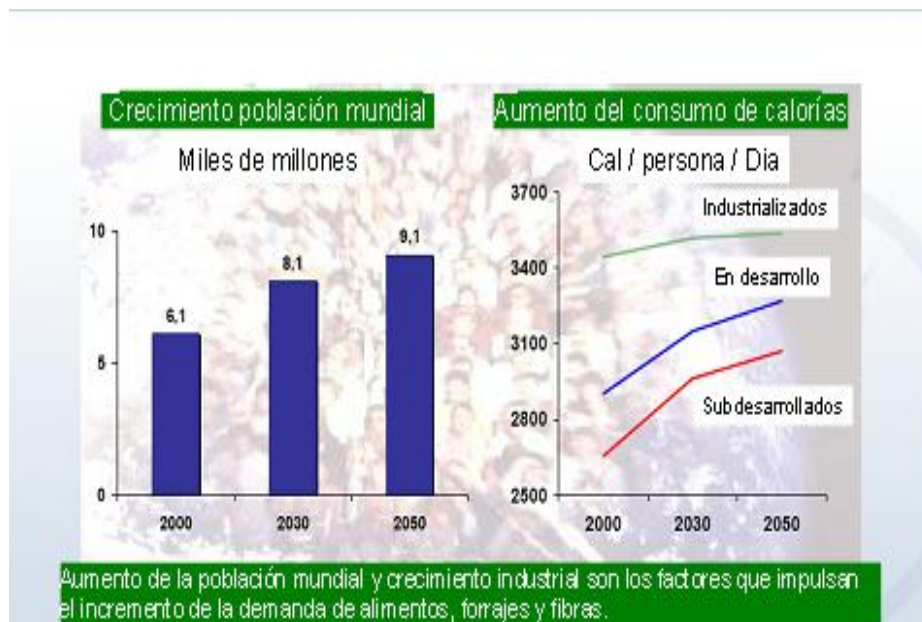
**Aporte de la Biotecnología Moderna a la Producción de Alimentos**

Ing. Agr. M.Sc. Silvia Alicia Passalacqua\* Ing. Agr. Guillermo Mentrut \*\*

## Introducción

Según la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) se estima que la población mundial alcanzará 9100 millones de personas en el año 2050, quienes demandarán el doble de alimentos y de energía. Sólo queda un 5% de tierra cultivable adicional y el cambio climático aumentará su impacto sobre el rendimiento de los cultivos.

### Cuadro 1. Aumento de la Población Mundial y Necesidad de Alimentos y Recursos Energéticos



Fuente: FAO, ONU proyección población mundial, revisión 2004; FAO Agricultura Mundial hacia 2030/2050.

\* Profesora Adjunta de la Cátedra de Terapéutica Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata.

Integrante de la Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria - CONABIA, representante de SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria).

\*\* Responsable de Asuntos Regulatorios y Manejo Responsable de Productos de Dow AgroSciences Argentina S.A.

Integrante de la Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria - CONABIA, representante de ASA (Asociación de Semilleros Argentinos).

A la demanda mundial de alimentos, piensos y fibras, se sumará el uso de biocombustibles, especialmente los obtenidos de caña azúcar, maíz y oleaginosas. Para lograr los niveles de producción necesarios, será imperioso aumentar la productividad por hectárea cultivada, utilizando tecnologías que permitan el control de las plagas, el manejo de las adversidades y la adaptación a suelos de menor aptitud agrícola.

Los cultivos genéticamente modificados (GM), desarrollados a través de la ingeniería genética, permiten controlar las malezas e insectos que disminuyen el rendimiento y la calidad de la producción. Nuevos productos que estarán disponibles en el futuro permitirán manejar de manera eficiente otras adversidades ambientales, así como mejorar la calidad nutritiva de los alimentos producidos.

La biotecnología ha sido adoptada rápidamente en sistemas productivos extensivos y en los cultivos principales que ocupan las mayores superficies. Los agricultores que cultivan áreas pequeñas y que manejan cultivos a escala familiar o de subsistencia podrían también beneficiarse con la siembra de cultivos GM. Los beneficios determinarán una mayor disponibilidad de alimentos para su propio consumo y para la venta de los excedentes.

Para que esto sea posible, será necesario dar asistencia a centros de investigación públicos y privados que están trabajando en especies vegetales que, por cultivarse en menores superficies, no son atractivos para las empresas que hacen desarrollos a escala mundial.

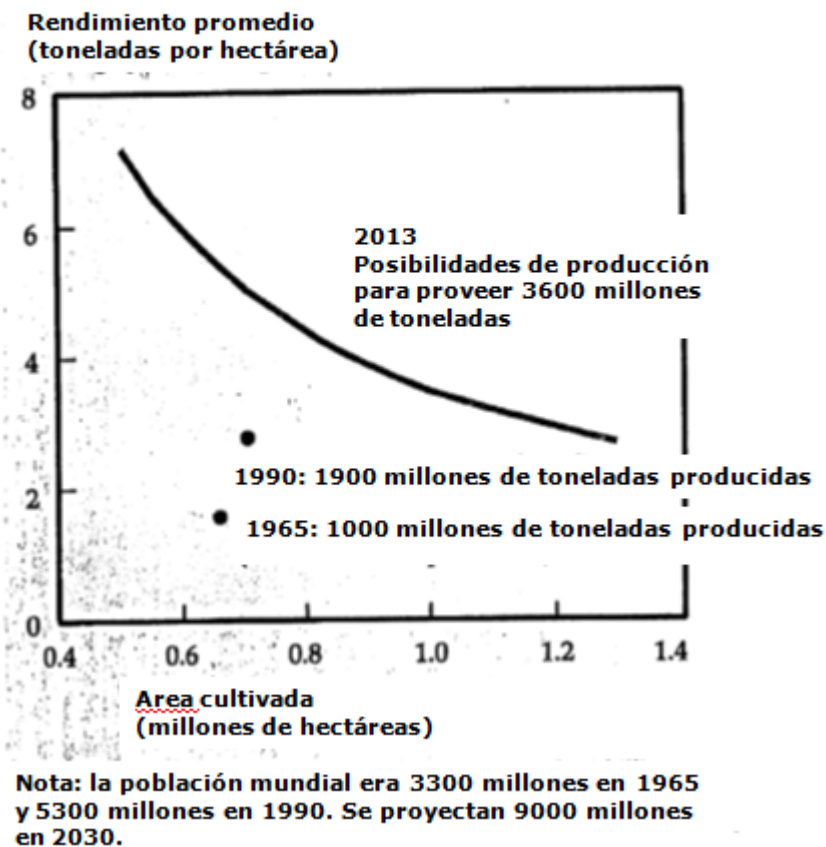
Estos cultivos beneficiarán a los sectores de la sociedad que trabajan en la agricultura familiar, colaborando con el objetivo de disminuir el problema del hambre en poblaciones de menores recursos.

## **I- Necesidad de aumentar la producción agrícola.**

El incremento de la producción agrícola puede realizarse de dos maneras: con una mayor superficie cultivada, o aumentando la producción por hectárea. El Banco Mundial analizó la demanda de cereales en 2030: la curva del Cuadro 2 muestra las combinaciones posibles de superficie cultivada y rendimiento. Serán necesarias 600 millones de hectáreas que rindan 6000 kg/ha, 1200 millones de hectáreas que rindan 3000 kg/ha, o cualquier combinación intermedia. Como no hay nuevas tierras disponibles para poner en producción, la única alternativa posible será aumentar el rendimiento de los cultivos en cada hectárea sembrada. Puede observarse que en el período 1965-1990 la producción aumentó un 90%: en un área 12% mayor, se obtuvo un 70% de crecimiento en el rendimiento por hectárea.

### **Cuadro 2. El desafío de producir cereales para la demanda estimada en 2030.**

**Producción mundial de cereales para alimentar a una población creciente: Resultados recientes y el desafío futuro.**



Fuente: Informe sobre el Desarrollo Mundial 1992. Desarrollo y Medio Ambiente. Banco Mundial.

No es simple alcanzar ese aumento de rendimiento necesario. Los cultivos tienen un potencial de producción que normalmente no se consigue por diversas causas. Las plagas disminuyen el rendimiento: malezas que compiten por la luz, el agua y los nutrientes; insectos que se alimentan de las plantas y afectan el rendimiento y la calidad de los granos, hojas y frutos; hongos, virus y bacterias que enferman a las plantas. La escasez de humedad en el suelo en los momentos críticos a lo largo del ciclo de cultivo, la baja fertilidad de los suelos o su salinidad, las heladas, son otros factores que limitan la producción de manera importante.

En los últimos años, los productos fitosanitarios utilizados para el control de plagas, los fertilizantes, el mejoramiento vegetal, la maquinaria especializada, la computación y la información disponible en internet, la biotecnología, la educación y la extensión rural que permiten capacitar a los agricultores, han permitido manejar esas adversidades. Los sistemas agropecuarios juegan un rol protagónico en cuanto a la provisión de alimentos a fin de satisfacer la demanda mundial. Desde mediados del siglo XX, el sector productivo experimentó una transformación esencial a través del acceso a innovaciones tecnológicas que permitieron un aumento de la productividad.

Como puede verse en el Cuadro 3, la producción de maíz en el mundo creció un 96% entre 1979 y 2009. Esto se logró gracias a un 28% de aumento de superficie, y a un 53% de aumento en el rendimiento por hectárea. Como la población mundial creció en esos 30 años un 59%, la disponibilidad de maíz por habitante y por día aumentó un 26%.

**Cuadro 3. Eficiencia de la agricultura moderna: aumento de la producción de maíz entre 1979 y 2009**

<b>Año</b>	<b>Área cultivada</b> (millones de ha)	<b>Rendimiento</b> (kg/ha)	<b>Producción</b> (millones de toneladas)	<b>Población mundial</b> (millones de habitantes)	<b>Disponibilidad de maíz</b> (g/habitante día)
<b>1979</b>	123.7	3385	418.6	4453.0	257.5
1989	131.8	3619	476.9	5306.4	246.2
1999	137.2	4425	607.2	6122.8	271.7
<b>2009</b>	158.6	5162	818.8	6895.9	325.3
Diferencia 2009/1979	<b>28 %</b>	<b>53 %</b>	<b>96 %</b>	<b>59 %</b>	<b>26 %</b>

Elaboración propia en base a datos de FAO.

Estos aumentos se han dado en la mayoría de los cultivos. Sin embargo, a pesar de la mayor producción, siguen existiendo millones de personas con hambre, situación que genera impactos sociales como desnutrición, disminución de capacidad de aprender, éxodo rural hacia las ciudades, marginalidad y falta de inclusión social.

Además de los aportes de la tecnología y de la extensión rural, la reducción del hambre en el mundo requiere un enfoque integrado que incluya inversiones que impacten en un aumento de la productividad agrícola, optimizando el acceso a la tierra, los insumos, los servicios, la educación, las tecnologías y los mercados, promoviendo el desarrollo rural e implementando programas de mejora nutricional y educacionales entre otros, con miras a reducir la inseguridad alimentaria.

*“Existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana”* (FAO - Cumbre Mundial sobre la Alimentación, 1996). Para alcanzar esta situación son necesarios compromisos y esfuerzos de los sectores público y privado.

## II- Biotecnología

En el escenario planteado en el punto anterior, en los últimos 20 años se sumó una herramienta tecnológica importante: la biotecnología. Esta técnica brinda los medios para generar más y mejores alimentos, crear fuentes renovables para combustibles, fibras y plásticos, contribuyendo a una agricultura sustentable, que sea viable económica y ambientalmente.

Los Organismos Genéticamente Modificados (OGMs) generados con técnicas de la biotecnología moderna aplicada a los cultivos ofrecen soluciones para el manejo de algunos de los factores que afectan y disminuyen la producción agrícola.

Sin embargo se ha desatado un importante debate a nivel nacional e internacional en el que se mezclan criterios científicos, regulatorios, intereses comerciales, y distintas percepciones de los consumidores sobre los beneficios que esta tecnología puede brindar.

Uno de los objetivos de este trabajo es presentar algunos conceptos que permitan discernir entre mitos y realidades de los “cultivos transgénicos”.

### a) Qué es la biotecnología?

El término transgénico describe un organismo al que se le han incorporado uno o más genes provenientes de una especie distinta, introducidos en su genoma por ingeniería genética, que se transmiten a las generaciones siguientes. El gen introducido permite la producción de una nueva proteína, y en consecuencia el organismo receptor manifiesta una característica que originalmente esa especie no tenía.

Si bien los casos más difundidos públicamente corresponden a la agricultura, entre los productos generados por biotecnología hay medicamentos, enzimas utilizadas en detergentes, e ingredientes alimenticios como aminoácidos y vitaminas. Estos usos están regulados por las autoridades sanitarias de los países que los utilizan, quienes evalúan su inocuidad y los beneficios aportados en cada caso antes de autorizar su uso.

### b) Cultivos transgénicos

Los cultivos transgénicos o genéticamente modificados (GM) más difundidos actualmente en el mundo son la soja, el maíz, el algodón y la colza. La mayor parte de las características aprobadas son:

- TH (tolerantes a herbicidas): se les ha incorporado un gen que les confiere tolerancia a herbicidas, y que permite controlar las malezas con ciertos productos sin afectar al cultivo.
- RI (resistentes a insectos): tienen incorporada una proteína que proviene de la bacteria *Bacillus thuringiensis* que permite el control de insectos lepidópteros (orugas) o coleópteros (escarabajos). Estos cultivos - maíz, algodón o soja, conocidos como “Bt”- evitan la necesidad de insecticidas para el control de los insectos que dañan el cultivo.

- Otras características que se están aprobando en el mundo son:
  - papa con menor nivel de acrilamida (un componente natural que se produce cuando se la calienta a altas temperaturas, y que es potencialmente carcinogénico para las personas),
  - alfalfa con menor contenido de lignina, que permite una mayor digestibilidad,
  - maíz con mayor digestibilidad,
  - maíz con alto contenido del aminoácido lisina.

### **c) Beneficios de las características introducidas**

En promedio los cultivos GM han reducido el uso de plaguicidas químicos en un 37%, el rendimiento de los cultivos ha aumentado un 22%, y las ganancias de los agricultores han crecido en un 68% (ISAAA 2014).

Los beneficios agronómicos que se obtienen por la siembra de estos cultivos GM son importantes para la producción de alimentos:

- Mayor rendimiento por unidad de superficie.
- Mayor calidad del grano.
- Menor contaminación de hongos que infectan el grano en las partes dañadas por insectos.
- Un control de malezas eficiente con herbicidas totales permite proteger el suelo con la práctica de la siembra directa, sin roturar el suelo:
  - Evita la pérdida de suelo por erosión.
  - Favorece la conservación del recurso suelo y de la biota.
  - Aumenta la materia orgánica del suelo.
  - Disminuye el requerimiento de energía (combustible) durante el ciclo productivo al disminuir el uso de implementos agrícolas.
  - Disminuye la huella de carbono de la actividad agrícola.
- La resistencia a insectos permite usar menos insecticidas en los cultivos, disminuyendo el riesgo del aplicador.

Las creaciones biotecnológicas que están en desarrollo actualmente y que se hallarán disponibles en los próximos 10 años, generarán grandes beneficios:

i- Adaptación a factores abióticos, si bien se encuentran en etapa de evaluación, permitirán afrontar los impactos del cambio climático global.

- Tolerancia a sequía: los cultivos requerirán menor cantidad de agua, lo que permitirá producir en zonas con menor cantidad de lluvia, o mantener el rendimiento en años secos.
- Adaptación a suelos poco fértiles o salinos.
- Tolerancia a heladas para la implantación de cultivos en zonas más frías.

ii- Mejoras en la aptitud alimenticia o calidad nutricional:

- Mayor contenido de proteínas, o de aminoácidos esenciales.

- Modificación del tipo de aceite que producen los cultivos oleaginosos para mejorar su impacto sobre la salud (mayor contenido de ácido oleico, por ejemplo).

iii- Aportes a la salud pública: algunas características incorporadas podrán ofrecer mejoras nutricionales con impacto sobre la salud.

- La deficiencia de la vitamina A en los alimentos afecta frecuentemente a los ojos y puede llevar a la ceguera y otros problemas de salud. Esta deficiencia produce millones de muertes por año y es muy común en el sudeste asiático donde el arroz es un alimento básico.

El “Arroz Dorado”, un cultivo GM, fue desarrollado para expresar el pigmento beta caroteno, precursor de la vitamina A, que no está presente en el cultivo original. El cultivo y consumo de este arroz permitirá disminuir considerablemente esta enfermedad ya que solucionará dicha deficiencia vitamínica.

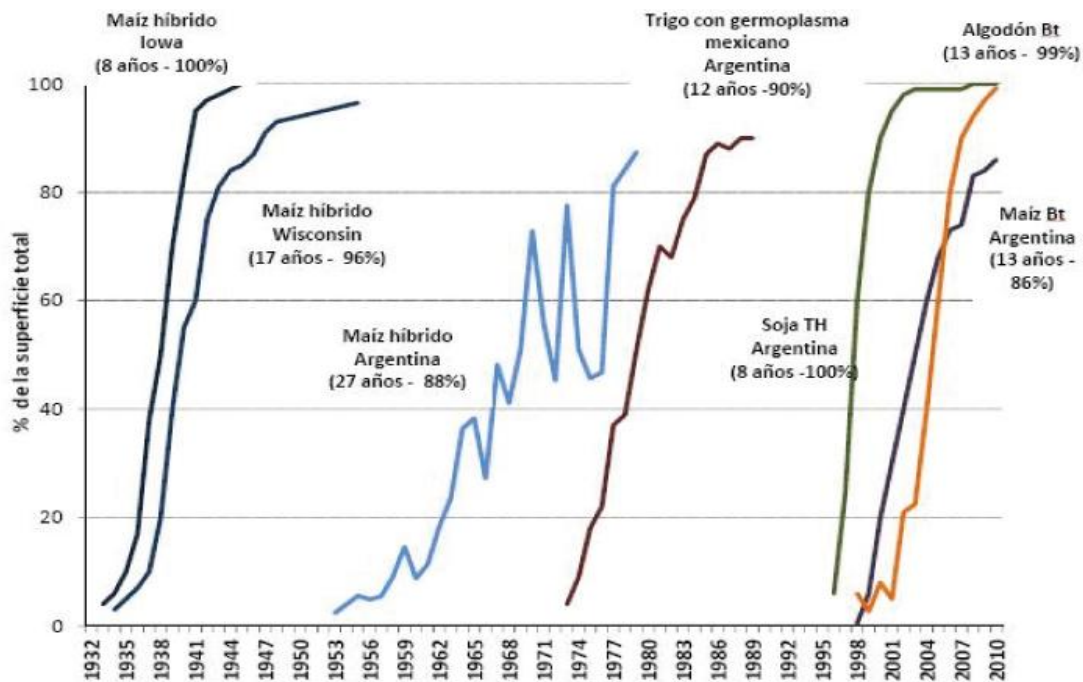
Lamentablemente, los sistemas oficiales de evaluación de los cultivos GM no estaban muy desarrollados en Asia cuando se presentó este cultivo, y se retrasó su evaluación. Asimismo, grupos que se oponen a los cultivos GM destruyeron ensayos a campo y generaron una posición negativa en la percepción pública. En este momento está siendo evaluado en Filipinas.

#### **d) Ventajas frente al mejoramiento tradicional**

Los cultivos que conocemos actualmente son el resultado de miles de años de selección de las mejores plantas, realizada por el hombre durante numerosas generaciones y ciclos de cultivo. En los últimos 100 años, las prácticas de mejoramiento (como cruzamientos, mutagénesis, marcadores moleculares) han permitido el desarrollo de variedades e híbridos que rinden más y se adaptan a las distintas zonas del mundo. Esta técnica tradicional ha permitido un crecimiento notable de la producción agrícola, aunque lleva años desarrollar las características buscadas, y en ocasiones los resultados son aleatorios. La biotecnología, utilizada en forma paralela al mejoramiento tradicional, permite obtener resultados en plazos más cortos y orientados directamente a obtener la característica buscada.

Los agricultores incorporan las nuevas tecnologías en períodos de tiempo que dependen de aspectos culturales y de los beneficios que ofrecen a la producción. La rápida adopción de los cultivos GM en Argentina demuestra los beneficios que ofrecen: la soja TH alcanzó el 100 % del área cultivada en 8 años, el maíz Bt 86 % en 13 años, y el algodón Bt 99 % en 13 años:

#### **Cuadro 4. Velocidad de adopción de distintas tecnologías en Estados Unidos y Argentina**



Fuente: Trigo (2011)

### e) Marco regulatorio de la biotecnología moderna

Los alimentos tradicionales se han consumido a lo largo de numerosas generaciones, y la seguridad y capacidad nutricional de los mismos se basa en esa historia de uso seguro. Cuando se consideran nuevos alimentos, las autoridades sanitarias deben evaluarlos para garantizar la ausencia de efectos adversos y confirmar su aptitud nutritiva. La aparición de nuevas tecnologías requiere su análisis para evaluar posibles efectos o riesgos. Sólo se decide la aprobación cuando se concluye que no hay riesgos inaceptables, o que estos son muy bajos y controlables, y en ese caso se establecen condiciones especiales para su uso.

No hay casos documentados de efectos adversos producidos por cultivos obtenidos por la biotecnología moderna, y por tal razón numerosos gobiernos autorizan su uso. De todas maneras, la adopción de los cultivos GM debe realizarse siguiendo las buenas prácticas agrícolas para evitar situaciones como la generación de resistencia de malezas o insectos, procesos naturales en los ecosistemas y que también se producen con otros sistemas de control de dichas plagas.

En el caso de los cultivos GM, el marco regulatorio para su autorización debe garantizar: a) la seguridad para el agroecosistema, y b) la inocuidad para el consumo humano y animal. Los sistemas de evaluación se fundamentan en la aplicación de principios y métodos científicos. A través del análisis de riesgo se concluye si el uso es seguro en el ámbito agropecuario. El análisis caso por caso, la calidad de la información presentada, la evaluación y la gestión de riesgos, la comunicación y el monitoreo post comercialización son etapas importantes del

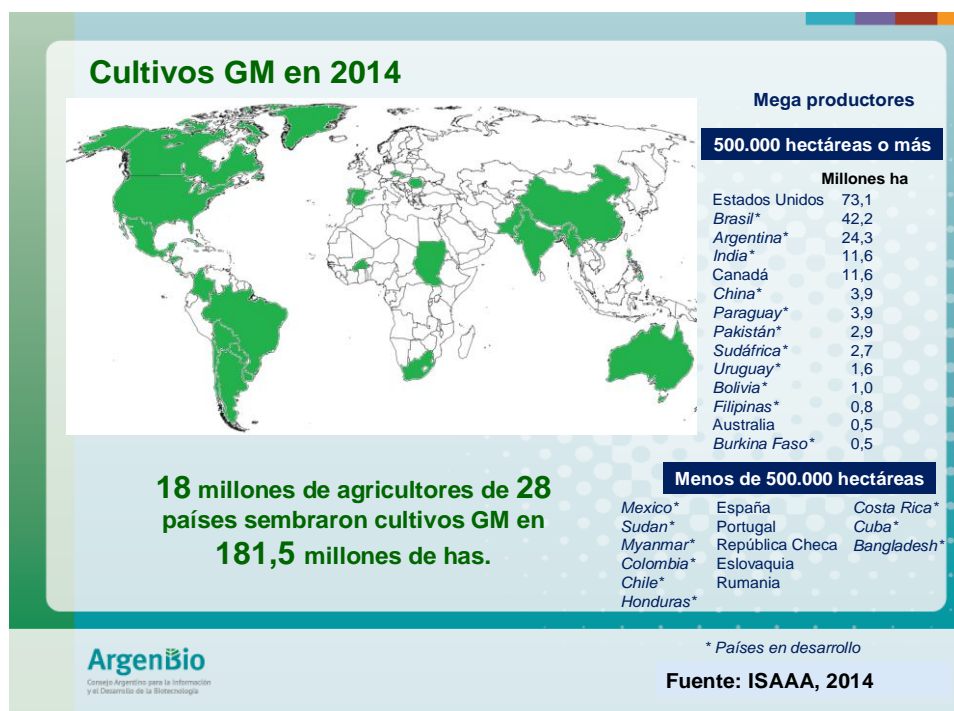


proceso regulatorio, y la rigurosidad y calidad con que se implementan son la base de la calidad y credibilidad del sistema.

## f) Difusión en el mundo

Los cultivos GM están ampliamente difundidos: más de 181 millones de hectáreas se cultivaron en 2014. 18 millones de agricultores de 28 países los han utilizado (ISAAA 2014).

### Cuadro 5. Adopción a nivel mundial de los Cultivos Genéticamente Modificados



**EE.UU.** – Maíz, Soja, Algodón, Canola, Remolacha azucarera, Alfalfa, Papaya, Calabaza, **Brasil** – Soja, Maíz, Algodón, **Argentina** – Soja, Maíz, Algodón, **India** – Algodón, **Canadá** – Canola, Maíz, Soja, Remolacha azucarera, **China** – Algodón, Papaya, Álamo, Tomate, Pimiento dulce, **Paraguay** – Soja, Maíz, Algodón, **Pakistán** – Algodón, **Sudáfrica** – Maíz, Soja, Algodón, **Uruguay** – Soja, Maíz, **Bolivia** – Haba de Soja, **Filipinas** – Maíz, **Australia** – Algodón, Canola, **Burkina Faso** – Algodón, **Myanmar** – Algodón, **México** – Algodón, Soja, **España** – Maíz, **Colombia** – Algodón, Maíz, **Sudán** – Algodón, **Honduras** – Maíz, **Chile** – Maíz, Soja, Canola, **Portugal**, **Cuba**, **República Checa**, **Rumania**, **Eslovaquia**- Maíz, **Costa Rica** – Algodón, Soja, **Bangladesh** – berenjena.

Los países que adoptaron esta tecnología lograron posicionarse ante la demanda internacional de alimentos a través de sistemas de producción y productos de calidad para satisfacer las necesidades y requisitos de los mercados más exigentes. Como así también aquellos países que producen para el consumo interno los han adoptado por los beneficios para la alimentación de la población local.

## g) La situación en Argentina

Hasta el año 1991 no había en la Argentina regulación que permitiera la siembra de cultivos GM, pero tampoco que los prohibiera o restringiera.

La necesidad de un marco regulatorio para la biotecnología moderna se originó ante el interés de realizar ensayos con cultivos GM, principalmente de soja, algodón y maíz, desarrollados por el sector privado y por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), y para profundizar las investigaciones en este tema.

La Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria (CONABIA) se creó en 1991 (Resolución ex SAGYP N° 124/91) con el objetivo de garantizar la bioseguridad del agroecosistema, asesorando al Secretario de Agricultura con la emisión de dictámenes no vinculantes. Está integrada por representantes del sector público y privado involucrados en la biotecnología agropecuaria, y es un grupo interdisciplinario e interinstitucional que establece las exigencias para las liberaciones al medio de los cultivos GM que están regulados, y el régimen de solicitud de permisos de experimentación de los mismos. En este proceso, todo cultivo liberado al medio es monitoreado por el Instituto Nacional de Semillas (INASE) y por el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA).

Las aprobaciones para la comercialización de cultivos GM en Argentina se otorgan después de cumplir las siguientes etapas:

- **Aptitud ambiental:** otorgada por el Secretario de Agricultura, previo dictamen de la CONABIA, que analiza que no haya características que se transmitan a las malezas, que no se afecten los organismos “no objetivo” y benéficos, los microorganismos del suelo, entre otras.
- **Inocuidad alimentaria:** el SENASA evalúa la aptitud alimentaria humana y animal de los alimentos derivados de cultivos GM. Se analizan aspectos de toxicidad, alergenicidad y calidad alimentaria.
- **Impacto en los mercados:** otorgado por la Dirección Nacional de Mercados Agroalimentarios (DNMA), que analiza que no haya impacto sobre el comercio y las exportaciones.

El Secretario de Agricultura concede el permiso de producción y comercialización del cultivo GM, y de los productos y subproductos derivados del mismo.

Por último, el INASE autoriza el registro de las variedades e híbridos que se sembrarán en el campo.

Con este marco, a partir de 1991 se autorizaron los primeros ensayos de cultivos transgénicos experimentales regulados. La primera aprobación comercial de Argentina de soja TH se otorgó en 1996, casi simultáneamente con Estados Unidos (1994). Argentina ha sido un país pionero en el desarrollo y adopción de cultivos GM, y actualmente ocupa el 3° lugar en superficie sembrada.

**Cuadro 6. Cultivos Genéticamente Modificados Autorizados al comercio en Argentina**

Cultivo	Característica introducida	Evento/combinación de eventos	Año de aprobación
Soja	Tolerancia al herbicida glifosato	40-3-2	1996
Maíz	Resistencia a insectos lepidópteros	176	1998
Maíz	Tolerancia al herbicida glufosinato de amonio	T25	1998
Algodón	Resistencia a insectos lepidópteros	MON531	1998
Maíz	Resistencia a insectos lepidópteros	MON810	1998
Algodón	Tolerancia al herbicida glifosato	MON1445	2001
Maíz	Resistencia a insectos lepidópteros	Bt11	2001
Maíz	Tolerancia al herbicida glifosato	NK603	2004
Maíz	Resistencia a insectos lepidópteros y tolerancia al herbicida glufosinato de amonio	TC1507	2005
Maíz	Tolerancia al herbicida glifosato	GA21	2005
Maíz	Tolerancia al herbicida glifosato y resistencia a insectos lepidópteros	NK603 X MON810	2007
Maíz	Tolerancia a los herbicidas glifosato y glufosinato de amonio, y resistencia a insectos lepidópteros	1507 X NK603	2008
Algodón	Tolerancia al herbicida glifosato y resistencia a insectos lepidópteros	MON1445 X MON531	2009
Maíz	Tolerancia al herbicida glifosato y resistencia a insectos lepidópteros	Bt11 X GA21	2009
Maíz	Resistencia a insectos lepidópteros	MON89034	2010
Maíz	Resistencia a insectos coleópteros y tolerancia al herbicida glifosato	MON88017	2010
Maíz	Resistencia a insectos lepidópteros y coleópteros, y tolerancia al herbicida glifosato	MON89034 X MON88017	2010
Maíz	Resistencia a insectos lepidópteros	MIR162	2011
Soja	Tolerancia al herbicida glufosinato de amonio	A2704-12	2011
Soja	Tolerancia al herbicida glufosinato de amonio	A5447-127	2011
Maíz	Resistencia a lepidópteros y tolerancia a los herbicidas glifosato y glufosinato de amonio	Bt11xGA21xMIR162	2011
Maíz	Tolerancia al glifosato y a herbicidas inhibidores de la ALS	DP-098140-6	2011
Maíz	Resistencia a insectos coleópteros	MIR604	2012
Maíz	Resistencia a insectos coleópteros y lepidópteros, y tolerancia a los herbicidas glifosato y glufosinato de amonio	Bt11 x MIR162 x MIR604 x GA21	2012
Maíz	Resistencia a insectos lepidópteros, y tolerancia a los herbicidas glifosato y glufosinato de amonio	MON89034 x TC1507 x NK603	2012
Maíz	Resistencia a insectos lepidópteros, y tolerancia al herbicida glifosato	MON89034 x NK603	2012
Soja	Resistencia a insectos lepidópteros y tolerancia al herbicida glifosato	MON87701 X MON89788	2012
Soja	Tolerancia a herbicidas imidazolinonas	CV127	2013
Maíz	Resistencia a insectos lepidópteros y tolerancia a los herbicidas glifosato y glufosinato de amonio	TC1507 x MON810 x NK603	2013

Maíz	Resistencia a insectos lepidópteros y tolerancia al herbicida glufosinato de amonio	TC1507 x MON810	2013
Maíz	Resistencia a insectos lepidópteros y tolerancia a los herbicidas glifosato y glufosinato de amonio	Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21	2014

Hay cultivos GM con otras características que se están evaluando actualmente en el país:

- **Maíz:** tolerancia a otros herbicidas, alto contenido de la enzima amilasa para facilitar la producción de etanol, resistencia al virus del mal de río IV, tolerancia a sequía.
- **Soja:** tolerancia a otros herbicidas, tolerancia a sequia, mejora en la composición de aceites (omega 3), aumento de rendimiento, uso eficiente de nitrógeno y de agua, mayor contenido de aceite y de ácido oleico.
- **Caña de Azúcar:** tolerancia a herbicidas.
- **Cártamo:** producción de quimosina, utilizada en la producción de queso.
- **Trigo:** uso eficiente de agua, retraso en la senescencia de las hojas, tolerancia a sequía.
- **Alfalfa:** disminución del contenido de lignina de las hojas para favorecer la digestibilidad.
- **Sorgo:** resistencia a sequía.

La labor y los criterios utilizados en Argentina para el desarrollo de la biotecnología moderna fueron considerados por FAO en octubre de 2014 al reconocer a la CONABIA como “Centro de Referencia” para la Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados, a través de un acuerdo firmado entre su Director General y el Ministro de Agricultura Ganadería y Pesca de Argentina. El acuerdo busca unir esfuerzos para reforzar la bioseguridad en el ámbito de la biotecnología y aprovechar sus avances para incrementar la productividad agrícola de los agricultores familiares, mejorar la seguridad alimentaria y aliviar la pobreza.

### III- Agricultura familiar y la innovación tecnológica

Si bien el concepto de agricultura familiar resulta un tanto impreciso, en general se coincide en que la mayoría de estas explotaciones tienen gestión individual o familiar y dependen de mano de obra familiar. Adoptaremos la siguiente definición: “La agricultura familiar es un tipo de producción agrícola, ganadera o pecuaria, pesquera, forestal, agroindustrial y artesanal, donde la unidad doméstica y la unidad productiva están físicamente integradas y la agricultura es la principal ocupación y fuente de ingreso del núcleo familiar; la familia aporta la fracción predominante de la fuerza de trabajo utilizada en la explotación y la producción se dirige al autoconsumo y al mercado conjuntamente”. (Resolución SENASA 759/2009, que crea la Comisión de Agricultura Familiar).

La contribución de más de 500 millones de explotaciones familiares, que cultivan la mayor parte de las tierras del mundo y producen entre el 70 y 80% de los alimentos, es clave para la seguridad alimentaria, y para el uso sostenible de los recursos naturales, protegiendo la biodiversidad, preservando las tradiciones culturales y fomentando el desarrollo rural. Esto es particularmente gravitante en países en vías de desarrollo. En los casos en que se produce escasez alimentaria hay consecuencias preocupantes para la población, como déficit de nutrición y su impacto en la capacidad de aprender, la salud, el éxodo de áreas rurales a las ciudades, marginalidad, falta de promoción humana y de inclusión social.

En este sector de la agricultura familiar, es menor el acceso a la tecnología, a la educación y a la extensión agrícola para un manejo adecuado de los cultivos y las tecnologías. Esto impacta en la capacidad productiva y en los beneficios que pueden aportar a los miembros de esas comunidades, tanto desde el propio punto de vista nutricional de las personas, como desde el potencial de desarrollo a partir de la venta de los excedentes producidos.

Los agricultores familiares necesitan acceder a aquellas innovaciones que permitan intensificar la producción de manera sostenible y que mejoren la calidad de vida rural: nuevas variedades de cultivos, prácticas integradas de producción y de manejo post-cosecha, resultados de nuevos conocimientos científicos, mejora en el acceso a los mercados, entre otras.

La biotecnología moderna será un factor que podrá colaborar con un impacto positivo en este escenario, con el desarrollo de cultivos que se adapten a distintas zonas con características como tolerancia a sequía, adaptación a suelos salinos y de baja fertilidad, tolerancia a heladas, contenido de vitaminas o aminoácidos poco disponibles en los alimentos tradicionales. En el caso de cultivos resistentes a insectos y otras plagas, permitirán disminuir el uso de los plaguicidas que los agricultores aplican para controlarlos, muchas veces sin capacitación adecuada sobre cómo deben usarse ni equipos apropiados para la protección personal.

La mayor producción permitirá no sólo aumentar la disponibilidad de alimentos y su calidad, sino que los excedentes se vendan en mercados fuera de la comunidad, aumentando sus ingresos.

#### **IV- Casos exitosos en cultivos menores y en agricultura familiar**

Hay regiones en el mundo donde se están sembrando cultivos GM que permiten solucionar problemas productivos y aumentar la disponibilidad de alimentos:

- **Poroto brasileiro**

Brasil aprobó en 2011 una variedad de poroto GM resistente al virus del mosaico dorado. Esta enfermedad causa amarillamiento de hojas, enanismo y severa deformación de las vainas y afecta la producción. Fue desarrollado por la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Brasil (EMBRAPA). La producción de poroto se consume internamente.

- Algodón en China e India

El algodón es el cultivo comercial preferido por millones de de agricultores de escasos recursos. China es el primer productor del mundo, y el segundo lugar lo ocupa la India. Ambos países cultivan algodón Bt, resistente a insectos lepidópteros (orugas que atacan el cultivo destruyendo la fibra). En la India lo siembran 7,7 millones de pequeños agricultores y en China 7,1 millones (en este caso son productores que cultivan alrededor de media hectárea cada uno). Su uso ha permitido reducir el uso de plaguicidas en alrededor de 56% (ISAAA 2014).

El Gobierno de la India está promoviendo la biotecnología apoyando a las instituciones de investigación para el desarrollo de cultivos transgénicos.

- Maíz en Filipinas

Filipinas es el único país asiático que adoptó maíz GM (HT y RI) a partir de 2002. Un estudio sobre el impacto económico de la biotecnología de maíz en dicho país (Yorobe y Quicoy, 2006) demuestra que los cambios fueron positivos:

- El rendimiento y los ingresos de los productores de maíz GM fueron ampliamente superiores a los maíces convencionales.
- Se redujo significativamente la aplicación y gasto de insecticidas.

Se estima que unos 375.000 pequeños agricultores de escasos recursos se beneficiaron con la adopción de esta tecnología (2012), desde el punto de vista de la seguridad para los operarios, el cuidado del ambiente y en la mejora de la situación económica de los agricultores.

- Bangladesh - Berenjena

Bangladesh fue precursor al aprobar en 2013 y comercializar la berenjena Bt, con apoyo del gobierno: 120 pequeños productores (que cultivan 12 hectáreas en promedio cada uno) sembraron esta variedad GM en 2014. Se considera una experiencia modelo que podrían adoptar otros países de escasos recursos para producir ese cultivo altamente consumido en la región, disminuyendo el uso de plaguicidas para control de los insectos plaga.

## **V- Conclusión: necesidad de apoyo a nuevos cultivos GM para disminuir el hambre en el mundo**

Los cultivos GM contribuyen a la seguridad alimentaria, ya que permiten aumentar la producción al resolver y mitigar algunas limitantes de la producción. Esto permitirá disminuir el hambre, la pobreza y la inclusión social, especialmente en regiones poco desarrolladas y en sistemas donde la agricultura familiar es la base de la alimentación.

El desarrollo de nuevas características en cultivos GM es simple y accesible para laboratorios en centros de investigación, universidades y pequeñas empresas. Por ejemplo, podrían investigar en cultivos alimenticios que son la base de la dieta en nuestro país como la papa, el trigo y otras hortalizas, con el objetivo de controlar enfermedades limitantes y mejorar su calidad nutritiva. Sin embargo, asegurar la aprobación y aceptación de parte de las autoridades regulatorias locales requiere grandes esfuerzos e inversiones. Para que los cultivos GM puedan difundirse y aporten los beneficios posibles, será necesario desarrollar sistemas de evaluación que permitan asegurar la bioseguridad a menor costo, para que éste no sea una

limitante. Estos investigadores locales deberían recibir apoyo del Estado para avanzar en sus proyectos. Algunos de estos avances podrían ofrecerse sin costo a otros países que los necesiten.

Asimismo, las actividades públicas y privadas de extensión agrícola en los sectores rurales, capacitación de trabajadores de la agricultura, y los programas de educación formal a niños y jóvenes, deberían estar coordinados para dar apoyo al desarrollo de la agricultura familiar utilizando estas innovaciones tecnológicas, con los objetivos de obtener mayor producción, permitir mayor seguridad ambiental, alimentaria y laboral de los trabajadores rurales, lograr un impacto positivo en el desarrollo de dichas comunidades y en la inclusión social de sus miembros.

### **Referencias Bibliográficas**

- El estado mundial de la Agricultura y la Alimentación – La innovación en la Agricultura Familiar. FAO 2014.
- The International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA). Brief 49: Situación global de los cultivos transgénicos / GM comercializados. 2014.
- Adoption and Uptake Pathways of GM/Biotech Crops by Small-Scale, Resource-Poor Farmers in China, India, and the Philippines. ISAAA 2014.
- Informe sobre el Desarrollo Mundial 1992. Desarrollo y Medio Ambiente. Banco Mundial.
- Nuevo Marco Regulatorio para la Biotecnología Agropecuaria en la Argentina, Segunda edición 2014 – Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación.
- Biotecnología y Mejoramiento Vegetal II. Ediciones INTA 2014.
- Quince Años de Cultivos Genéticamente Modificados en la Agricultura Argentina Eduardo J. Trigo, Noviembre de 2011
- Argenbio (Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología). [www.argenbio.org](http://www.argenbio.org)