

## RESUMEN EJECUTIVO

### INFORME 49

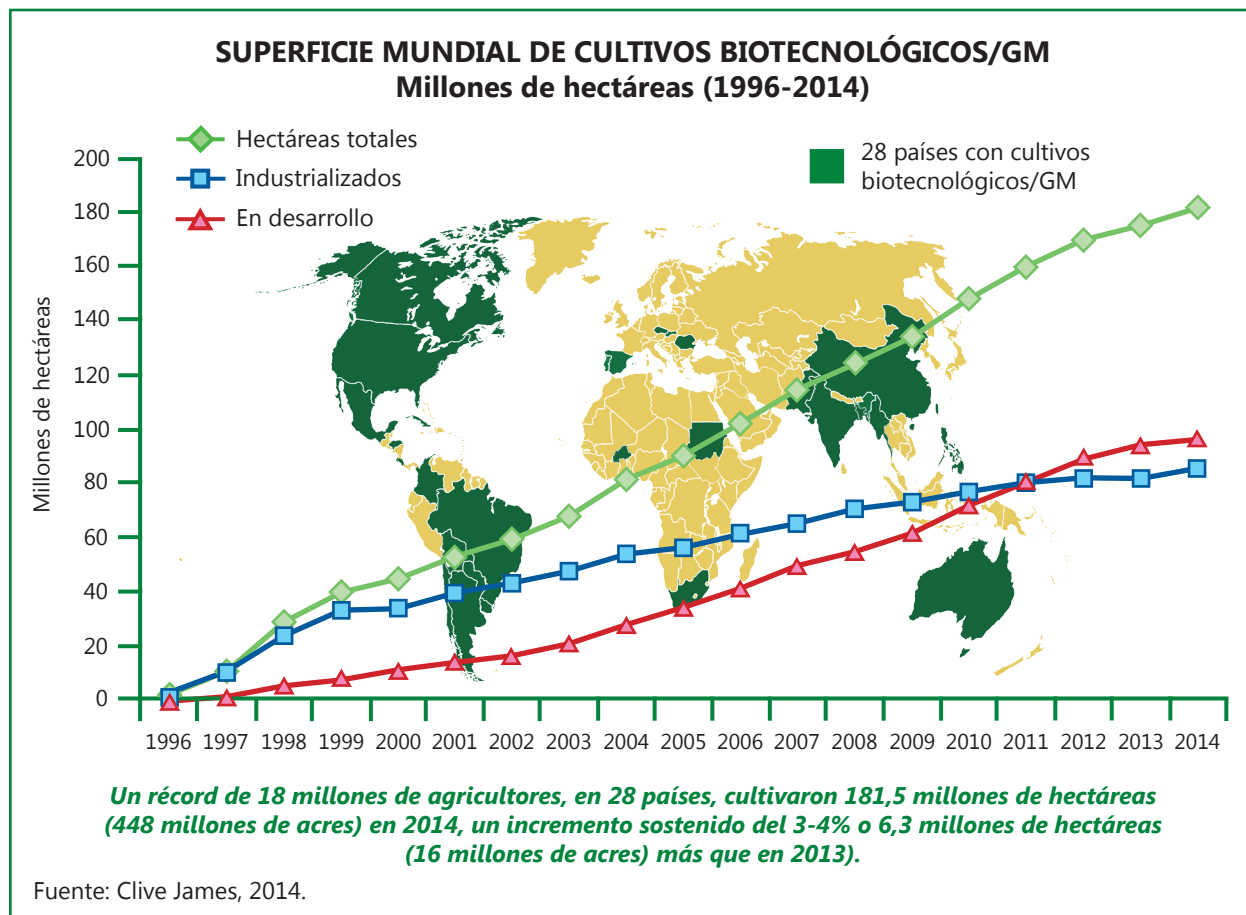
## Situación mundial de los cultivos biotecnológicos/GM comercializados: 2014

Autor:

**Clive James**

Fundador y Presidente Emérito del ISAAA

Dedicado in memoriam al Premio Nobel de la Paz, Norman Borlaug, patrocinador fundador del ISAAA, en el centenario de su nacimiento, el 25 de marzo de 2014



#### **NOTA DEL AUTOR:**

Los totales globales de las hectáreas sembradas con cultivos biotecnológicos se redondearon a la cifra de millón más cercana y, del mismo modo, los subtotales a la cifra de 100.000 hectáreas más cercana, utilizando los símbolos < y >. Por lo tanto, en algunos casos pueden existir pequeñas aproximaciones y variaciones menores en algunas cifras, totales y porcentajes estimados que no siempre suman exactamente el 100% debido al redondeo. También es importante señalar que los países del hemisferio sur siembran sus cultivos en el último trimestre del año calendario. Las superficies de cultivos biotecnológicos informadas en esta publicación corresponden a hectáreas sembradas, pero no necesariamente cosechadas, en el año indicado. Así, por ejemplo, la información de 2014 de Argentina, Brasil, Australia, Sudáfrica y Uruguay son hectáreas que normalmente se siembran en el último trimestre de 2014 y se cosechan en el primer trimestre de 2015. Algunos países, como Filipinas, tienen más de una temporada de cultivo por año. De este modo, para los países del hemisferio sur, como Brasil, Argentina y Sudáfrica, las estimaciones son proyecciones y, por ende, siempre están sujetos a modificación debido a las condiciones climáticas, lo cual puede aumentar o reducir las hectáreas efectivamente sembradas antes finalizar la temporada, cuando el Informe entra en imprenta. En el caso de Brasil, la cosecha de maíz de invierno (safrinha) sembrado en la última semana de diciembre de 2014 se clasifica como cosecha de 2014 en el presente Informe, de acuerdo con la política de determinar el año de cosecha basándose en el primer día de siembra. El ISAAA es una organización sin fines de lucro, patrocinada por organizaciones de los sectores público y privado. Todas las estimaciones de hectáreas de cultivos biotecnológicos informadas en todas las publicaciones del ISAAA se cuentan una sola vez, con independencia de la cantidad de rasgos que se incorporen en los cultivos. Lo que es más importante, todas las hectáreas de cultivos biotecnológicos informadas corresponden a productos sembrados que cuentan con aprobación oficial y no incluyen las siembras no oficiales de cualquiera de los cultivos biotecnológicos. Cuando el presente Informe entró en imprenta, las estimaciones de beneficios económicos, productividad, uso racional del suelo y datos de emisiones de carbono eran provisionales para el período 1996 a 2013 (Brookes and Barfoot, 2015, en preparación); y los datos de plaguicidas correspondían al período 1996 a 2012 (Brookes and Barfoot, 2014). Detalles de las referencias enumeradas en el Resumen Ejecutivo se encuentran en el Informe 49 completo.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

### **INFORME 49**

#### **Situación mundial de los cultivos biotecnológicos/GM comercializados: 2014**

Autor:

**Clive James**

Fundador y Presidente Emérito del ISAAA

Dedicado in memoriam al Premio Nobel de la Paz, Norman Borlaug, patrocinador fundador del ISAAA, en el centenario de su nacimiento, el 25 de marzo de 2014

ISAAA prepares this Brief and supports its free distribution to developing countries. The objective is to provide information and knowledge to the scientific community and society on biotech/GM crops to facilitate a more informed and transparent discussion regarding their potential role in contributing to global food, feed, fiber and fuel security, and a more sustainable agriculture. The author takes full responsibility for the views expressed in this publication and for any errors of omission or misinterpretation.

Published by: The International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA).

Copyright: ISAAA 2014. All rights reserved. Whereas ISAAA encourages the global sharing of information in Brief 49, no part of this publication may be reproduced in any form or by any means, electronically, mechanically, by photocopying, recording or otherwise without the permission of the copyright owners. Reproduction of this publication, or parts thereof, for educational and non-commercial purposes is encouraged with due acknowledgment, subsequent to permission being granted by ISAAA.

Citation: James, Clive. 2014. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2014. *ISAAA Brief* No. 49. ISAAA: Ithaca, NY.

ISBN: 978-1-892456-59-1

Publication Orders: Please contact the ISAAA *SEAsia*Center to acquire a hard copy of the full version of Brief 49. Access to the Executive Summary and the Top Ten Facts at <http://www.isaaa.org>. The publication is available free of charge to eligible nationals of developing countries.

ISAAA *SEAsia*Center  
c/o IRRI  
DAPO Box 7777  
Metro Manila, Philippines

Info on ISAAA: For information about ISAAA, please contact the Center nearest you:

ISAAA <i>Ameri</i> Center	ISAAA <i>Afri</i> Center	ISAAA <i>SEAsia</i> Center
105 Leland Lab	PO Box 70, ILRI Campus	c/o IRRI
Cornell University	Old Naivasha Road	DAPO Box 7777
Ithaca NY 14853, U.S.A.	Uthiru, Nairobi 00605	Metro Manila
	Kenya	Philippines

Electronically: or email to [info@isaaa.org](mailto:info@isaaa.org)

For Executive Summaries of all *ISAAA Briefs*, please visit <http://www.isaaa.org>

## RESUMEN EJECUTIVO

### Situación mundial de los cultivos biotecnológicos/GM comercializados: 2014

#### Índice

Introducción	1
Las hectáreas sembradas con cultivos biotecnológicos en 2014 registraron un nuevo aumento, en su 19° año consecutivo de comercialización.	1
Los cultivos biotecnológicos son la tecnología agrícola de mayor tasa de adopción en el mundo.	1
Un nuevo y riguroso meta-análisis global e integral realizado en 2014 en base a 147 estudios sobre cultivos biotecnológicos publicados durante los últimos 20 años confirmó los beneficios múltiples y significativos que generaron los cultivos biotecnológicos durante los últimos 20 años (1995 a 2014).	2
Millones de pequeños y grandes agricultores con aversión al riesgo en todo el mundo llegaron a la conclusión de que los rendimientos de la siembra de cultivos biotecnológicos son altos, por lo tanto, se repite la siembra prácticamente en un 100%. La buena rentabilidad de su inversión es la prueba de fuego que aplican los agricultores exigentes al juzgar el rendimiento de cualquier tecnología.	2
28 países, uno más que el total de 27 en 2013, sembraron cultivos biotecnológicos en 2014.	3
Bangladesh, uno de los países más pobres y pequeños del mundo, aprobó y comercializó la berenjena Bt en tiempo récord en 2014. Vietnam e Indonesia avanzaron hacia la siembra de sus primeros cultivos biotecnológicos en 2015, con un total de 9 países biotecnológicos en Asia.	3
Creció la adopción del maíz biotecnológico tolerante a la sequía en los Estados Unidos.	3
Una selección de “nuevos” cultivos biotecnológicos se aprobó recientemente y se planificó su comercialización para 2015 y años siguientes; la que incluye dos nuevos alimentos básicos, la papa y la berenjena.	3
18 millones de agricultores se benefician de los cultivos biotecnológicos, 90% fueron agricultores de escasos recursos.	8
Por tercer año consecutivo en 2014, los países en desarrollo sembraron más cultivos biotecnológicos que los países industrializados.	8
Los rasgos apilados ocuparon el 28% de los 181 millones de hectáreas mundiales.	8
Los 5 principales países en desarrollo en materia de cultivos biotecnológicos en los tres continentes del hemisferio sur -Brasil y Argentina en América Latina, India y China en Asia y Sudáfrica en el continente africano- sembraron el 47% de los cultivos biotecnológicos del mundo y representan el ~41% de la población mundial.	9
Estados Unidos mantiene su rol de liderazgo y en 2014 el aumento de la superficie cultivada de un año a otro fue mayor que el de Brasil, que registró el mayor incremento de cualquier país durante los últimos cinco años.	9
Brasil continúa ocupando el segundo lugar, detrás de los Estados Unidos, en hectáreas de cultivos biotecnológicos.	9
Canadá aumenta la superficie de cultivos biotecnológicos, mientras que Australia sufre una reducción debido a la sequía severa y continua.	9

India continúa beneficiándose enormemente del algodón Bt.	10
La situación de los cultivos biotecnológicos en China.	10
La situación en África.	11
Cinco países de la Unión Europea sembraron 143.016 hectáreas de maíz Bt. España fue, con creces, el principal adoptante del cultivo, habiendo sembrado el 92% del total de la superficie de maíz Bt en la Unión Europea.	11
Situación de los eventos aprobados para cultivos biotecnológicos.	11
El valor mundial de la semilla de cultivos biotecnológicos fue de ~US\$15.700 millones en 2014.	12
Perspectivas de futuro	12
Observaciones finales	19
El legado de Norman Borlaug y la defensa de los cultivos biotecnológicos	20
Estudio de Caso 1 – Berenjena Bt resistente a insectos (RI) en Bangladesh	21
Estudio de Caso 2 – Soja tolerante a herbicida (TH) en Brasil	22
Estudio de Caso 3 – Caña de azúcar tolerante a la sequía (TS) en Indonesia	23
Estudio de Caso 4 – Maíz tolerante a la sequía (TS) en África, en el marco del proyecto WEMA (“Maíz eficiente en el uso del agua para África”) (Sudáfrica, Kenia, Uganda, Mozambique y Tanzania)	24

## RESUMEN EJECUTIVO

### Situación mundial de los cultivos biotecnológicos/GM comercializados: 2014

**Autor:**

**Clive James**

Fundador y Presidente Emérito del ISAAA

***Dedicado in memoriam al Premio Nobel de la Paz, Norman Borlaug, patrocinador fundador del ISAAA, en el centenario de su nacimiento, el 25 de marzo de 2014***

*Cabe destacar que en 2014, la superficie sembrada con cultivos biotecnológicos en el mundo continuó creciendo durante el 19° año consecutivo a partir de su comercialización; 18 millones de agricultores en 28 países sembraron más de 181 millones de hectáreas en 2014, superando los 175 millones en 27 países en 2013. Cabe destacar que Bangladesh, un país pequeño y pobre, aprobó la berenjena Bt por primera vez el 30 de octubre de 2013 y en tiempo récord, menos de 100 días después de la aprobación, los pequeños productores comercializaron la berenjena Bt el 22 de enero de 2014. La papa Innate™, otro cultivo para alimentación humana, fue aprobada en los Estados Unidos en noviembre de 2014. Contiene niveles más bajos de acrilamida, un carcinógeno potencial en seres humanos, y se desperdicia sufre menos desperdicio a causa de las magulladuras. La papa es el cuarto alimento básico más importante del mundo. La mayor inocuidad del producto y el menor desperdicio de un cultivo percedero de propagación vegetativa pueden contribuir a una mayor productividad y seguridad alimentaria. También en noviembre de 2014, una nueva alfalfa GM (evento KK179) con un máximo de 22% menos de lignina, lo cual genera una mayor digestibilidad y productividad, se aprobó para su cultivo en los Estados Unidos. El primer maíz GM tolerante a la sequía, sembrado en los Estados Unidos en 2013 en 50.000 hectáreas, aumentó cinco veces hasta llegar a cubrir 275.000 hectáreas en 2014, lo cual refleja la alta aceptación de parte de los agricultores estadounidenses. Más importante aún, un nuevo meta-análisis global e integral realizado en 2014 en base a 147 estudios sobre cultivos biotecnológicos publicados durante los últimos 20 años confirmó los beneficios múltiples y significativos que generaron los cultivos biotecnológicos durante los últimos 20 años, entre 1995 y 2014. En promedio, la adopción de la tecnología GM redujo el uso de plaguicidas en un 37%, aumentó el rendimiento de los cultivos en un 22% e incrementó los ingresos de los agricultores en un 68%. Estos hallazgos corroboran resultados anteriores y coincidentes con otros estudios anuales a nivel mundial donde se estima el valor de los aumentos de la productividad de los cultivos en US\$133.300 millones para el período 1996-2013.*

### Introducción

El presente Resumen Ejecutivo se enfoca en los puntos salientes del Informe 49 del ISAAA, cuyos detalles se presentan y analizan en el Informe completo "Situación mundial de los cultivos Biotecnológicos/GM comercializados: 2014".

### **Las hectáreas sembradas con cultivos biotecnológicos registran un nuevo aumento en 2014, en su 19° año consecutivo de comercialización.**

Un récord de 181,5 millones de hectáreas de cultivos biotecnológicos fueron sembradas a nivel mundial en 2014, a una tasa anual de crecimiento entre el 3 y el 4%, sumando hasta 6,3 millones a la superficie de 175,2 millones de hectáreas en 2013. Este año, 2014, fue el 19° año de comercialización del período 1996-2014, con un crecimiento continuado después de un notable lapso de 18 años consecutivos de aumentos sostenidos cada año; subrayando que en 12 de los 18 años se registraron tasas de crecimiento de dos dígitos.

### **Los cultivos biotecnológicos son la tecnología de cultivo con adopción más rápida en el mundo.**

Las hectáreas sembradas con cultivos biotecnológicos en el mundo aumentaron más de 100 veces de 1,7 millones en 1996 a 181,5 millones en 2014, lo cual determina que los cultivos biotecnológicos sean la tecnología de cultivo con adopción más rápida en tiempos recientes. La tasa impresionante de adopción habla por sí misma, en términos de sustentabilidad, resistencia a la adversidad y beneficios significativos que ella implica tanto para los pequeños y grandes agricultores como para los consumidores.

**Un nuevo y riguroso meta-análisis global e integral realizado en 2014 en base a 147 estudios sobre cultivos biotecnológicos publicados durante los últimos 20 años confirmó los beneficios múltiples y significativos que generaron los cultivos biotecnológicos durante los últimos 20 años (1995 a 2014).**

El meta-análisis fue llevado a cabo por Klumper y Qaim (2014) en base a 147 estudios publicados sobre cultivos biotecnológicos que se efectuaron durante los últimos 20 años, utilizando datos primarios a partir de relevamientos agrícolas o ensayos de campo en todo el mundo e informando sobre los impactos de la soja, el maíz o el algodón GM en el rendimiento de los cultivos, el uso de fitosanitarios y/o las ganancias de los agricultores. La conclusión del meta-análisis fue la siguiente: **En promedio, la adopción de la tecnología GM redujo el uso de plaguicidas en un 37%, aumentó el rendimiento de los cultivos en un 22% e incrementó las ganancias de los agricultores en un 68%. El aumento del rendimiento y la reducción del uso de fitosanitarios son mayores para los cultivos resistentes a insectos que para los cultivos tolerantes a herbicidas. El aumento del rendimiento y de las ganancias es mayor en los países en desarrollo que en los países industrializados**. Los autores llegaron a la conclusión siguiente: **“El presente meta-análisis confirma que, a pesar de la heterogeneidad del impacto, los beneficios económicos y agronómicos promedio de los cultivos GM son grandes y significativos. Los impactos varían especialmente según el rasgo introducido y la región geográfica. El aumento del rendimiento y la reducción del uso de plaguicidas son mayores para los cultivos RI que para los cultivos TH. El aumento del rendimiento y de las ganancias de los agricultores es mayor en los países en desarrollo que en los países industrializados. En los estudios de impacto recientes se utilizaron mejores datos y métodos que en los estudios anteriores, pero las mejoras introducidas en la elaboración de los estudios no redujo las estimaciones de las ventajas de los cultivos GM. Por el contrario, los informes y otras publicaciones de las ONG sin revisión científica parecen sesgar hacia abajo las estimaciones de los impactos. Pero aún cuando se incluyan dichas estimaciones sesgadas, la media de los efectos sigue siendo considerable**”. Los autores del meta-análisis señalan que su trabajo revela **“evidencia sólida de los beneficios de los cultivos GM para los agricultores tanto en países en desarrollo como en países industrializados**”. Cabe destacar que los hallazgos del meta-análisis corroboran los resultados de estudios anteriores con revisión científica, que incluyen el estudio de impacto mundial anual en cultivos biotecnológicos realizado por Brookes and Barfoot de PG Economics, al que se hace referencia periódica en los Informes Anuales del ISAAA.

**Millones de pequeños y grandes agricultores con aversión al riesgo en todo el mundo llegaron a la conclusión de que la rentabilidad de la siembra de cultivos biotecnológicos es alta, por lo tanto, se repite la siembra prácticamente en un 100%. La buena rentabilidad de su inversión es la prueba de fuego que aplican los agricultores exigentes al juzgar el rendimiento de cualquier tecnología.**

En los 19 años que comprende el período 1996 a 2014, millones de agricultores de casi 30 países en todo el mundo adoptaron los cultivos biotecnológicos a tasas sin precedentes. El testimonio más cabal y creíble a favor de los cultivos biotecnológicos es que durante los 19 años del período 1996 a 2014, millones de agricultores de ~30 países en todo el mundo eligieron tomar más de 100 millones de decisiones independientes para sembrar y repetir la siembra en una superficie acumulada de más de 1.800 millones de hectáreas, cifra superior a 4.000 millones de acres, por primera vez en 2014. Esta superficie es equivalente a >180% del tamaño de la masa territorial total de los Estados Unidos o de China, que es un área enorme. Existe una razón principal y contundente que sostiene la fe y la confianza que tienen los agricultores (generalmente reacios a arriesgarse) en la biotecnología: los cultivos biotecnológicos producen beneficios ambientales y socioeconómicos sostenibles y sustanciales. Los estudios analíticos integrales llevados a cabo por muchas organizaciones, que incluyen un estudio de la Unión Europea de 2011, confirmaron que los cultivos biotecnológicos son seguros y aportan beneficios ambientales y agronómicos sustanciales, cuyo resultado es la reducción significativa del uso de plaguicidas.



## **28 países, uno más que el total de 27 en 2013, sembraron cultivos biotecnológicos en 2014.**

De los 28 países que sembraron cultivos biotecnológicos en 2014 (Tabla 1 y Figura 1), 20 son países en desarrollo (que incluyen el nuevo país adoptante de cultivos biotecnológicos, Bangladesh) y sólo 8 son países industrializados. Cada uno de los 10 países principales, de los cuales 8 son países en desarrollo, cultivó más de 1 millón de hectáreas y así construyó cimientos sólidos a nivel mundial para el crecimiento diversificado y continuo en el futuro. Más de la mitad de la población mundial, ~60% o sea ~4 mil millones de personas, viven en los 28 países que siembran cultivos biotecnológicos.

## **Bangladesh, uno de los países más pobres y pequeños del mundo, aprobó y comercializó la berenjena en tiempo récord en 2014. Vietnam e Indonesia avanzaron hacia la siembra de sus primeros cultivos biotecnológicos en 2015, con un total de 9 países biotecnológicos en Asia.**

Bangladesh aprobó un cultivo biotecnológico (berenjena Bt) para siembra por primera vez el 30 de octubre de 2013 y en tiempo récord, menos de 100 días después de su aprobación, se inició la comercialización el 22 de enero de 2014, cuando 20 micro agricultores sembraron su primer cultivo de berenjena Bt. Un total de 120 agricultores sembraron 12 hectáreas de berenjena Bt en 2014. Esta hazaña, que constituye un modelo de trabajo excelente para otros pequeños países pobres no podría haberse logrado sin una firme voluntad política y apoyo de parte del gobierno, en particular del Ministro de Agricultura Matia Chowdhury. La aprobación concedida por Bangladesh es importante porque sirve de modelo ejemplar para otros países pobres y pequeños. Aún más importante es el hecho de que Bangladesh superó la situación de incertidumbre que reina en India y Filipinas mientras esperan obtener la autorización para comercializar la berenjena Bt.

Cabe destacar que en Asia, otros dos países en desarrollo, Vietnam e Indonesia, también aprobaron la siembra de cultivos biotecnológicos en 2014 para su comercialización en 2015 (las hectáreas correspondientes no están incluidas en la base de datos para el presente informe). Vietnam autorizó el maíz GM e Indonesia aprobó una variedad de caña azucarera tolerante a la sequía para alimentación humana, mientras que sigue pendiente la aprobación para alimentación animal; 50 hectáreas de esquejes de caña de azúcar provenientes de semillas biotecnológicas fueron sembradas en 2014 y su comercialización está prevista para 2015. Si se suman Vietnam e Indonesia, el número total de países de Asia que comercializan cultivos biotecnológicos asciende a nueve.

## **Crece la adopción del maíz biotecnológico tolerante a la sequía en los Estados Unidos**

La superficie estimada de maíz DroughtGard™ con el evento MON 87460 sembradas por primera vez en los Estados Unidos en 2013 fue de 50.000 hectáreas y en 2014 rondó las 275.000 hectáreas. Esto equivale a un considerable aumento interanual de 5,5 veces en las hectáreas sembradas entre 2013 y 2014, lo cual refleja que los agricultores estadounidenses aceptaron con firmeza la primera tecnología de maíz tolerante a la sequía derivada de la biotecnología. Cabe destacar que el evento MON 87460 fue donado por Monsanto al proyecto WEMA ("Maíz eficiente en el uso del agua para África"), una iniciativa de asociación público-privada creada para ofrecer el primer maíz biotecnológico tolerante a la sequía en una selección de países africanos a partir de 2017.

## **Una selección de "nuevos" cultivos biotecnológicos se aprobó recientemente y se planificó su comercialización para 2015 y años siguientes; la que incluye dos nuevos alimentos básicos, la papa y la berenjena.**

En 2014, los Estados Unidos aprobó los dos nuevos cultivos biotecnológicos siguientes para comenzar su siembra en 2015: la papa Innate™, un alimento básico con niveles más bajos de acrilamida, un potencial carcinógeno, y menor desperdicio debido a la presencia de magulladuras y la alfalfa de baja lignina con el evento KK179, a ser comercializada como HarvXtra®, con mayor digestibilidad y mayor rendimiento. Otro producto, Enlist® Duo, es un ejemplo representativo de una segunda generación de productos TH caracterizado por sistemas de doble acción/manejo de malezas para el tratamiento de malezas resistentes a herbicidas. Entre otros productos de la misma clase se incluye un desarrollo para soja resistente a dicamba/glifosato y el evento SYHTOH2 de soja tolerante a

**Table 1. Global Area of Biotech Crops in 2014: by Country (Million Hectares)\*\***

Puesto	País	Superficie (millones de hectáreas)	Cultivos biotecnológicos
1	Estados Unidos*	73,1	Maíz, soja, algodón, canola, remolacha azucarera, alfalfa, papaya, calabaza
2	Brasil*	42,2	Soja, maíz, algodón
3	Argentina*	24,3	Soja, maíz, algodón
4	India*	11,6	Algodón
5	Canadá*	11,6	Canola, maíz, soja, remolacha azucarera
6	China*	3,9	Algodón, papaya, álamo, tomate, pimiento
7	Paraguay*	3,9	Soja, maíz, algodón
8	Pakistán*	2,9	Algodón
9	Sudáfrica *	2,7	Maíz, soja, algodón
10	Uruguay*	1,6	Soja, maíz
11	Bolivia*	1,0	Soja
12	Filipinas*	0,8	Maíz
13	Australia*	0,5	Algodón, canola
14	Burkina Faso*	0,5	Algodón
15	Myanmar*	0,3	Algodón
16	México*	0,2	Algodón, soja
17	España*	0,1	Maíz
18	Colombia*	0,1	Algodón, maíz
19	Sudán*	0,1	Algodón
20	Honduras	<0,1	Maíz
21	Chile	<0,1	Maíz, soja, canola
22	Portugal	<0,1	Maíz
23	Cuba	<0,1	Maíz
24	República Checa	<0,1	Maíz
25	Rumania	<0,1	Maíz
26	Eslovaquia	<0,1	Maíz
27	Costa Rica	<0,1	Algodón, soja
28	Bangladesh	<0,1	Berenjena
<b>Total</b>		<b>181,5</b>	

\* 19 mega países biotecnológicos que cultivan 50,000 hectáreas, o más, de cultivos GM

\*\* Redondeo a la cifra de cien mil más cercana

Fuente: Clive James, 2014.

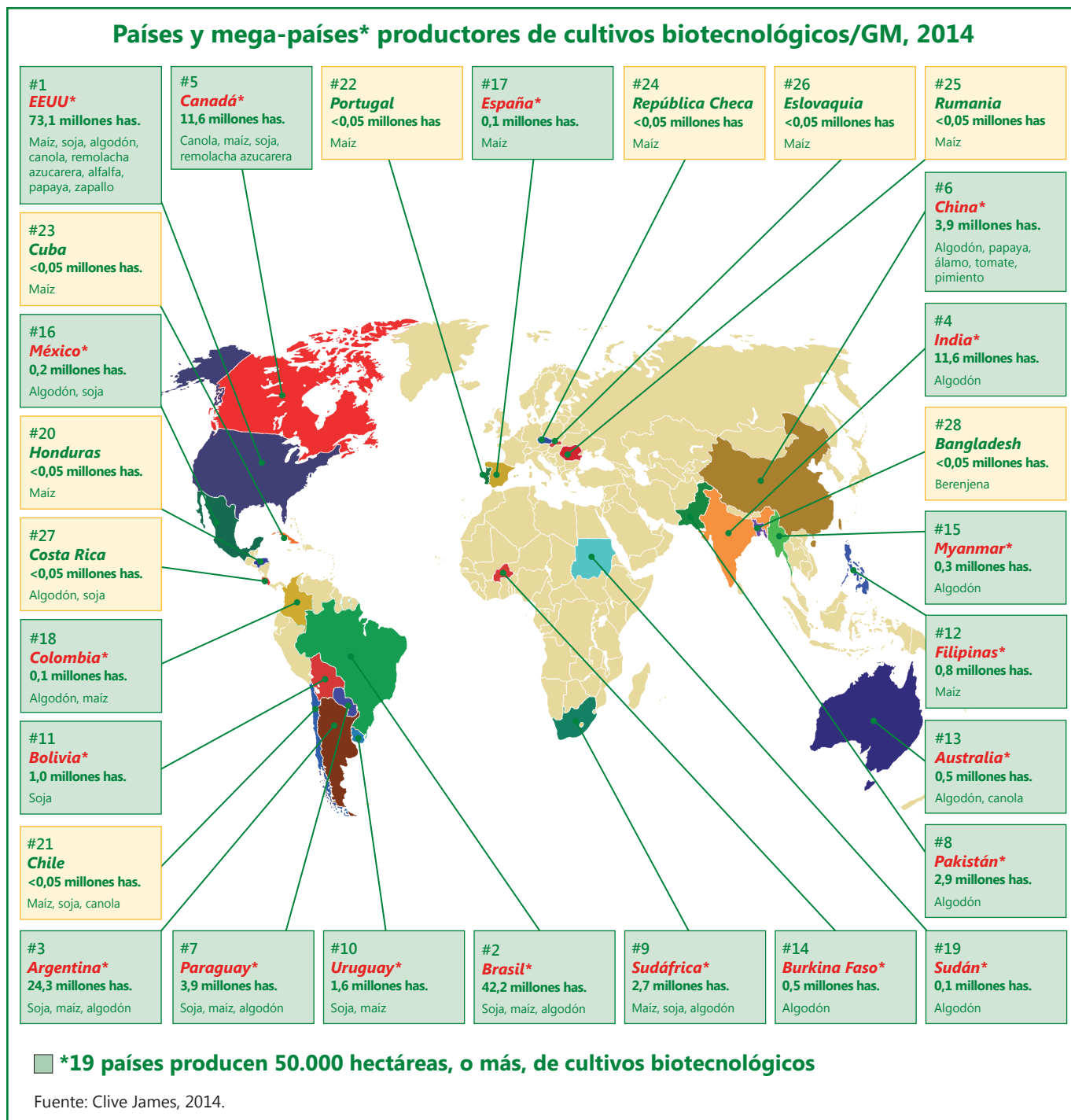


Figura 1. Mapa mundial de los países productores y mega productores de cultivos GM en 2014

glufosinato, isoxaflutol y mesotrione. Enlist® Duo ofrece tolerancia a los herbicidas glifosato y 2,4-D en soja y maíz. Indonesia aprobó una caña de azúcar tolerante a la sequía con siembra prevista para 2015 y Brasil cuenta con dos productos, Cultivance®, una soja TH, y un poroto (frijol) biotecnológico resistente a virus de cultivo local, para su comercialización en 2016. Por último, Vietnam aprobó el maíz biotecnológico (TH y RI) por primera vez para su comercialización en 2015. En resumen, además de los cultivos alimentarios biotecnológicos actuales que benefician directamente a los consumidores (maíz blanco en Sudáfrica, remolacha azucarera y maíz dulce en los Estados Unidos y Canadá, así como papaya y calabaza en los Estados Unidos), los nuevos cultivos biotecnológicos para alimentación humana incluyen la reina de las hortalizas (la berenjena) en Bangladesh y la papa, el cuarto alimento básico más importante del mundo.

- La **papa Innate™** fue desarrollada por la empresa privada Simplot en los Estados Unidos y su comercialización en ese país fue aprobada por el Departamento de Agricultura (USDA) a través de su organismo regulador APHIS en noviembre de 2014. La papa Innate™ tiene entre 50 y 75% menos de acrilamida, un carcinógeno potencial en humanos, que se produce cuando las papas se cocinan a altas temperaturas. La papa Innate™ también es menos susceptible a magulladuras o golpes. Dado que la papa es un producto alimentario perecedero, la calidad puede sufrir un impacto negativo y significativo por el daño ocasionado a los tubérculos durante la cosecha, el manejo y el procesamiento. Las papas Innate™ son un ejemplo excelente del modo en que los cultivos biotecnológicos pueden mejorar la inocuidad y la calidad de los alimentos y ofrecer beneficios para todos los interesados, cultivadores, procesadores y consumidores. Cabe destacar que la papa Innate™ se desarrolló mediante la transferencia de genes de una variedad de papa a otra. La empresa Simplot afirma que la papa Innate™ es un producto superior y seguro que otorgará los siguientes beneficios a los agricultores, procesadores y consumidores: menores niveles de asparraguina, lo que a su vez disminuye el potencial de producción de la indeseable acrilamida, potencial carcinógeno que aparece cuando las papas se cocinan a altas temperaturas; ausencia de descoloración cuando se pelan las papas; menor cantidad de manchas originadas por magulladuras; mejor respuesta al almacenamiento y reducción del desperdicio; todo lo cual contribuye a la seguridad alimentaria. Las encuestas de consumidores realizadas por Simplot indican que el 91% de los encuestados se sentían cómodos con el método de desarrollo genético de la papa Innate™. La tecnología de ARN de interferencia se aplicó para silenciar cuatro genes que redujeron los niveles enzimáticos que, a su vez, provocaron la reducción del nivel de acrilamida. La empresa tiene previsto iniciar la comercialización en base a un número modesto de hectáreas en 2015, priorizando el mercado de papas frescas y el mercado de papas fritas, manteniendo al mismo tiempo la producción de papa Innate™ separada de las papas convencionales para el mercado de exportación. La empresa Simplot tiene previsto presentar las solicitudes ante los mercados principales, Canadá, México y Japón.

La aprobación de Innate™ podría ofrecer nuevas oportunidades para las papas biotecnológicas a nivel mundial. La papa es el cuarto alimento básico más importante del mundo, después del arroz, el trigo y el maíz. Las limitaciones de los productos fitosanitarios son importantes en la producción de papa porque la papa es un cultivo de propagación vegetativa, donde los tubérculos y no la "verdadera semilla" se utilizan para propagar el cultivo en forma comercial. Por ende, a diferencia de los cultivos propagados a través de la semilla, las papas no se benefician de la barrera natural que ofrece la semilla para bloquear la transmisión de muchos agentes patógenos vegetales. Por lo tanto, como ocurre con otros cultivos de tubérculo, la prevalencia e importancia de las enfermedades es alta en las papas, en comparación con los cultivos propagados por semilla. La pérdida de rendimientos globales en las papas debido a agentes patógenos de origen micótico y bacteriano se estima en un 22%, más un 8% debido a distintos virus, lo cual suma un total de 30% para todas las enfermedades. Las pérdidas por enfermedades se agregan a las pérdidas estimadas del 18% ocasionadas por plagas de insectos y del 23% por presencia de malezas. Ante la ausencia de productos fitosanitarios, cabe la posibilidad de perder hasta el 70% de la producción de papa susceptible de alcanzar debido al ataque de plagas como el escarabajo del Colorado y los vectores virales (áfidos/pulgones y saltamontes), enfermedades causadas por hongos, bacterias y un conjunto de virus, entre ellos, el virus Y de la papa (PVY) y el virus del rizado de la hoja de la papa (PLRV), así como también por nematodos, que ocasionan pérdidas devastadoras en zonas localizadas. Los programas de certificación de semillas para tubérculos cultivados a campo con fines de propagación y los sistemas de cultivo de tejidos vegetales, los que requieren infraestructura y uso recurrente de recursos para producir un stock anual de papas limpias, se aplican en los países industrializados con el objeto de

realizar un control efectivo de algunas enfermedades, en particular, los virus transmitidos por insectos vectores, entre ellos, el PVY y el PLRV. La certificación no es muy eficaz contra la destructora plaga del tizón tardío y la certificación exige una infraestructura adecuada que no siempre se encuentra disponible en los países en desarrollo. Entonces, la papa sufre pérdidas muy altas a partir de las plagas y las enfermedades, que la biotecnología puede controlar de manera efectiva.

De las numerosas plagas que atacan a las papas, el tizón tardío (causado por el hongo *Phytophthora infestans*) es la única enfermedad más importante, que representa hasta el 15% de las pérdidas de rendimiento de dicho cultivo debido a los agentes patógenos vegetales. Se trata de la enfermedad que provocó la Gran Hambruna de 1845 en Irlanda. Más de 150 años después de ese flagelo, la tecnología convencional aún no ha podido conferir resistencia al cultivo y el tizón tardío sigue siendo la enfermedad más importante que sufren las papas en todo el mundo, con pérdidas económicas estimadas en US\$7.500 millones anuales. La papa se cultiva ampliamente en muchos países en desarrollo como Bangladesh, India e Indonesia, donde los ensayos de campo ya se están realizando para evaluar la resistencia biotecnológica a la enfermedad del tizón tardío de ese cultivo. La aprobación de la papa Innate™ en Estados Unidos podría tener implicancias importantes a nivel mundial, especialmente para los países en desarrollo, porque abre nuevas oportunidades para aplicar la biotecnología a un "nuevo" cultivo al apilar varios rasgos importantes ya desarrollados (resistencia al tizón tardío), aprobados (Innate™) o comercializados (PVY, PLRV y Bt en los Estados Unidos a fines de la década de 1990). Cabe destacar que, en tiempos recientes, Simplot ha sido pionera en desarrollar dicha estrategia al obtener la licencia de la papa resistente al tizón tardío del Instituto John Innes del Reino Unido y desarrollar una papa Innate™ mejorada con resistencia al tizón tardío, bajo potencial de producción de acrilamida, reducción de manchas oscuras o magulladuras y menor nivel de azúcares reductores. La empresa presentó una solicitud ante el APHIS para que el producto Innate™ mejorado sea declarado no regulado y dicho organismo regulador de los Estados Unidos ya convocó a formular comentarios públicos sobre la solicitud.

- La **alfalfa de baja lignina evento KK179** (a ser comercializada como HarvXtra™) fue desregulada recientemente por el APHIS para su cultivo en los Estados Unidos. La alfalfa es una planta perenne y es el cuarto cultivo más grande por hectáreas en los Estados Unidos, después del maíz, la soja y el trigo, con una ocupación máxima que oscila entre 8 y 9 millones de hectáreas. Es el principal cultivo forrajero de los Estados Unidos y a nivel mundial, donde ocupa aproximadamente 30 millones de hectáreas. La alfalfa RR® tolerante a herbicida derivada de la biotecnología se viene sembrando desde 2005 en los Estados Unidos. En noviembre de 2014, los Estados Unidos aprobaron la siembra de alfalfa biotecnológica, el evento KK179, para su comercialización como HarvXtra™, como apilado con alfalfa RR® con una reducción máxima de lignina del 22% en comparación con la alfalfa tradicional en la misma etapa de crecimiento. El resultado del proceso es la reducción de la acumulación general del total de lignina en el forraje de alfalfa. Las cantidades de lignina en el forraje derivado del evento KK179 generalmente son similares a las que se encuentran en el forraje convencional cosechado varios días antes en condiciones de producción semejantes. La alfalfa de baja lignina aumenta la calidad del forraje modificado en comparación con el forraje convencional de la misma edad, maximiza el rendimiento del forraje al retrasar la cosecha durante varios días y concede a los agricultores mayor flexibilidad en los tiempos de cosecha del forraje. De este modo, el evento KK179 maximiza la calidad del forraje con los menores niveles de lignina, optimiza el rendimiento del forraje al permitir a los agricultores retrasar la cosecha durante varios días, período en el que se acumula más biomasa forrajera, y permite programar la cosecha con mayor flexibilidad para afrontar las condiciones climáticas adversas y los diversos cronogramas de labores.

- El **Enlist™ Duo** es un ejemplo representativo de una segunda generación de productos tolerantes a herbicidas caracterizados por sistemas de doble acción/manejo de malezas para el tratamiento de malezas resistentes a herbicidas. Entre otros productos de la misma clase se incluye un desarrollo para soja con resistencia a dicamba/glifosato y el evento SYHTOH2 de soja tolerante a glufosinato, isoxaflutol y mesotrione. Los productos **Enlist™ Duo** contienen dos genes apilados que confieren tolerancia a los herbicidas glifosato y 2,4-D. El producto fue desregulado en los Estados Unidos a fin de manejar el amplio espectro de malezas que incluyen aquéllas de alta resistencia y difícil control, por ejemplo, malezas resistentes al glifosato como el amaranto Palmer, el cáñamo acuático y la artemisa gigante. Los cultivadores de maíz y de soja pueden utilizar las semillas Enlist™ Duo como un

componente en la gestión responsable de la rotación de diversas semillas y productos con tolerancia a herbicida en sus campos, lo que constituye una estrategia importante para conservar el valor, la eficacia y la perdurabilidad de los cultivos tolerantes a herbicidas. El lanzamiento completo de los productos Enlist depende de la aprobación para su importación que se encuentra pendiente en China, país que otorgó el último visto bueno a un producto en junio de 2013. La aprobación asincrónica para cultivo e importación de nuevos productos es un gran desafío al que todas las partes interesadas deben prestar atención con urgencia.

### **18 millones de agricultores se benefician de los cultivos biotecnológicos, antes el 90% eran agricultores de escasos recursos.**

En 2014, aproximadamente 18 millones de agricultores, la misma cifra que en 2013, sembraron cultivos biotecnológicos, de los cuales alrededor del 90%, o sea 16,5 millones, eran pequeños productores pobres, reacios al riesgo, localizados en países industrializados. En China, 7,1 millones de pequeños agricultores se beneficiaron con el algodón biotecnológico y en India existen más de 7,7 millones de agricultores beneficiarios que cultivan un total superior a 15 millones de hectáreas de algodón Bt. Los datos económicos provisionales más recientes para el período 1996 a 2013 indican que los agricultores de China ganaron US\$16.200 millones y los de India, US\$16.700 millones. Además de las ganancias económicas, los agricultores obtuvieron beneficios enormes a partir de una reducción mínima del 50% en la cantidad de aplicaciones de insecticidas, reduciendo así la exposición de los trabajadores a los insecticidas y, más importante aún, contribuyendo a una mayor sustentabilidad del medio ambiente y a una mejor calidad de vida.

### **Por tercer año consecutivo en 2014, los países en desarrollo sembraron más cultivos biotecnológicos que los países industrializados.**

Los agricultores africanos, asiáticos y latinoamericanos sembraron conjuntamente 96 millones de hectáreas, o sea el 53% de los 181 millones de hectáreas con cultivos biotecnológicos en el mundo (respecto del 54% en 2013) en comparación con los países industrializados que sembraron 85 millones de hectáreas, o sea el 47% (respecto del 46% en 2013); lo cual equivale a una brecha de 11 millones de hectáreas a favor de los países en desarrollo. A largo plazo, se espera que la tendencia continúe a pesar de que en 2014 los Estados Unidos registraron el incremento más alto (3,0 millones de hectáreas), mientras que Brasil (con un aumento de 1,9 millones de hectáreas en 2014) registró el incremento interanual más alto en los últimos cinco años. La mayor cantidad de hectáreas en los países en desarrollo se contradice con la predicción de los críticos que, antes de la comercialización de la tecnología en 1996, declararon de forma prematura que los cultivos biotecnológicos sólo eran para los países industrializados y nunca serían aceptados y aprobados por los países en desarrollo, especialmente los pequeños agricultores de escasos recursos.

Durante el período 1996-2013, los beneficios económicos provisionales acumulados en los países industrializados ascendieron a US\$65.200 millones en comparación con los US\$68.100 millones generados por los países en desarrollo. En 2013, los países en desarrollo obtuvieron el 49,5%, equivalente a US\$10.100 millones, del total de ganancias que ascendió a US\$20.400 millones, y los países industrializados ganaron US\$10.300 millones (Brookes and Barfoot, 2015, en preparación).

### **Los rasgos apilados ocuparon el 28% de los 181 millones de hectáreas mundiales.**

Los rasgos apilados continúan siendo una característica importante de los cultivos biotecnológicos que se encuentra en franco crecimiento: 13 países sembraron cultivos modificados genéticamente conteniendo dos o más rasgos en 2014; de los cuales 10 son países en desarrollo. Alrededor de 51 millones de hectáreas, equivalentes al 28% de más de 181 millones de hectáreas, tuvieron presencia de eventos apilados en 2014. Dicha superficie superó los 47 millones de hectáreas, o sea el 27%, del total de 175 millones de hectáreas en 2013 y se espera que continúe la tendencia firme y creciente a insertar más rasgos apilados. En 2014, en América Latina se sembraron 5,8 millones de hectáreas con soja Bt/TH en Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay.

**Los 5 principales países en desarrollo en materia de cultivos biotecnológicos en los tres continentes del hemisferio sur -Brasil y Argentina en América Latina, India y China en Asia y Sudáfrica en el continente africano- sembraron el 47% de los cultivos biotecnológicos del mundo y representan el ~41% de la población mundial.**

Los cinco principales países en desarrollo en materia de cultivos biotecnológicos en los tres continentes del hemisferio sur son Brasil y Argentina en América Latina, India y China en Asia y Sudáfrica en el continente africano. En conjunto sembraron 84,7 millones de hectáreas (47% del total mundial) y juntos representan ~41% de la población mundial, con un total de 7 mil millones, la que podría llegar a 10.900 millones o más a fines de 2100. Cabe destacar que la población de África subsahariana podría crecer desde los ~mil millones actuales (~13% del total mundial) hasta 3.800 millones (~38% del total mundial) para fines de siglo en 2100. La seguridad alimentaria mundial, exacerbada por los precios elevados e inasequibles de los alimentos, es un desafío extraordinario al que pueden contribuir los cultivos biotecnológicos, aunque no son una panacea.

**Estados Unidos mantiene su rol de liderazgo y en 2014 el aumento interanual de la superficie cultivada fue mayor que el de Brasil, que registró el mayor incremento de cualquier país durante los últimos cinco años.**

Estados Unidos continúa siendo el principal productor de cultivos biotecnológicos en el mundo, con 73,1 millones de hectáreas (40% del total mundial), con una tasa promedio de adopción de ~90% en todos sus principales cultivos biotecnológicos; el crecimiento interanual en los Estados Unidos en 2014 fue de 4%. Cabe destacar que en 2014, el aumento de hectáreas en los Estados Unidos (3,0 millones) fue el más alto de cualquier país del mundo, incluso Brasil (1,9 millones), país que había registrado el incremento más elevado de todos los países del mundo durante los últimos cinco años. El aumento más grande registrado en los Estados Unidos durante 2014 se debió principalmente a un incremento del 11% en el total de la superficie sembrada que alcanzó un récord de 34,3 millones de hectáreas sembradas de soja. A pesar de los altos niveles de adopción en 2013, la tasa de adopción creció en 2014 respecto de los tres principales cultivos: la soja aumentó de 93% a 94%, el maíz de 90% a 93% y el algodón de 90% a 96%.

**Brasil continúa ocupando el segundo lugar, detrás de los Estados Unidos, en hectáreas de cultivos biotecnológicos.**

En 2014, Brasil ocupó el segundo lugar, justo detrás de Estados Unidos, en hectáreas de cultivos biotecnológicos en el mundo, con 42,2 millones de hectáreas (una cifra mayor a los 40,3 millones de hectáreas en 2013); el aumento en 2014 fue de 1,9 millones de hectáreas, equivalente a una tasa de crecimiento del 5%. Durante los últimos cinco años, Brasil fue el motor de crecimiento a nivel mundial. En 2013, aumentó la superficie de cultivos biotecnológicos en 3,7 millones de hectáreas, más que cualquier otro país del mundo. Sin embargo, en 2014, el aumento interanual más alto se registró en los Estados Unidos con 3,0 millones de hectáreas. En 2014, Brasil cultivó el 23% (la misma cifra que en 2013) de los 181 millones de hectáreas mundiales. En el futuro, se espera que Brasil cierre la brecha con los Estados Unidos. Un sistema de autorizaciones con base científica y eficiente en Brasil facilita la adopción rápida de los eventos. En 2014, Brasil sembró comercialmente, por segundo año consecutivo, la soja modificada con genes apilados con resistencia a insectos y tolerancia a herbicida en 5,2 millones de hectáreas, cifra muy superior a los 2,2 millones de hectáreas en 2013. Cabe destacar que EMBRAPA, el Instituto Brasileño de Investigación Agropecuaria, con un presupuesto anual de US\$1.000 millones, obtuvo la autorización de comercialización de un poroto (frijol) biotecnológico resistente a virus de cultivo local, que está prevista para 2016, y de una soja tolerante a herbicida que desarrolló en el marco de una asociación público-privada con BASF, en espera de obtener la autorización de importación en la Unión Europea antes de su comercialización prevista para 2016.

**Canadá aumenta la superficie de cultivos biotecnológicos, mientras que Australia sufre una reducción debido a la sequía severa y continua.**

Canadá sembró 11,6 millones de hectáreas de cultivos biotecnológicos en 2014, una cifra mayor a los 10,8 millones de hectáreas en 2013, ya que los agricultores cultivaron más canola y soja genéticamente modificadas. Canadá sembró

8 millones de hectáreas de canola biotecnológica (tasa de adopción del 95%) y más de 2 millones de hectáreas de soja biotecnológica. Australia mostró una reducción de ~200,000 hectáreas de algodón biotecnológico (tasa de adopción del 99%) debido a una sequía severa. La disminución de la siembra de algodón se compensó con un aumento de ~50% de la superficie sembrada con canola tolerante a herbicida a 342.000 hectáreas.

### **India continúa beneficiándose enormemente del algodón Bt.**

India cultivó un récord de 11,6 millones de hectáreas de algodón Bt sembradas por 7,7 millones de pequeños agricultores, con una tasa de adopción del 95%, cifra mayor a los 11,0 millones de hectáreas en 2013. Cabe destacar que el aumento de las 50.000 hectáreas de algodón Bt en 2002 (cuando el algodón Bt se comercializó por primera vez) a los 11,6 millones de hectáreas en 2014 representa un incremento sin precedentes de 230 veces en trece años. La última estimación provisional de Brookes and Barfoot indica que India mejoró los ingresos agrícolas a partir del algodón Bt en US\$16.700 millones durante el período de doce años comprendido entre 2002 y 2013, así como en US\$2.100 millones en 2013 exclusivamente, cifra similar a la registrada en 2012.

### **Situación de los cultivos biotecnológicos en China.**

En 2014, 7,1 millones de pequeños agricultores (0,5 a 0,6 hectárea/campo) sembraron con éxito 3,9 millones de hectáreas de algodón biotecnológico a una tasa de adopción del 93% de sus 4,2 millones totales de hectáreas con dicho cultivo. Además, se sembraron ~8.500 hectáreas de papaya resistente a virus en Guangdong, la Isla Hainan y este año en la nueva provincia de Guangxi; más ~543 hectáreas de álamo Bt, la misma superficie que el año pasado. A pesar de la disminución total de las hectáreas de algodón en China de 4,6 millones en 2013 a 4,2 millones en 2014 (principalmente debido a los precios bajos y a los grandes stocks de algodón en China), la tasa de adopción del algodón biotecnológico aumentó de 90% en 2013 a 93% en 2014. Es impresionante el incremento de los cultivos de papaya resistente a virus en ~50% de 5.800 hectáreas en 2013 a 8.475 hectáreas en 2014. Además de los 7,1 millones de agricultores que se benefician directamente con el algodón biotecnológico, es probable que exista un adicional de 10 millones de agricultores beneficiarios secundarios que siembran 22 millones de hectáreas de cultivos que son huéspedes alternativos del gusano bellotero del algodón que se benefician de la menor infestación por plagas debido al cultivo extensivo de algodón Bt. Así, la cantidad total efectiva de agricultores beneficiarios de algodón Bt en China exclusivamente puede exceder de manera sustancial los 7,1 millones de agricultores. Los últimos datos provisionales demuestran que las ganancias económicas a nivel de agricultor a partir del algodón Bt ascendieron a US\$16.200 millones durante el período 1997 a 2013 y a US\$1.600 millones en 2013 exclusivamente.

A más corto plazo, el maíz biotecnológico, y a más largo plazo, el arroz Bt, brindan grandes beneficios y tienen implicancias de peso para China, Asia y el resto del mundo a corto, mediano y largo término. Ello se debe a que el arroz es el alimento básico más importante de China y el maíz es el cultivo de forraje más importante del mundo. La investigación y comercialización por parte de China respecto del maíz Bt, el maíz tolerante a herbicida y el maíz con fitasa incorporada, así como el arroz biotecnológico, pueden hacer aportes potenciales muy importantes para satisfacer la necesidad de alimentos y forrajes tanto del mundo como de China. Si bien el Presidente Xi Jinping respaldó la tecnología que se aplica a la soja y el maíz biotecnológicos que China importa en cantidades muy grandes (63 millones de toneladas de soja y 3,3 millones de toneladas de maíz en 2013), la producción interna de cultivos básicos de alimentación no se ha implementado hasta la fecha, aunque la papaya biotecnológica, consumida como fruta/alimento fresco goza de aceptación generalizada, con la superficie cultivada que creció ~50% en 2014 hasta alcanzar más de 8.000 hectáreas. El Presidente Xi Jinping declaró en una Conferencia del Partido Comunista en diciembre de 2013 que, "dado que la tecnología es nueva, es razonable que la sociedad tenga opiniones controvertidas y dudas". Es importante destacar que en la actualidad China, a través del Ministerio de Agricultura, acaba de lanzar una gran campaña nacional de información pública en los medios para despertar la conciencia del público en materia de cultivos biotecnológicos, incluidos los beneficios que éstos ofrecen a China. La política de asignar prioridad en forma continua al apoyo en I+D para los cultivos biotecnológicos en China (US\$4.000 millones para el período 2008 a 2020) refleja el compromiso a largo plazo del país respecto de los cultivos biotecnológicos. China importa cantidades cada vez mayores de maíz (~90% de las cuales corresponde a maíz biotecnológico) y



consume un tercio de la producción de soja mundial; China importa el 65% de las exportaciones mundiales de soja, de las cuales el 90% corresponde a soja biotecnológica.

### **Situación en África.**

África continuó realizando progresos en 2014: en Sudán la superficie de algodón Bt aumentó (~46) de modo considerable a 90.000 hectáreas; en Sudáfrica y Burkina Faso se registró una disminución marginal a causa de la incertidumbre de las condiciones de siembra. Un dato alentador es que otros siete países africanos (enunciados en orden alfabético): Camerún, Egipto, Ghana, Kenia, Malawi, Nigeria y Uganda) realizaron ensayos de campo en la siguiente amplia gama de cultivos básicos y cultivos huérfanos: arroz, maíz, trigo, sorgo, banana (plátano), mandioca (yuca) y batata (papa dulce o camote). Se espera que el proyecto WEMA produzca su primer maíz biotecnológico de evento complejo con tolerancia a la sequía y control de insectos (Bt) a principios de 2017 en Sudáfrica, seguido primero por Kenia y Uganda, y luego por Mozambique y Tanzania, todo ello sujeto a la aprobación regulatoria.

### **Cinco países de la Unión Europea sembraron 143.016 hectáreas de maíz Bt. España fue, con creces, el principal adoptante del cultivo, habiendo sembrado el 92% del total de la superficie de maíz Bt en Unión Europea.**

Cinco países de la Unión Europea, la misma cantidad que el año pasado, sembraron 143.016 hectáreas de maíz Bt y registraron una caída marginal del 3% respecto de 2013, principalmente a causa de la disminución del total de siembras de maíz, en particular en España que informó una tasa récord de adopción del 31.6% y cultivó el 92% de todo el maíz Bt de la Unión Europea. Se informaron aumentos modestos en tres países: Portugal, Rumania y Eslovaquia, así como disminuciones marginales en dos países: España y República Checa. España lideró la Unión Europea con 131.538 hectáreas de maíz Bt, registrándose una baja del 3% respecto de las 136.962 en 2013. En general, en los países de la Unión Europea los agricultores no tienen mayores incentivos para sembrar maíz Bt debido a los procedimientos de información onerosos y demasiado exigentes que deben cumplir los agricultores de la Unión Europea.

### **Situación de eventos aprobados para cultivos biotecnológicos.**

A fines de octubre de 2014, un total de 38 países (37 + UE-28) ya había concedido autorizaciones desde 1994 para importación, uso en alimentación y/o forraje y liberación al medio ambiente de cultivos biotecnológicos. Desde esos países, las autoridades competentes emitieron un total de 3.083 aprobaciones regulatorias para un total de 27 cultivos GM y 357 eventos de transformación, 1458 de las cuales están destinadas para uso alimentario (uso directo o para procesamiento), 958 para uso como forraje (uso directo o para procesamiento) y 667 para siembra o liberación al medio ambiente. Japón tiene la mayor cantidad de eventos aprobados (201), seguido por los Estados Unidos (171, sin incluir eventos apilados), Canadá (155), México (144), Corea del Sur (121), Australia (100), Nueva Zelanda (88), Taiwán (79), Filipinas (75) y la Unión Europea (73, incluidas las aprobaciones que están vencidas o en proceso de renovación), Colombia (73), Sudáfrica (77) y China (55). El maíz aún tiene la mayor cantidad de eventos aprobados (136 eventos en 29 países), seguido por el algodón (52 eventos en 21 países), la canola (32 eventos en 13 países), la papa (31 eventos en 10 países) y la soja (30 eventos en 28 países).

Entre los eventos de transformación, la soja tolerante a herbicida, evento GTS-40-3-2 es el que ha recibido la mayor cantidad de autorizaciones (52 aprobaciones en 26 países + UE -28), seguido por el maíz tolerante a herbicida, evento NK603 (52 aprobaciones en 25 países + UE -28), el maíz resistente a insectos, evento MON810 (50 aprobaciones en 25 países + UE -28), el maíz resistente a insectos, evento Bt11 (50 aprobaciones en 24 países + EU-28), el maíz resistente a insectos, evento TC1507 (47 aprobaciones en 22 países + EU-28), el maíz tolerante a herbicida, evento GA21 (41 aprobaciones en 20 países + EU-28), el algodón resistente a insectos, evento MON531 (39 aprobaciones en 19 países + EU-28), el maíz resistente a insectos, evento MON89034 (39 aprobaciones en 22 países + EU-28), la soja tolerante a herbicida, evento A2704-12 (39 aprobaciones en 22 países + EU-28), el maíz resistente a insectos, evento MON88017 (37 aprobaciones en 20 países + EU-28), el maíz tolerante a herbicida T25 (37 aprobaciones en 18 países + EU-28) y el algodón resistente a insectos, evento MON1445 (37 aprobaciones en 17 países + EU-28).

## **El valor mundial de la semilla de cultivos biotecnológicos fue de US\$15.700 millones en 2014.**

El valor mundial de la semilla en sí misma de cultivos biotecnológicos fue de ~US\$15.700 millones en 2014. En un estudio de 2011 se estimó que el costo del descubrimiento, desarrollo y autorización de un nuevo cultivo/evento biotecnológico es de ~US\$135 millones. En 2014, el valor del mercado mundial de cultivos biotecnológicos, estimado por Cropnosis, fue de US\$15.700 millones (levemente superior a los US\$15.600 millones informados en 2013); lo cual representa el 22% de los US\$72.300 millones del mercado mundial de productos para la protección de cultivos en 2013 y el 35% de los ~US\$45.000 millones del mercado de semilla comercial. Los ingresos estimados globales a pie de campo del “producto final” comercial cosechado (granos biotecnológicos y otros productos cosechados) es diez veces mayor que el valor de la semilla biotecnológica en sí misma.

## **PERSPECTIVAS DE FUTURO**

### **Alimentar al mundo en 2050.**

**Alimentar a más de 9 mil millones de personas en 2050 es uno, si no “el” desafío más intimidante de todos los que deberá enfrentar la humanidad durante el resto de los años del presente siglo. El hecho de que la mayoría de la población mundial ni siquiera es consciente de la magnitud del desafío dificulta aún más la tarea. Los párrafos siguientes son una crónica de algunos de los hechos destacados y fundamentales en relación con las dimensiones del reto de alimentar al mundo a partir de 2050.**

- La población mundial, que sólo era de 1.700 millones en 1900 al inicio del siglo XX, hoy asciende a 7.200 millones, cifra que probablemente trepará a 9.600 millones en 2050 y rondará los 11 mil millones a fines de este siglo en 2100. A nivel mundial, 870 millones de personas actualmente se encuentran en situación de hambre crónica y 2 mil millones están desnutridos.
- De manera coincidente, el surgimiento de un cambio que favorece una dieta más rica en proteínas y menos eficiente, que incluye más carne en los países industrializados prósperos liderados por China e India.
- La necesidad de aumentar la productividad de los cultivos, al menos en un 60% o más hacia 2050, así como de lograr ese objetivo utilizando menos recursos de forma mejorada y sustentable –menor uso del suelo, agua, fertilizantes y plaguicidas.
- El crecimiento de la demanda de biomasa derivada de cultivos para producir biocombustibles en respuesta al requerimiento de más energía para satisfacer a una población mundial en crecimiento que es más demandante y más opulenta.
- La respuesta a los nuevos desafíos adicionales asociados al cambio climático, con sequías severas y más frecuentes que tienen implicancias para la disponibilidad y el uso del agua –la agricultura utiliza el 70% del agua dulce del mundo, un porcentaje que no será sustentable en 2050 con 2 mil millones más de habitantes.

Las tasas de crecimiento de la productividad de los cultivos disminuyeron con posterioridad al aporte significativo que hicieron las revoluciones ecológicas (“verdes”) del trigo y del arroz. Ahora resulta evidente que la tecnología de cultivo tradicional por sí misma no permitirá alimentar a más de 9 mil millones de personas en 2050 y que la biotecnología tampoco es una panacea. Una opción que está proponiendo la comunidad científica mundial consiste en implementar un enfoque equilibrado, seguro y sostenible, mediante la aplicación de la mejor tecnología de cultivo tradicional (germoplasma bien adaptado) y la mejor biotecnología (rasgos GM y no GM adecuados) para lograr la **intensificación sustentable** de la productividad de los cultivos sobre los 1.500 millones de hectáreas de tierras cultivables en el mundo. La rentabilidad de la inversión en agricultura es alta y además tiene un impacto directo en la mitigación de la pobreza, especialmente en el caso de pequeños agricultores de escasos recursos y campesinos sin tierras que dependen de la agricultura, quienes representan la mayoría de las personas más pobres del mundo.

### **Contribución de los cultivos biotecnológicos a la seguridad alimentaria, la sustentabilidad y el cambio climático.**

Los datos provisionales para el período 1996 a 2013 demostraron que los cultivos biotecnológicos contribuyeron a mejorar la seguridad alimentaria, la sustentabilidad y el cambio climático al aumentar la producción de cultivos valorada en US\$133.300 millones; proporcionar un mejor medio ambiente al ahorrar el uso de ~500 millones de kilos de principios activos de plaguicidas entre 1996 y 2012; reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en 28 mil millones de kilos exclusivamente en 2013, lo cual equivale a sacar de circulación 11,4 millones de automóviles durante un año; conservar la biodiversidad en el período 1996-2013 al dejar de usar 132 millones de hectáreas de suelo; y mitigar la pobreza ayudando a >16,5 millones de pequeños agricultores y sus familias que totalizan >65 millones de personas, algunas de ellas, las más pobres del mundo. Los cultivos biotecnológicos pueden contribuir a la estrategia de “intensificación sustentable”, fomentada por varias academias científicas de todo el mundo, lo que permite un aumento de la productividad/producción sólo en la superficie actual de 1.500 millones de hectáreas cultivadas en todo el mundo y, de ese modo, salvar bosques y conservar la biodiversidad. Los cultivos biotecnológicos son esenciales pero no son una panacea y la adopción de buenas prácticas agrícolas, como rotaciones y manejo de la resistencia, es indispensable tanto para cultivos biotecnológicos como para cultivos convencionales.

### **Contribución de los cultivos biotecnológicos a la sustentabilidad.**

Los cultivos biotecnológicos contribuyen a la sustentabilidad de las cinco formas siguientes:

- **Contribución a la seguridad y autoabastecimiento de alimentos, forrajes y fibra, incluidos los alimentos más asequibles, al incrementar la productividad y los beneficios económicos de manera sustentable para los agricultores.**

Se generaron ganancias económicas para los agricultores de ~US\$133.300 millones a nivel mundial gracias a los cultivos biotecnológicos durante el período 1996 a 2013, de los cuales el 30% se debe a la reducción de costos de producción (menos labranza, menos aplicación de plaguicidas y menos empleo de mano de obra) y el 70% se debe a ganancias por altos rendimientos de 441,4 millones de toneladas. Las cifras correspondientes a 2013 exclusivamente fueron 88% del total de ganancias de US\$20.400 millones originadas en el incremento del rendimiento (equivalente a 64 millones de toneladas) y 12% debido a la reducción de costos de producción (Brookes and Barfoot, 2015, en preparación).

- **Conservación de la biodiversidad: los cultivos biotecnológicos son una tecnología de uso racional del suelo.**

Los cultivos biotecnológicos son una tecnología que permite racionalizar el uso del suelo, alcanzar una mayor productividad en los 1.500 millones de hectáreas de tierras cultivables; pudiendo, de este modo, ayudar a impedir la deforestación y a proteger la biodiversidad en bosques y otras reservas naturales; lo cual remite a una estrategia de intensificación sustentable. Alrededor de 13 millones de hectáreas de biodiversidad como, por ejemplo, los bosques tropicales, se pierden cada año en los países en desarrollo. Si los 441,4 millones de toneladas de alimentos, forrajes y fibra adicionales producidos a partir de cultivos biotecnológicos durante el período 1996 a 2013 no se hubieran producido con cultivos biotecnológicos, se habrían necesitado 132 millones de hectáreas adicionales (Brookes and Barfoot, 2014, en preparación) de cultivos convencionales para producir igual cantidad de toneladas. Es probable que en algunas de las 132 millones de hectáreas adicionales haya sido necesario labrar suelos frágiles y marginales, inadecuados para la producción de cultivos, así como talar bosques tropicales, ricos en biodiversidad, para permitir la agricultura de tala y quema en los países en desarrollo, destruyendo así la biodiversidad.

- **Contribución a la mitigación de la pobreza y del hambre.**

A la fecha, el algodón biotecnológico en países en desarrollo como China, India, Pakistán, Myanmar, Burkina Faso y Sudáfrica hizo un aporte significativo a los ingresos de >16,5 millones de pequeños agricultores de escasos recursos durante 2014. Esa contribución podría potenciarse durante los años que restan para

completar la década 2011 a 2020, principalmente con algodón y maíz biotecnológicos.

- **Reducción de la huella ambiental de la agricultura.**

La agricultura convencional ha tenido un impacto significativo en el medio ambiente y la biotecnología se puede utilizar para contribuir a reducir la huella ambiental de la agricultura. Los progresos a la fecha incluyen lo siguiente: una significativa reducción del uso de plaguicidas; ahorro en combustibles fósiles; reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> mediante la eliminación o reducción de la necesidad de labranza; y conservación del suelo y del agua optimizando las prácticas de siembra directa y labranza mínima que permiten el uso de cultivos biotecnológicos tolerantes a herbicidas. Se estima que la reducción acumulada de plaguicidas en el período 1996 a 2012 fue de ~500 millones de kilogramos (kg) de principios activos, un ahorro de 8,7% en plaguicidas. Esto equivale a una reducción del 18,5% del impacto ambiental asociado al uso de plaguicidas en esos cultivos, según mediciones del Cociente de Impacto Ambiental (EIQ por sus siglas en inglés), un parámetro compuesto sobre la base de diferentes factores que contribuyen al impacto ambiental neto de un principio activo individual. Las cifras correspondientes a 2012 exclusivamente representan una reducción de 36 millones de kg de principios activos (equivalente a un ahorro del 8% en plaguicidas) y una reducción del 23,6% en el cociente EIQ (Brookes and Barfoot, 2014, en preparación).

Incrementar el uso eficiente del agua tendrá un enorme impacto en la conservación y disponibilidad del agua a nivel mundial. En la actualidad, el 70% del agua dulce mundial se utiliza en agricultura y esto obviamente no será sustentable en el futuro, ya que la población humana aumentará en casi 30%, a más de 9.600 millones hacia el año 2050. Los primeros híbridos de maíz biotecnológico con grado de tolerancia a la sequía se comercializaron en 2013 en los Estados Unidos y hacia ~2017 se tiene previsto comercializar el primer maíz tropical biotecnológico con tolerancia a la sequía en África subsahariana. Se espera que la tolerancia a la sequía tenga un gran impacto en los sistemas de cultivos más sustentables en todo el mundo, particularmente en los países en desarrollo, donde es probable que la sequía sea ser más frecuente y más severa que en los países industrializados.

- **Aporte a la mitigación del cambio climático y reducción de los gases de efecto invernadero.**

Las preocupaciones importantes y urgentes sobre el medio ambiente a nivel mundial tienen implicancias para los cultivos biotecnológicos, los que contribuyen a reducir los gases de efecto invernadero y ayudan a mitigar el cambio climático de dos maneras principales. En primer lugar, un ahorro permanente de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y una reducción del uso de combustibles fósiles por la menor aplicación de insecticidas y herbicidas. Según datos provisionales de 2013 exclusivamente, se logró un ahorro estimado de 2.100 millones de kilos de CO<sub>2</sub>, equivalente a retirar 940.000 automóviles de circulación. En segundo lugar, el ahorro adicional generado por los métodos de labranza conservacionista (necesidad de labranza mínima o labranza cero gracias a los cultivos biotecnológicos tolerantes a herbicidas) para la producción de alimentos, forrajes y fibra GM, lo que permitió una captura adicional de carbono en el suelo equivalente a 25.900 millones de kilos de CO<sub>2</sub> en 2013, o sea, al retiro de circulación de 11,5 millones de automóviles durante un año. Por ende, en 2013 el ahorro conjunto permanente y adicional facilitado por la captura de carbono fue equivalente a 28 mil millones de kilos de CO<sub>2</sub>, o sea, al retiro de circulación de 12,4 millones de automóviles respecto de los 11,8 millones en 2012. (Brookes and Barfoot, 2014, en preparación).

Según los pronósticos, las sequías, inundaciones y variaciones de temperatura se tornarán más severas y frecuentes a medida que enfrentamos los nuevos desafíos asociados al cambio climático y, por lo tanto, será necesario acelerar los programas de mejoramiento de cultivos para desarrollar variedades e híbridos que se adapten bien a los cambios más rápidos de las condiciones climáticas. Diversas herramientas de cultivo biotecnológico, entre ellas, cultivo de tejidos, diagnóstico, genómica, tecnología con dedos de zinc de selección asistida por marcadores moleculares (MAS, por sus siglas en inglés) y tecnología de nucleasas efectoras similares a los activadores de transcripción (TALENs, por sus siglas en inglés), y los cultivos

biotecnológicos pueden ser utilizados en conjunto para acelerar el mejoramiento genético y ayudar a mitigar los efectos del cambio climático. Los cultivos biotecnológicos ya están contribuyendo a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> al eliminar la necesidad de labrar una parte importante de la tierra cultivada, lo que permite conservar el suelo, especialmente reteniendo la humedad, a disminuir la aplicación de plaguicidas y también a facilitar la captura de CO<sub>2</sub>.

En resumen, el conjunto de las cinco formas de sustentabilidad antes mencionadas demostró la capacidad de los cultivos biotecnológicos para contribuir a la sustentabilidad de manera significativa y mitigar los desafíos extraordinarios asociados al cambio climático y al calentamiento global. Además, el potencial de futuro es enorme. Los cultivos biotecnológicos pueden incrementar de modo significativo la productividad y los ingresos y, por lo tanto, contribuir como motor de crecimiento económico rural para combatir la pobreza de los pequeños agricultores de escasos recursos en todo el mundo.

### Gestión responsable y manejo de la resistencia en cultivos biotecnológicos.

Los dos eventos principales de cultivos tecnológicos con resistencia a insectos (RI) y tolerancia a herbicida (TH) hicieron una contribución enorme a la producción de alimentos, forrajes y fibras desde su primera aprobación para cultivo comercial en 1996, hace casi 20 años. En 2014, los rasgos de resistencia a insectos (RI) y tolerancia a herbicida se usaron individualmente o apilados en los cuatro principales cultivos biotecnológicos de maíz, soja, algodón y canola, que se sembraron a nivel mundial en 181 millones de hectáreas en 28 países. Además, durante los 19 años del período 1996 a 2014, los cultivos biotecnológicos RI/TH ganaron la confianza de millones de agricultores en todo el mundo y, como resultado, lograron una adopción casi óptima del 90% o más en casi todos los principales países que siembran cultivos biotecnológicos. Los cultivos biotecnológicos RI/TH brindaron un sistema alternativo y complementario exitoso frente a los sistemas de producción de cultivos con base en la aplicación de plaguicidas y los agricultores consideran que dichos cultivos son eficientes, convenientes y respetuosos del medio ambiente. Esos dos mismos rasgos también se incorporaron con éxito en una variedad de otros cultivos biotecnológicos comercializados que incluyen alfalfa, berenjena, remolacha azucarera y álamo. Los dos rasgos se incorporaron también con éxito en otros dos importantes alimentos básicos, arroz y trigo, para su futuro uso como nuevos cultivos biotecnológicos comerciales.

Poco importa si se trata de tecnología convencional o de biotecnología, la adopción generalizada de resistencia a insectos y tolerancia a herbicida genera con el paso del tiempo resistencia en las plagas de insectos y en las malezas, disminuyendo así sus beneficios para los agricultores. **Las cuestiones de manejo de la resistencia de las plagas relacionada con los rasgos RI/HT fueron anticipadas y debatidas por la comunidad científica, los reguladores y los formuladores de políticas antes de la introducción de los cultivos biotecnológicos en 1996.** Se analizaron diversos enfoques de políticas para manejar el desarrollo de la resistencia de los insectos (MRI) a los cultivos IR que incluyen siembra de refugios, la integración del MRI a los programas generales de manejo integrado de plagas (MIP) que aplican estrategias de manejo de resistencia de insectos y el monitoreo de cultivos biotecnológicos posterior a su liberación para detección temprana de la resistencia. En forma coincidente, los nuevos métodos científicos evolucionaron en torno a la técnica de piramidación de genes y el apilamiento de rasgos para facilitar la mayor eficacia del manejo y gestión responsable de la resistencia en relación con los nuevos cultivos biotecnológicos. De este modo, el manejo de la resistencia, que comprende los enfoques MRI y la gestión responsable, así como las buenas prácticas agrícolas, que incluyen la rotación de cultivos, desempeñaron un papel importante en la exitosa aceptación y adopción a gran escala de los cultivos biotecnológicos RI/TH a partir del comienzo de 1996. Hay consenso en que los enfoques precedentes prolongan la vida de los cultivos biotecnológicos y los hacen más perdurables en comparación con la tecnología convencional, extendiendo así los beneficios a los agricultores a partir de la siembra de cultivos biotecnológicos RI/HT una campaña tras otra.

---

<sup>1</sup> MAS = Marker-Assisted Selection

<sup>2</sup> TALENS = Transcription Activator-Like Effector Nucleases

Según lo anticipado, los estudios confirmaron que la primera generación de rasgos RI/TH se está volviendo susceptible a determinadas plagas de insectos y malezas resistentes, respectivamente. Los cultivos GM con rasgos simples o apilados RI/HT que consisten de un solo gen o de múltiples genes en maíz en los Estados Unidos generaron resistencia en las plagas en el campo. Por lo tanto, se deberá asignar alta prioridad a los enfoques para manejar esta resistencia, especialmente porque existen más cultivos con genes Bt (simples y apilados), los que en 2014 ya ocupaban 55 millones de hectáreas. Del mismo modo, varios estudios indican que una gran cantidad de malezas demostró resistencia a la aplicación de herbicidas, que incluyen el glifosato utilizado ampliamente, lo cual es posible que limite el uso del producto en el futuro según su forma actual. De esta manera, el manejo y gestión responsable de la resistencia en cultivos biotecnológicos RI/TH adquirió mayor importancia y merece que se le asigne prioridad y atención e implementación adecuadas en el campo.

Las dos décadas de experiencia y la tendencia del desarrollo tecnológico sugieren que es necesario considerar los 12 elementos siguientes para lograr la implementación estricta y eficaz del manejo y gestión responsable de la resistencia:

- Siembra de refugios y métodos innovadores para su uso en esquemas simples pero creativos como los refugios en bolsa (REB)
- Integración del MRI en los sistemas de manejo integrado de plagas (MIP)
- Implementación más estricta del paquete de prácticas recomendadas
- Control post-liberación y comunicación oportuna de la detección de la resistencia
- Garantía de pureza de la semilla y de expresión adecuada de rasgos
- Oferta asegurada de semillas RI/TH de alta calidad
- Piramidación y apilamiento de genes de rasgos de resistencia a insectos y tolerancia a herbicida
- Integración de múltiples modos de acción para rasgos RI/TH
- Desarrollo de nuevas tecnologías innovadoras y más resilientes capaces de revertir la resistencia a insectos
- Reemplazo oportuno de los productos RI/TH actuales por versiones mejoradas
- Educación, capacitación y divulgación a la comunidad agrícola en relación con el manejo de cultivos biotecnológicos RI/TH
- Fortalecimiento del cumplimiento normativo

Es importante obtener cuanto antes posible las aprobaciones de la segunda generación de cultivos RI/TH, como los productos Bollgard-III™ y Enlist™ con doble y triple modos de acción para los rasgos tolerantes a malezas e insectos, ya que ayuda a superar los desafíos actuales de manejar la resistencia de las malezas e insectos ante cultivos RI/TH. Es necesario implementar de manera estricta el uso generalizado de la estrategia de refugios en bolsa (REB) y el cumplimiento normativo. **Lo que es más importante, todas las partes interesadas, con inclusión de la comunidad científica, los agricultores, los formadores de políticas y el sector privado, deben tomar conciencia de su responsabilidad colectiva y de que el sistema general de manejo de la resistencia NO funcionará si cualquiera de las partes interesadas en forma individual se atrasa en la implementación.**

### Situación del arroz dorado.

Las mujeres y los niños son los más vulnerables a la deficiencia de vitamina A (DVA), la causa principal de ceguera infantil y de incapacidad de los sistemas inmunitarios para combatir la enfermedad.

La OMS informa en 2009 y 2012 que 190 de los 250 millones de niños en edad preescolar en el mundo entero aún se ven afectados por DVA todos los años. Los estudios demuestran que la suplementación con vitamina A podría reducir la mortalidad en niños menores de cinco años entre 24 y 30%. Esto significa que la disponibilidad de vitamina A para 8 millones de lactantes mayores y niños en edad preescolar en ambientes de desnutrición podría evitar entre 1,3 y 2,5 millones de muertes infantiles por año. El Instituto Filipino de Investigación del Arroz (PhilRice) y el Instituto Internacional de Investigación del Arroz (IRRI) están desarrollando el Arroz Dorado (GR, por sus siglas en inglés). El IRRI informa que desde marzo de 2014 continúa la investigación, el análisis y las pruebas de

arroz dorado enriquecido con beta caroteno asociado con organismos nacionales de investigación que colaboran en Filipinas, Indonesia y Bangladesh. El evento R de arroz dorado (GR2-R) se insertó por introgresión en mega variedades seleccionadas y se probó a campo durante tres temporadas para evaluar el rendimiento agronómico y el desempeño del producto en condiciones de cultivo en Filipinas.

Los resultados preliminares de los ensayos realizados en múltiples locaciones demuestran que si bien se alcanzó el nivel deseado de beta caroteno en el grano, el rendimiento promedio fue más bajo que los rendimientos de variedades locales comparables que ya gozaban de la preferencia de los agricultores. Por lo tanto, el nuevo objetivo de aumentar el rendimiento se transformó en el foco de la investigación actual para incluir otras versiones de arroz dorado GR2 tales como el GR2-E y otros. En el IRRI, el rasgo del arroz dorado (GR) se inserta en mega variedades para obtener las líneas adecuadas y, una vez logradas, se reanuda la serie de ensayos de campo confinados. El IRRI y sus numerosos socios en el ámbito de investigación siguen comprometidos a desarrollar una variedad de arroz dorado de alto rendimiento que beneficie a los agricultores y a los consumidores. La importante misión del proyecto de arroz "Golden Rice" –contribuir a mejorar la salud de millones de personas que sufren de deficiencia de micronutrientes– demanda la planificación cuidadosa de cada paso y aspecto del estudio científico del arroz dorado. El IRRI y todas las instituciones participantes continuarán trabajando siguiendo rigurosidad todos los protocolos de bioseguridad y otras normativas para proseguir las investigaciones tendientes a desarrollar y difundir el arroz dorado.

Una vez liberado, el arroz dorado tiene el potencial de proveer un alimento básico con hidratos de carbono fortificados con beta caroteno, con un total estimado de 2.006.869 calorías por día en los principales países del hemisferio sur que padecen DVA. La siguiente es la composición por región por día: personas que viven en Asia meridional (1.130.648 calorías), Sudeste asiático (660.979), África (125.124), América Latina (75.238) y Asia central (14.880), que corresponde a un total de 2.006.869 calorías por día –estas son las regiones donde se registran más casos de DVA (HarvestPlus, comunicación personal).

### **Posibles nuevos cultivos biotecnológicos en los próximos 5 a 10 años.**

Una de las preocupaciones expresadas a menudo por los críticos de los cultivos biotecnológicos es que tienen un espectro acotado en cuatro cultivos principales (soja, maíz, algodón y canola) y dos rasgos (tolerancia a herbicida y resistencia a insectos). Sin embargo, en los últimos cinco años se amplió de manera significativa la cantidad de cultivos biotecnológicos comercializados, que incluyen grandes superficies de remolacha azucarera y de alfalfa, junto con pequeñas superficies de calabaza, papaya, berenjena y álamo, para un total de 10 cultivos biotecnológicos en 2014.

La información mundial sobre cultivos biotecnológicos sometidos a ensayos de campo es de interés para muchos, pero no siempre es fácil acceder a la información. El Apéndice 7 del informe ofrece una lista incompleta de 71 nuevos cultivos/rasgos biotecnológicos seleccionados que, como mínimo, fueron probados en campo de forma confinada. La lista proporciona al lector una visión global general del posible futuro alcance de los nuevos cultivos biotecnológicos que puedan estar disponibles (sujeto a aprobación regulatoria) durante los próximos 5 a 10 años. La base de datos se limita a enumerar cultivos biotecnológicos por cultivo, rasgo(s), desarrollador/facilitador de tecnología y países donde se han realizado los ensayos de campo. Si bien la lista de 71 entradas no es exhaustiva, al proceder a la revisión de la base de datos de 71 entradas, las siguientes son algunas de las características generales que puedan resultar de interés:

- Alrededor de la mitad de las 71 entradas se refieren a productos ensayados a campo en los países en desarrollo y la otra mitad se encuentra en los países industrializados; la tendencia general a favor de los países en desarrollo es tanto oportuna como apropiada en función de la mayor necesidad de alimentos, forrajes y fibras en los países del hemisferio sur, en África, Asia y América Latina.
- Alrededor de la cuarta parte son "nuevos" cultivos que diversifican de manera sustancial la cartera actual de 10 cultivos biotecnológicos comerciales y en general son cultivos huérfanos que favorecen a la población más pobre y que pueden hacer un aporte importante a la seguridad alimentaria para las personas de escasos

recursos. Los nuevos cultivos biotecnológicos incluyen manzana, banana (plátano), camelina, mandioca (yuca), cítricos, garbanzo, caupí, maní, mostaza, guandú, papa, arroz, cártamo, caña de azúcar y trigo.

- El espectro de rasgos incluye los introducidos para mejorar la tolerancia a la sequía y a la salinidad, potenciar el rendimiento, promover el uso eficiente del nitrógeno, mejorar la nutrición humana y animal y la calidad de los alimentos, aumentar la resistencia a plagas y enfermedades, que incluye la resistencia a virus.
- Alrededor de la mitad de las entradas listadas representan tecnologías desarrolladas por instituciones del sector público o son proyectos de transferencia de biotecnología de cultivos que implican alianzas estratégicas entre el sector público y el sector privado. Lo anterior, combinado con el hecho de que alrededor de la mitad de los ensayos se está realizando en los países en desarrollo, con un número cada vez más elevado en África, donde se presentan los mayores desafíos, son noticias alentadoras para la comunidad de los desarrolladores a nivel mundial.

### Productos biotecnológicos no transgénicos.

Hasta ahora la modificación transgénica se ha logrado usando la bacteria *Agrobacterium* o la pistola/cañón génico. Las nuevas aplicaciones biotecnológicas avanzadas como la tecnología de nucleasas con dedos de zinc (ZFN), los sistemas de nucleasas asociados a repeticiones palindrómicas cortas agrupadas y regularmente espaciadas (CRISPR) y las nucleasas efectoras similares a los activadores de transcripción (TALENs) están siendo utilizadas para potenciar la eficiencia y la precisión del proceso de transformación. Estas nuevas técnicas permiten el corte de la secuencia de ADN en un lugar predeterminado y la inserción precisa de la mutación o los cambios de un solo nucleótido en una ubicación óptima en el genoma para obtener la máxima expresión. Estas técnicas están muy avanzadas - ZFN ya se utilizó para introducir con éxito la tolerancia a herbicida y TALENs se aplicó para suprimir o eliminar el gen en el arroz que confiere susceptibilidad al tizón (importante enfermedad bacteriana que ataca al arroz). Sin embargo, los expertos en la materia creen que posiblemente el "poder real" de esas nuevas tecnologías sea su capacidad para "editar" y modificar múltiples genes de plantas nativas (no GM), que codifican rasgos importantes como la sequía y generan cultivos mejorados que no son transgénicos. Los reguladores de los Estados Unidos opinaron inicialmente que los cambios que no implican transgénicos serán tratados de forma diferente; esto podría tener un impacto muy significativo en la eficiencia y oportunidad del proceso actual de regulación/aprobación muy demandante de recursos y la aceptación de los productos por parte del público.

El trigo resistente al moho blanco (o mildiú polvoriento) fue desarrollado por investigadores de la Academia China de Ciencias a través de métodos avanzados de edición de genes. Los investigadores eliminan los genes que codifican proteínas que reprimen las defensas contra el moho utilizando herramientas de edición del genoma como TALENs y CRISPR. El trigo es una planta hexaploide y, por lo tanto, requirió la supresión de múltiples copias de los genes. Esto también representa un logro importante en la modificación de los cultivos de alimentos sin necesidad de insertar genes extraños, de allí que sea considerada como una técnica no GM.

Otra clase de nuevas aplicaciones, aún en etapa temprana de desarrollo, son los **transportadores de membrana**, que se están investigando para superar una serie de limitaciones de los cultivos, desde los tipos de estrés biótico o abiótico hasta la mejora de los micronutrientes. Cabe destacar que de la población mundial actual estimada en 7 mil millones, casi mil millones de personas están desnutridas pero otras mil millones están malnutridas, **carecientes de micronutrientes vitales: hierro (anemia), zinc y vitamina A**. El suministro adecuado de alimentos nutritivos con niveles mejorados de micronutrientes básicos es fundamental para la salud humana. Los avances recientes demuestran que los transportadores de membrana especializados se pueden utilizar para mejorar los rendimientos de los cultivos básicos, aumentar el contenido de micronutrientes e incrementar la resistencia a tipos clave de estrés, como salinidad, agentes patógenos y toxicidad por presencia de aluminio, que a su vez podría expandir la tierra cultivable disponible. Se estima que los suelos ácidos ocupan el 30% de las tierras en todo el mundo.



## OBSERVACIONES FINALES

### El camino a seguir - El rol de las alianzas estratégicas público-privadas (APP)

Al efectuar la revisión de los proyectos de transferencia de biotecnología de cultivos durante la última década, el progreso y la promesa de las alianzas estratégicas público-privadas (APP) resultan sorprendentes. El primer proyecto de transferencia de cultivos biotecnológicos en el marco de una APP fue coordinado por el ISAAA a principios de 1990. El proyecto tripartito implicó la participación de tres socios: el país en desarrollo fue México (más específicamente, el laboratorio de biotecnología CINVESTAV), que en conjunto con el Ministerio de Agricultura había identificado la resistencia a enfermedades virales en las papas, cultivadas por pequeños agricultores como máxima prioridad debido a que la tecnología convencional no ofrecía una solución; el socio del sector privado era Monsanto, que acordó donar los eventos de proteína de cubierta que confieren resistencia a virus PVX y PVY en papa. Es importante señalar que Monsanto también acordó capacitar a científicos del CINVESTAV en el uso de la nueva tecnología. El tercer socio fue la Fundación Rockefeller, que proporcionó toda la financiación para el proyecto trienal, debido a su naturaleza innovadora y concordancia con el programa de biotecnología de cultivos de la Fundación.

Tras la ejecución del proyecto mexicano, el ISAAA exploró a fondo la posibilidad de armar un proyecto de transferencia de biotecnología en la que más de un país compartiría la misma tecnología donada, creando así un efecto multiplicador para la transferencia de tecnología. El proyecto que se desarrolló contó con la donación de un evento para conferir resistencia al virus letal de la mancha anular de la papaya (PRSV). Los países en desarrollo socios eran cinco naciones del Sudeste asiático, todos los cuales habían identificado al virus PRSV como una necesidad común y de máxima prioridad, ya que la tecnología convencional no ofrecía una solución. Los cinco países en desarrollo socios en el Sudeste asiático (donde participaron los laboratorios del sector público más importantes en biotecnología de cultivos) fueron, por orden alfabético: Indonesia, Malasia, Filipinas, Tailandia y Vietnam. El socio del sector privado era Monsanto, que acordó donar el evento (s) con resistencia a virus PRSV en la papaya para que los pequeños agricultores lo utilizaran en los cinco países socios respectivos. Al igual que en el proyecto mexicano, Monsanto también acordó capacitar a científicos de los cinco países del Sudeste asiático en el uso de la nueva tecnología. La financiación fue proporcionada por diferentes organismos donantes durante un período de tres años. Con posterioridad a la creación del proyecto PRSV, el ISAAA coordinó una red formada por los cinco países para compartir experiencias y acelerar los progresos con la tecnología. La red también brindó un mecanismo adecuado de costo asequible para el intercambio de información y la capacitación recíproca de los científicos del proyecto entre los cinco laboratorios. A raíz de la interacción de los países de la red, los cinco países en conjunto identificaron un segundo rasgo de la papaya considerado importante por todas las partes – el retraso de la maduración. Es una característica importante para un fruto percedero como la papaya que sufre importantes pérdidas posteriores a la cosecha en los trópicos - la tecnología de retraso de la maduración fue donado por Zeneca.

En la última década, varios organismos de ayuda y fundaciones crearon proyectos para facilitar la donación y transferencia de aplicaciones de cultivos biotecnológicos, tanto desde el sector público como del privado, en beneficio de los países en desarrollo, en particular, los pequeños agricultores de escasos recursos. Algunos ejemplos son la Fundación Africana de Tecnología Agrícola (AATF), con sede en Nairobi, que atiende las necesidades de los países africanos, y el Proyecto de Apoyo a la Biotecnología Agrícola (ABSPII), que es un programa bilateral impulsado por los Estados Unidos a través de la Agencia para el Desarrollo Internacional (USAID), con actividades en todo el mundo, coordinado por la Universidad de Cornell.

Un examen preliminar de las iniciativas implicadas en los proyectos de transferencia de cultivos biotecnológicos, tanto del sector público como del privado, revela que los proyectos de alianzas estratégicas entre ambos sectores han tenido un éxito alentador y ofrecen ventajas que aumentan la probabilidad de entregar a los agricultores un producto derivado de cultivos biotecnológicos aprobados dentro de un plazo razonable. Se seleccionaron cuatro estudios de caso de alianzas público-privadas a modo de revisión y ejemplo de la diversidad de características de los cuatro proyectos modelo: berenjena Bt en Bangladesh, soja tolerante a herbicida en Brasil, caña de azúcar tolerante

a la sequía en Indonesia y el proyecto WEMA de maíz tolerante a la sequía en una selección de países de África. Para facilitar la lectura, se incluyen descripciones breves de cada uno de los cuatro casos de estudio, con detalles más específicos, que se resumen en los cuatro recuadros al cierre del presente capítulo final.

### **Norman Borlaug's Legacy and Advocacy of Biotech Crops**

It is fitting to close this ISAAA Brief for 2014, by chronicling the counsel of the late 1970 Nobel Peace Laureate, Norman Borlaug, on biotech/GM crops, whose birth centenary was honored on 25 March 2014. Norman Borlaug, who saved a billion people from hunger, was awarded the Nobel Peace Prize for the impact of his semi-dwarf wheat technology on the alleviation of hunger. Norman Borlaug was the founding patron of ISAAA, and also the greatest advocate for biotechnology and biotech/GM crops worldwide, because he knew, better than anyone else their critical and paramount importance in feeding the world of tomorrow.

The following are two memorable and historical self-explanatory quotes from the man who knew more than anyone about feeding the world of tomorrow, because he had achieved it in the green revolution and understood the profundity of the proverb – **reading is learning, seeing is believing, but doing is knowing – knowledge**. This Brief seeks to share knowledge about biotech crops whilst respecting the rights of readers to make their own decisions about biotech/GM crops.

Borlaug Quotes:

***"Over the past decade, we have been witnessing the success of plant biotechnology. This technology is helping farmers throughout the world produce higher yield, while reducing pesticide use and soil erosion. The benefits and safety of biotechnology has been proven over the past decade in countries with more than half of the world's population."***

***"What we need is courage by the leaders of those countries where farmers still have no choice but to use older and less effective methods. The Green Revolution and now plant biotechnology are helping meet the growing demand for food production, while preserving our environment for future generations"*** (ISAAA, 2009).

## Caso de estudio 1 – Berenjena Bt resistente a insectos en Bangladesh

**Breve descripción:** El proyecto de berenjena Bt en Bangladesh puede presumir de ser el primero de transferencia en biotecnología agrícola en generar un producto que ya se comercializa. La berenjena Bt se desarrolló en el marco de una asociación público-privada internacional entre una empresa semillera de la India, Mahyco, que generosamente donó la tecnología a la entidad de I+D del sector público de Bangladesh, el Instituto de Investigación Agrícola de Bangladesh (BARI), la Universidad de Cornell que coordinó el proyecto denominado ABSP-II y la USAID que proveyó el financiamiento. Bangladesh aprobó la berenjena Bt para cultivo comercial el 30 de octubre de 2013 y en tiempo récord -menos de 100 días- el 22 de enero de 2014, un grupo de pequeños agricultores sembró la primera semilla comercial en sus propios campos. En 2014, un total de 12 hectáreas de berenjena Bt fueron sembradas por 120 agricultores y se espera un crecimiento importante de la superficie cultivada en 2015. Esta hazaña no habría sido posible si el proyecto no hubiera recibido un fuerte apoyo del gobierno de Bangladesh, en particular, de la voluntad política y el respaldo del Ministro de Agricultura, el Honorable Matia Chowdhury. La berenjena Bt reduce drásticamente la aplicación de insecticidas, aumenta el rendimiento y mejora la calidad de la hortaliza. Los agricultores han vendido con éxito los frutos de las berenjenas Bt en el mercado y etiquetadas como “BARI Bt Begun #, sin uso de insecticidas”. La información más específica se detalla a continuación.

**País:** Bangladesh.

**Cultivo:** Berenjena.

**Superficie:** ~50.000 hectáreas cultivadas por ~150.000 pequeños agricultores (en 0,3 hectáreas/ campo de tamaño promedio).

**Importancia:** El cultivo hortícola “del pobre”, conocida como “la reina de las hortalizas”.

**Gen:** *cry1Ac*, gen del *Bacillus thuringiensis* (Bt).

**Rasgo(s):** Resistencia a insectos (RI) confiere protección contra la plaga letal del gorgojo barrenador del fruto y la yema de la berenjena (FSB, por sus siglas en inglés) (*Leucinodes orbonalis*), que obliga a los pequeños agricultores a pulverizar el cultivo con insecticidas día por medio, pero ni siquiera en este caso es posible realizar un control adecuado de la plaga.

**Evento:** Elite Evento EE-1

**Donante de tecnología:** Mahyco, empresa del sector privado de la India.

**Receptor de tecnología:** Instituto de Investigación Agrícola de Bangladesh (BARI).

**Agente de financiación:** USAID.

**Coordinador:** Programa de Apoyo a la Biotecnología Agropecuaria (ABSP-II) dirigido por la Universidad de Cornell.

**Situación de aprobación:** Aprobado para alimentos, forrajes y liberación al ambiente el 30 de octubre de 2013 y comercializado menos de 100 días después, el 22 de enero de 2014.

**Variedades aprobadas:** Berenjena-1 (Uttara), Bt Berenjena-2 (Kajla), Bt Berenjena-3 (Nayantara) and Bt Berenjena-4 (Iswardi/ISD 006).

**Comercialización:** 120 agricultores sembraron Berenjena Bt en 12 hectáreas durante 2014.

**Cantidad de posibles agricultores beneficiados:** 150.000 de los agricultores más pobres y más pequeños de Bangladesh, donde el ingreso per cápita es menor a US\$1.000 por año.

**Impacto social y económico:** Aumenta el rendimiento a ser comercializado como mínimo en 30% y reduce la cantidad de aplicaciones de insecticidas entre 70 y 80%; lo cual redundará en un beneficio económico neto de US\$1.868 por hectárea, equivalente a una ganancia máxima de US\$200 millones por año a nivel nacional.

## Estudio de caso 2 – Soja tolerante a herbicida (TH) en Brasil

**Breve descripción:** En 2010, el organismo regulador de Brasil en materia de biotecnología agropecuaria, CTNBio, autorizó el cultivo comercial de una nueva variedad de soja tolerante a herbicida a través de una alianza estratégica público-privada constituida en conjunto por la empresa privada BASF-Alemania y la entidad pública de I+D EMBRAPA, el Instituto de Investigación Agropecuaria de Brasil. BASF aportó el gen *csr1-2* que confiere tolerancia al herbicida imidazolinona, mientras que la entidad brasileña aportó un gen adicional y fue responsable de la introducción del rasgo en el germoplasma bien adaptado de la soja. EMBRAPA y BASF comparten la patente otorgada por las nuevas variedades, que representan el primer cultivo biotecnológico desarrollado en el país a través de una APP y aprobado en Brasil. La comercialización en Brasil se encuentra pendiente de la aprobación final de importación desde la Unión Europea. Se espera que las nuevas variedades TH se comercialicen en Brasil hacia 2016, lo cual ampliará el espectro de opciones de manejo de malezas para los agricultores brasileños. La información más específica se detalla a continuación.

**País:** Brasil.

**Cultivo:** Soja.

**Superficie:** ~31 millones de hectáreas.

**Importancia:** El cultivo de exportación más importante de Brasil.

**Gen:** *csr1-2* de la *Arabidopsis thaliana*, que confiere tolerancia al herbicida imidazolinona.

**Rasgo(s):** Tolerancia a herbicida.

**Evento:** BPS-CV127-9.

**Proveedor de tecnología:** BASF, Alemania/EMBRAPA, Brasil (existen 2 patentes principales que respaldan el desarrollo del producto, un gen de BASF y otro de EMBRAPA, 4 trasposos de genes de la soja).

**Receptor de tecnología:** BASF, Alemania/EMBRAPA, Brasil.

**Agente de Financiación:** BASF, Alemania/EMBRAPA, Brasil.

**Coordinador/Colaborador:** BASF, Alemania/EMBRAPA, Brasil.

**Situación de aprobación:** Aprobado para cultivo comercial en 2009 (diciembre), aunque pendiente la autorización final de importación desde la Unión Europea.

**Variedad aprobada:** Variedades ofrecidas en venta con marca comercial Cultivance™.

**Comercialización:** Siembra como cultivo comercial prevista para 2016.

**Posibles beneficiarios:** Se incluyen agricultores, cultivadores de semillas y consumidores

**Impacto social y económico:** Se espera que Cultivance™ alcance hasta el 20% de participación de mercado sobre 31 millones de hectáreas de soja con un valor de exportación de US\$17.

### Estudio de caso 3 – Caña de azúcar tolerante a la sequía (TS) en Indonesia

**Breve descripción:** En mayo de 2013, Indonesia –el segundo país importador más importante (2,4 millones de toneladas, valorada en US\$1.600 millones) de azúcar sin refinar en el mundo, otorgó los certificados de inocuidad alimentaria y seguridad ambiental para la primera caña de azúcar GM tolerante a la sequía en el país. La variedad de caña de azúcar biotecnológica denominada “Caña PRG tolerante a la sequía NX1-4T” se desarrolló en el marco de una alianza estratégica público-privada entre la empresa azucarera del Estado indonesio PT. Perkebunan Nusantara XI (PTPN-11) y la empresa japonesa Ajinomoto, en colaboración con la Universidad de Jember, en Java oriental, Indonesia. Las variedades de caña de azúcar tolerantes a la sequía pueden resistir el estrés hídrico hasta 36 días y en condiciones de estrés por sequía pueden rendir muchísimo más que la variedad de control BL-19; el rendimiento aumenta del 2 al 75% en la primera siembra, del 14 al 57% en la primera soca y entre 11 y 44% en la segunda soca. En Indonesia, se tiene previsto sembrar oficialmente la primera caña de azúcar tolerante a la sequía en 2015, mientras que aún se encuentra pendiente la aprobación del producto para forraje. La información más específica se detalla a continuación.

**País:** Indonesia.

**Cultivo:** Caña de azúcar.

**Superficie:** 450.000 hectáreas.

**Importancia:** Indonesia es el segundo país importador de caña de azúcar más grande del mundo.

**Gen:** *betA* del *Rhizobium meliloti*

**Rasgo(s):** Tolerancia a la sequía.

**Evento:** NX1-4T.

**Proveedor de tecnología:** Ajinomoto, Japón.

**Receptor de tecnología:** PT. Perkebunan Nusantara XI (PTPN-11), Indonesia.

**Agente de Financiación:** Gobierno de Indonesia,

**Coordinador/Colaborador:** Universidad de Jember, Java oriental, Indonesia

**Situación de aprobación:** Aprobado para alimentación humana y liberación al medio ambiente en 2013; pendiente de aprobación para uso como forraje.

**Variedad aprobada:** Caña PRT tolerante a la sequía NX1-4T.

**Comercialización:** Primera siembra comercial prevista en 2015.

### Estudio de caso 4 – Maíz tolerante a la sequía (TS) en África para los países del proyecto WEMA (Sudáfrica, Kenia, Uganda, Mozambique y Tanzania)

**Breve descripción:** Monsanto donó la tecnología de maíz biotecnológico tolerante a la sequía (TS) MON 87460, DroughtGard™, a instituciones de I+D del sector público en cinco países de África subsahariana, que incluyen Sudáfrica, Kenia, Uganda, Mozambique y Tanzania, a través de un proyecto en el marco de una alianza estratégica público-privada denominado "Maíz eficiente en el uso del agua para África" (WEMA, por sus siglas en inglés). El proyecto WEMA está coordinado por la Fundación Africana de Tecnología Agrícola (AATF), con sede en Nairobi, en colaboración con Monsanto y el CIMMYT para profundizar el desarrollo tecnológico. El proyecto está financiado conjuntamente por la Fundación Gates, la Fundación Howard G. Buffett y la USAID. Se tiene previsto que los primeros híbridos de maíz (Bt/TS) apilados con resistencia a insectos y tolerancia a herbicida derivados de la biotecnología estarán disponibles para los agricultores (sujeto a aprobación regulatoria) a principios de 2017. Se espera que Sudáfrica sea el primer país en usar la tecnología en 2017, seguido por Kenia y Uganda donde se espera llevar a cabo ensayos de campo confinados (ECC) EN 2015. Los tres países que realizaron ECC con el maíz TS durante al menos 5 campañas (Uganda 5°, Kenia 6° y Sudáfrica 7°) obtuvieron resultados alentadores. Kenia se encuentra en su 3° temporada de ECC para maíz Bt (evento MON 810 también donado por Monsanto tras la iniciación del proyecto) y Uganda se encuentra en la 2° temporada de pruebas en el campo de cultivo. En Mozambique, el Consejo de Ministros aprobó la modificación del decreto de Bioseguridad; con su reglamentación, en octubre de 2014 y el país debe iniciar los ECC previstos en el programa WEMA en 2015. Tanzania hizo grandes progresos tendientes a reformar la normativa de Bioseguridad del año 2009 para los ECC. Según las proyecciones, los híbridos de maíz TS/Bt apilados pueden rendir hasta un 20 a 35% más de grano que otros híbridos comerciales en condiciones de sequía moderada, cuyo resultado es una cifra adicional entre 2 y 5 millones de toneladas métricas de maíz para alimentar entre 14 y 21 millones de personas en África. La información más específica se detalla a continuación.

**Países:** Sudáfrica, Kenia, Uganda, Mozambique y Tanzania.

**Cultivo:** Maíz.

**Superficie:** ~8 millones de hectáreas en los cinco países.

**Importancia:** En África se cultiva el 90% del maíz en condiciones de agricultura de secano y hasta el 25% de la superficie padece sequías frecuentes.

**Gen:** Gen de la proteína de shock térmico (al frío) B (*CspB*) del *Bacillus subtilis*.

**Rasgo(s):** Tolerancia a la sequía.

**Evento:** El evento MON87460, a usarse como un híbrido de maíz apilado, con el atributo de un gen Bt (MON 810) para control de insectos, también fue donado por Monsanto tras la iniciación del proyecto. El evento TS es idéntico al desplegado en las 50.000 hectáreas de maíz biotecnológico tolerante a la sequía en EE.UU. durante 2013, superficie que en los Estados Unidos aumentó 5,5 veces a 275.000 hectáreas en 2014.

**Donante de tecnología:** Monsanto, EE.UU.

**Receptores de tecnología:** Sudáfrica, Kenia, Uganda, Mozambique y Tanzania.

**Agentes donantes:** Fundación Gates, Fundación Howard G. Buffet y USAID.

**Agentes coordinadores:** Fundación Africana de Tecnología Agrícola (AATF), Institutos Nacionales de Investigación Agrícola (NARIs) en los 5 países del proyecto WEMA, CIMMYT

**Situación de aprobación:** Primer uso de rasgos apilados TS/Bt previsto en Sudáfrica para 2017, seguido por Kenia y Uganda donde se prevé realizar ensayos de campo confinados (ECC) del producto apilado en 2015. El Decreto de Bioseguridad modificado, con su reglamentación, refrendado en Mozambique allana el camino para la realización de los ECC en 2015 y, en este momento, se está desarrollando un debate positivo sobre la reforma de la normativa en materia de biotecnología en Tanzania.

**Comercialización:** Inicio (sujeto a aprobación regulatoria) en Sudáfrica en 2017.

**Impacto socioeconómico:** La producción de maíz podría aumentar hasta 2 a 5 millones de toneladas métricas en condiciones de sequía moderada a los efectos de alimentar entre 14 y 21 millones de personas en África.





**I S A A A**  
INTERNATIONAL SERVICE  
FOR THE ACQUISITION  
OF AGRIBIOTECH  
APPLICATIONS

ISAAA SEAsiaCenter  
c/o IRRI, DAPO Box 7777  
Metro Manila, Philippines

Tel.: +63 2 580 5600 ext. 2234/2845 · Telefax: +63 49 5367216  
URL: <http://www.isaaa.org>

***For details on obtaining a copy of ISAAA Brief No. 49 - 2014, email [publications@isaaa.org](mailto:publications@isaaa.org)***