

RESUMEN EJECUTIVO

INFORME 51

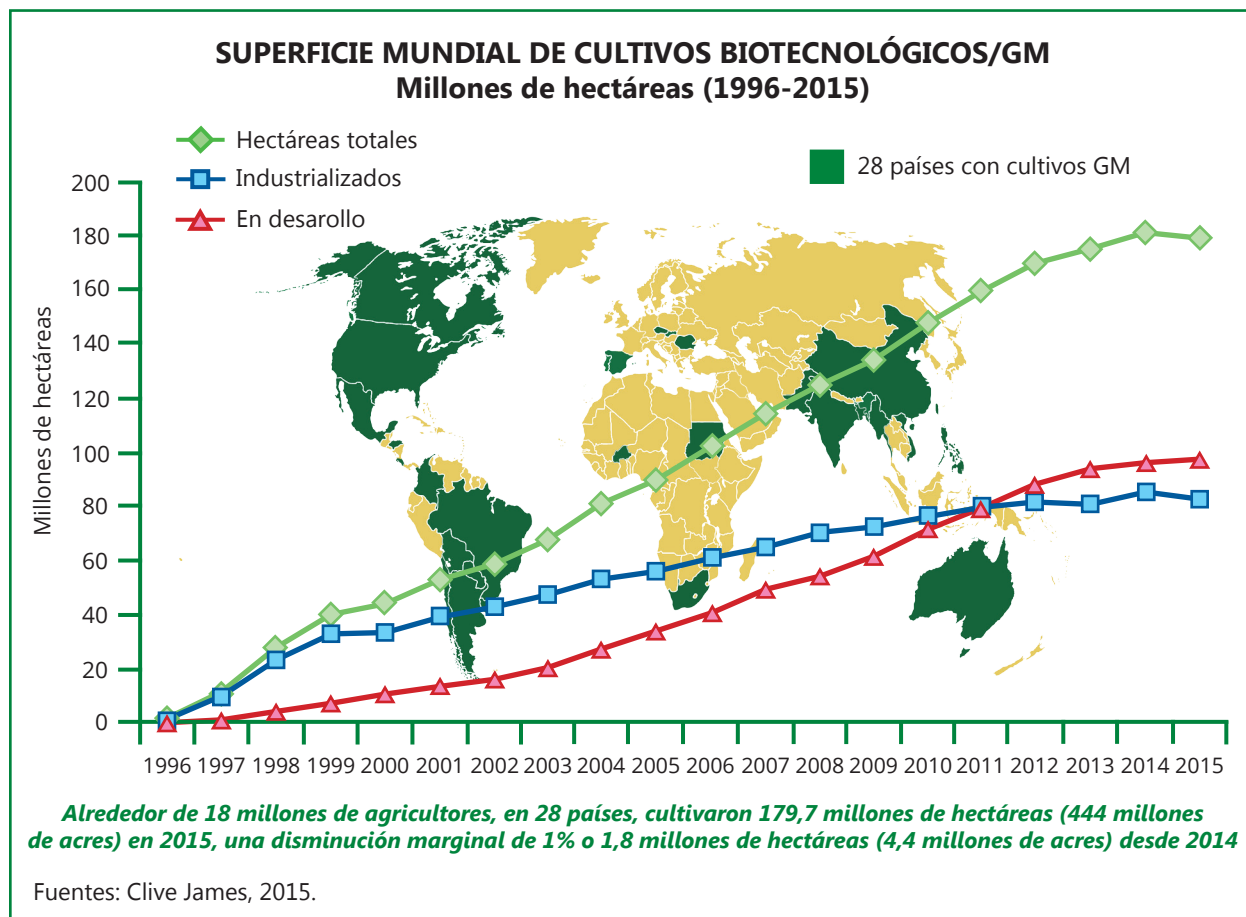
20° aniversario de la comercialización mundial de cultivos biotecnológicos (1996 a 2015) y hechos destacados de cultivos biotecnológicos en 2015

Autor

Clive James

Fundador y Presidente Emérito del ISAAA

El autor dedica el Informe 51-2015 a su mentor y colega, el Premio Nobel de la Paz, fallecido, Dr. Norman Borlaug, fundador y benefactor del ISSAAA



NOTA DEL AUTOR:

Los totales y subtotales globales de millones de hectáreas sembradas de cultivos biotecnológicos se redondearon a la cifra más cercana a 100.000 hectáreas, utilizando los símbolos < y >. Por lo tanto, en algunos casos pueden existir pequeñas aproximaciones y variaciones menores en algunas estimaciones de cifras, totales y porcentajes 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 2015 para Argentina, Brasil, Australia, Sudáfrica y Uruguay son hectáreas que normalmente se siembran en el último trimestre de 2015 y se cosechan a principios de 2016. 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 sujetas a modificación debido a las condiciones climáticas, lo cual puede aumentar o reducir las hectáreas efectivamente sembradas antes de 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 2015 y con mayor intensidad durante enero y febrero de 2016, se clasifica como cosecha de 2015 en el presente Informe, de acuerdo con la política de determinar el año de cosecha basándose en el primer día de siembra. En interés de la uniformidad, la continuidad y la comparabilidad, siempre que sea posible, el ISAAA utiliza la misma fuente de datos publicados anualmente. Por ejemplo, para Brasil, se emplean los informes biotecnológicos de Celeres publicados en agosto. De igual manera, para Estados Unidos, se utilizan los informes de la USDA/NASS sobre superficies cultivadas publicados el 30 de junio todos los años. 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, datos de emisiones de carbono y datos sobre plaguicidas corresponden al período 1996-2014 (Brookes and Barfoot, 2016) y, en consecuencia, se trata de subestimaciones para el período de 20 años 1996-2015. Detalles de las referencias enumeradas en el Resumen Ejecutivo se encuentran en el Informe 51 completo.

RESUMEN EJECUTIVO

INFORME 51

20° aniversario de la comercialización mundial de cultivos biotecnológicos (1996 a 2015) y hechos destacados de cultivos biotecnológicos en 2015

Autor

Clive James

Fundador y Presidente Emérito del ISAAA

El autor dedica el Informe 51-2015 a su mentor y colega, el Premio Nobel de la Paz, fallecido,
Dr. Norman Borlaug, fundador y benefactor del ISSAAA

El ISAAA confecciona el presente Informe y respalda su distribución gratuita a los países en desarrollo. El objetivo consiste en brindar información y conocimientos a la comunidad científica y a la sociedad en materia de cultivos GM/biotecnológicos para facilitar un debate más transparente y mejor informado sobre el rol potencial de esos cultivos para contribuir a la seguridad mundial en alimentos, forrajes, fibra y combustibles, y al logro de una agricultura más sustentable. El autor se hace plenamente responsable de las opiniones expresadas en esta publicación, así como también de errores u omisiones y de malas interpretaciones.

Publicado por: El Servicio Internacional para la Adquisición de Aplicaciones Agrobiotecnológicas.

Copyright: ISAAA 2015. Todos los derechos reservados. Si bien el ISAAA promueve el intercambio de información a nivel mundial en el Informe 49, no se permite la reproducción total o parcial de esta publicación en todas sus formas y por todos los medios, ya sean electrónicos, mecánicos, mediante fotocopia, grabación u otra modalidad, sin la autorización de los titulares del derecho de autor. Se promueve la reproducción total o parcial de esta publicación con fines educativos, no comerciales, siempre que se haga debida mención del Servicio una vez obtenida la autorización de parte del ISAAA.

Cita bibliográfica: James, Clive. 2015. 20th Anniversary of the Global Commercialization of Biotech Crops (1996 to 2015) and Biotech Crop Highlights in 2015. *ISAAA Brief* No. 51. ISAAA: Ithaca, NY.

ISBN: 978-1-892456-65-6

Pedidos de publicaciones: Comunicarse con el ISAAA SEAsiaCenter para adquirir la copia impresa de la versión original completa en inglés del BRIEF 51. También se podrá acceder a las publicaciones originales *Executive Summary*, *Top Ten Facts* y *20 Year Celebratory Essays* en el sitio del ISAAA: <http://www.isaaa.org>. Las publicaciones se ponen a disposición de forma gratuita para los ciudadanos calificados de países en desarrollo.

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

Información sobre el ISAAA: Para obtener información sobre el ISAAA, comunicarse con el Centro más cercano:

ISAAA AmeriCenter 105 Leland Lab Cornell University Ithaca NY 14853, U.S.A.	ISAAA AfriCenter PO Box 70, ILRI Campus Old Naivasha Road Uthiru, Nairobi 00605 Kenya	ISAAA SEAsiaCenter c/o IRRI DAPO Box 7777 Metro Manila Philippines
--	---	--

or email to info@isaaa.org

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

RESUMEN EJECUTIVO

20° aniversario de la comercialización mundial de cultivos biotecnológicos (1996 a 2015) y hechos destacados de cultivos biotecnológicos en 2015

Índice

Introducción	1
20° aniversario (1996-2015) de la comercialización de cultivos biotecnológicos.	1
Situación mundial de los cultivos biotecnológicos en 2015.	1
Progresos en la adopción de cultivos biotecnológicos durante los primeros 20 años.	4
Los cultivos biotecnológicos son la tecnología agrícola de mayor tasa de adopción en el mundo.	4
Los principales desarrollos en Estados Unidos durante 2015.	4
Los principales 5 países sembradores de cultivos biotecnológicos.	6
Un máximo de 28 países por año sembraron cultivos biotecnológicos durante el período 1996-2015. Vietnam sembró un cultivo biotecnológico por primera vez en 2015.	6
De los principales 10 países con cultivos biotecnológicos, listados por hectáreas sembradas, 8 son países en desarrollo.	6
Bangladesh, uno de los países más pequeños y pobres del mundo, es un modelo ejemplar de la importancia de la voluntad política en la adopción de cultivos biotecnológicos.	6
Un máximo de casi 18 millones de agricultores se beneficiaron de los cultivos biotecnológicos durante el período de 20 años 1996-2015. Alrededor del 90% son pequeños agricultores de bajos recursos.	7
Por cuarto año consecutivo, los países en desarrollo sembraron más cultivos biotecnológicos que los países industrializados en 2015.	7
Crece la adopción del maíz biotecnológico tolerante a la sequía en Estados Unidos.	8
Una selección de "nuevos" cultivos biotecnológicos se aprobó en 2015 y se proyecta su comercialización para 2016 y años siguientes, en países distintos de Estados Unidos, cuyo tratamiento se anticipa en el presente Resumen Ejecutivo.	8
Los rasgos apilados ocuparon el 33% de los 179,7 millones de hectáreas mundiales, superando el 28% alcanzado en 2014.	8
Los 5 países en desarrollo líderes en 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 ~48% de los cultivos biotecnológicos del mundo y representan ~41% de la población mundial.	9
Diez países latinoamericanos se beneficiaron de los cultivos biotecnológicos.	9
Brasil, el motor mundial de crecimiento para los cultivos biotecnológicos, ocupa el segundo puesto detrás de Estados Unidos en superficie sembrada de cultivos biotecnológicos.	9
En Canadá disminuyó la superficie sembrada de canola biotecnológica, mientras que en Australia creció la superficie con cultivos biotecnológicos a nivel nacional debido a la presencia de canola biotecnológica.	9

India mantiene la superficie sembrada de algodón biotecnológico y se convierte en el primer productor de algodón en el mundo.	10
Situación del algodón Bt y de la papaya resistente a virus en China.	10
Situación en África.	11
Cinco países de la Unión Europea sembraron 116.870 hectáreas de maíz biotecnológico Bt. España fue con creces el principal adoptante del cultivo, ya que sembró el 92% del total de la superficie de maíz Bt de la Unión Europea.	12
Situación de los eventos aprobados para cultivos biotecnológicos.	12
El valor mundial de la semilla biotecnológica fue de ~US\$15.300 millones en 2015.	13
EL DESAFÍO.	13
El enorme desafío de alimentar a 9.700 millones de personas en 2050.	13
El cambio climático: la encíclica papal y la COP 21 en París.	14
La contribución de los cultivos biotecnológicos a la seguridad alimentaria, la sustentabilidad, el medio ambiente y el cambio climático.	14
La regulación de cultivos biotecnológicos.	15
El meta análisis global confirma la existencia de múltiples beneficios significativos.	15
Situación del arroz dorado.	16
Nuevas tecnologías de fitomejoramiento (NBT, por sus siglas en inglés): su rol crítico en el aprovechamiento de las nuevas aplicaciones biotecnológicas prometedoras y en constante evolución, entre ellas, la tecnología molecular CRISPR, aplicada al mejoramiento de cultivos.	16
Perspectivas de futuro.	18
Observaciones finales.	19
El camino a seguir	19
El legado de Norman Borlaug y la defensa de los cultivos biotecnológicos	19
Cita de Norman Borlaug	20

RESUMEN EJECUTIVO

20° aniversario de la comercialización mundial de cultivos biotecnológicos (1996 a 2015) y hechos destacados de cultivos biotecnológicos en 2015

Por

Clive James, Fundador y Profesor Emérito del ISAAA

Introducción.

El presente Informe se enfoca en el 20° aniversario de la comercialización mundial de cultivos biotecnológicos (1996-2015) y en los hechos destacados de cultivos biotecnológicos en 2015. El autor del Informe, el Dr. Clive James, dedica este trabajo a su mentor y colega, el Premio Nobel de la Paz, fallecido, Dr. Norman Borlaug, fundador y benefactor del ISAAA. El Dr. Borlaug también fue el defensor más grande de los cultivos biotecnológicos/GM, considerado responsable de haber salvado la vida de mil millones de pobres en situación de hambre durante la década de 1960, pionero y padre de la revolución verde.

20° aniversario de la comercialización mundial de cultivos biotecnológicos (1996-2015).

El año 2015 marcó un hito, el 20° aniversario (1996-2015) de la comercialización mundial de cultivos biotecnológicos, también denominados cultivos transgénicos o genéticamente modificados (GM), según se mencionan en el presente Informe. Una superficie acumulada sin precedentes de 2.000 millones de hectáreas de cultivos biotecnológicos, equivalente al doble del territorio total de China (956 millones de hectáreas) o de Estados Unidos (937 millones de hectáreas) se cultivaron con éxito en todo el mundo durante el período de 20 años comprendido entre 1996 y 2015. Los beneficios que obtuvieron los agricultores desde 1996 hasta 2015 se estimaron en una cifra que supera los US\$150 mil millones. Los 2.000 millones de hectáreas acumuladas se componen de 1.000 millones de hectáreas sembradas de soja biotecnológica; 0,6 mil millones de hectáreas de maíz biotecnológico; 0,3 mil millones de hectáreas de algodón biotecnológico y 0,1 mil millones de hectáreas de canola biotecnológica.

La experiencia de los primeros 20 años de comercialización, de 1996 a 2015, confirma que se ha cumplido la promesa inicial de la biotecnología de cultivos. Los cultivos biotecnológicos ofrecen grandes beneficios agronómicos, ambientales, económicos, sanitarios y sociales a los agricultores y, cada vez más, a la sociedad en general. La velocidad de adopción de cultivos biotecnológicos, durante los primeros 20 años de su comercialización, entre 1996 y 2015, refleja los múltiples beneficios importantes que recibieron los agricultores, ya sean grandes o pequeños, tanto en países industrializados como en desarrollo, que sembraron cultivos biotecnológicos con fines comerciales.

Situación mundial de los cultivos biotecnológicos en 2015.

En general, la situación de los cultivos biotecnológicos en 2015 fue variable, con algunos países liderados por Brasil que aumentaron la superficie sembrada, otros dirigidos por Estados Unidos que redujeron esa misma superficie y el saldo de países donde el nivel de cambio interanual fue menor o bien inexistente, relativamente bajo en 2015, tal como se detalla en la Tabla 1 y en la Figura 1.

Tabla 1. Superficie mundial de cultivos biotecnológicos en 2015: por país (millones de hectáreas)**

Puesto	País	Superficie (millones de hectáreas)	Cultivos biotecnológicos
1	Estados Unidos*	70,9	Maíz, soja, algodón, canola, remolacha azucarera, alfalfa, papaya, calabaza, papa (patata)
2	Brasil*	44,2	Soja, maíz, algodón
3	Argentina*	24,5	Soja, maíz, algodón
4	India*	11,6	Algodón
5	Canadá*	11,0	Canola, maíz, soja, remolacha azucarera
6	China*	3,7	algodón, papaya, álamo
7	Paraguay*	3,6	Soja, maíz, algodón
8	Paquistán*	2,9	Algodón
9	Sudáfrica*	2,3	Maíz, soja, algodón
10	Uruguay*	1,4	Soja, maíz
11	Bolivia*	1,1	Soja
12	Filipinas*	0,7	Maíz
13	Australia*	0,7	Algodón, canola
14	Burkina Faso*	0,4	Algodón
15	Myanmar*	0,3	Algodón
16	México*	0,1	Algodón, soja
17	España*	0,1	Maíz
18	Colombia*	0,1	Algodón, maíz
19	Sudán*	0,1	Algodón
20	Honduras	<0,1	Maía
21	Chile	<0,1	Maíz, soja, canola
22	Portugal	<0,1	Maíz
23	Vietnam	<0,1	Maíz
24	República Checa	<0,1	Maíz
25	Eslovaquia	<0,1	Maíz
26	Costa Rica	<0,1	Algodón, soja
27	Bangladesh	<0,1	Berenjena
28	Rumania	<0,1	Maíz
Total		179,7	

* 19 mega-países biotecnológicos siembran 50.000, o más, hectáreas de cultivos biotecnológicos.

** Redondeo a la cifra más cercana a cien mil.

Fuente: Clive James, 2015.

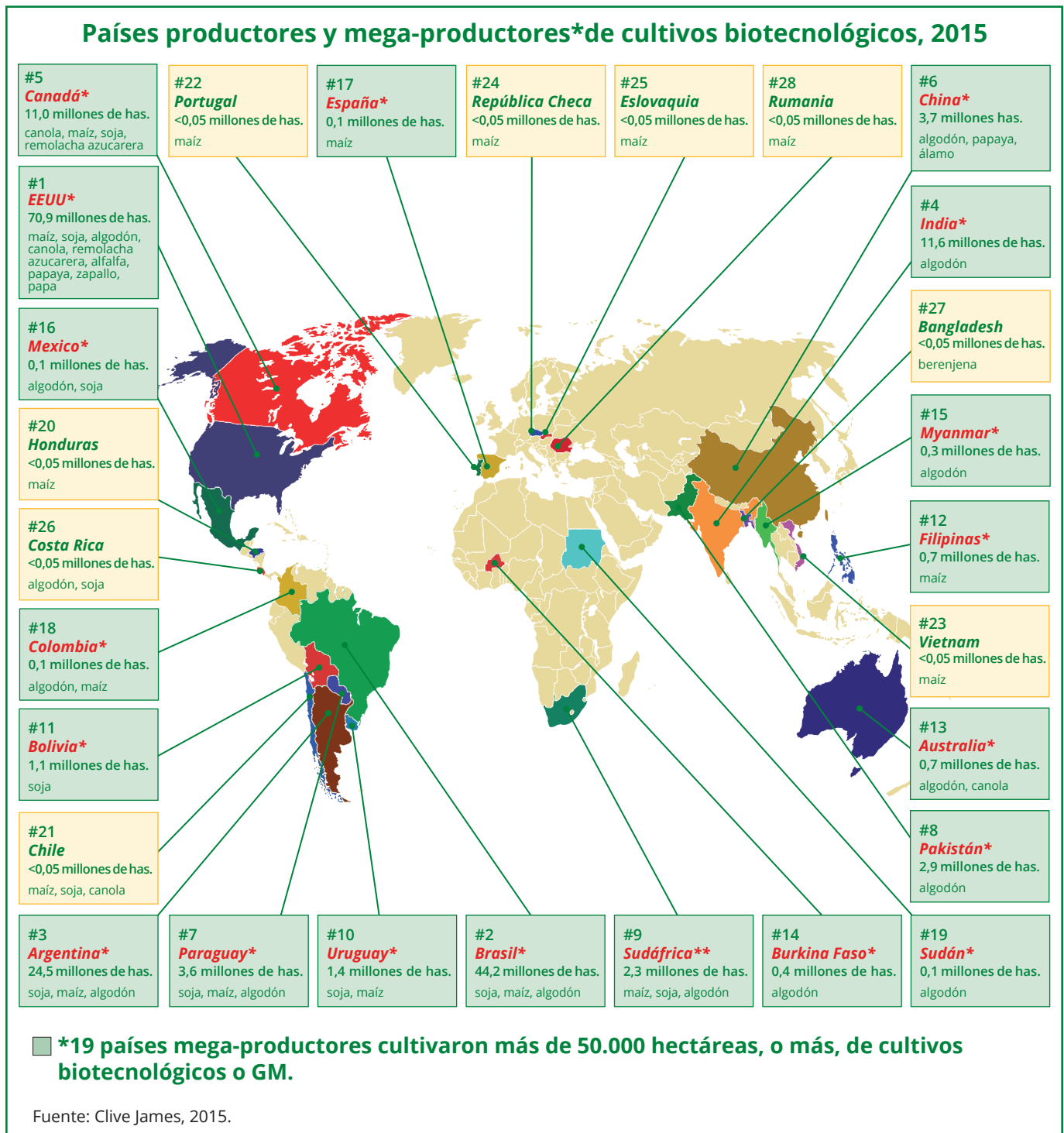


Figura 1. Mapa global de países productores y mega-productores de cultivos biotecnológicos o GM en 2015

Progresos en la adopción de cultivos biotecnológicos durante los primeros 20 años.

Tras un notable período ininterrumpido de 19 años consecutivos de crecimiento anual desde 1996 hasta 2014, la superficie mundial anual de cultivos biotecnológicos alcanzó un pico de 181,5 millones en 2014 (véase gráfico en la portada), comparado con las 179,7 millones de hectáreas sembradas en 2015. Ese cambio es equivalente a una modificación interanual marginal de menos 1% entre 2014 y 2015. Las fluctuaciones anuales en la superficie de cultivos biotecnológicos (tanto aumentos como reducciones) están influenciadas por distintos factores. En 2015, uno de los factores principales que provocó la disminución de la superficie sembrada de cultivos biotecnológicos en algunos países fue la reducción en la siembra total de cultivos. Por ejemplo, para maíz, la disminución fue de menos 4% y para algodón de menos 5%, impulsada por los precios a la baja, lo cual determinó que algunos agricultores cambiaran la siembra de maíz, algodón y canola por un cultivo de manejo más sencillo como la soja biotecnológica, e incluso por otros cultivos menos demandantes como semillas de legumbres, girasol y sorgo. Es probable que se produzca una reversión de la merma interanual de la superficie sembrada de cultivos biotecnológicos ocasionada por la caída de precios en 2015, cuando los precios de los cultivos reviertan la tendencia a niveles más altos en el futuro.

Los cultivos biotecnológicos son la tecnología agrícola de mayor tasa de adopción en el mundo.

La superficie mundial de cultivos biotecnológicos aumentó 100 veces de 1,7 millones de hectáreas en 1996 a 179,7 millones de hectáreas en 2015, con un máximo de 17 a 18 millones de agricultores, lo cual determina que los cultivos biotecnológicos sean la tecnología agrícola de mayor tasa de adopción durante los últimos tiempos. La impresionante tasa de adopción habla por sí misma, en términos de su propia sustentabilidad, resistencia a la adversidad y beneficios significativos que ofrece a los agricultores, ya sean grandes o pequeños, así como también a los consumidores.

Principales desarrollos en Estados Unidos en 2015.

En términos generales, se lograron progresos en numerosos frentes en Estados Unidos durante 2015, que van desde nuevas aprobaciones hasta nuevos productos biotecnológicos comercializados: por primera vez un producto GM para alimentación animal se aprobó para consumo humano, se autorizó el uso generalizado de una nueva tecnología muy avanzada y potente de edición de genes, denominada CRISPR y se alcanzó un cierto grado de éxito en el etiquetado de productos.

Para los productos derivados de cultivos GM, con el uso de la tecnología Innate™ de primera generación, se comercializó por primera vez una papa (patata) mejorada con múltiples rasgos desarrollada por Simplot, que fue sembrada en una superficie de 160 hectáreas en 2015. La versión mejorada Innate™ 2 se aprobó en 2015, la cual agregó resistencia a la enfermedad causada por un hongo, conocida como plaga del tizón tardío (mildiú) de la papa, que provocó la Gran Hambruna irlandesa de 1845, cuando 1 millón de personas murieron de hambre en ese país. Cabe destacar que aún hoy es la enfermedad más importante que afecta a las papas 150 después de la gran hambruna, generando pérdidas anuales a nivel mundial que ascienden a US\$7.500 millones. Otro primer hito mundial fue la comercialización del primer cultivo con edición de genes no transgénico, SU Canola™, desarrollado por Cibus y cultivado en 4.000 hectáreas. Dos variedades de manzanas Arctic®, con menor presencia de magulladuras y de oxidación al momento del corte se aprobaron para su siembra en Estados Unidos y en Canadá, habiéndose sembrado 6 hectáreas en Estados Unidos solamente en 2015. La primera entrega a los consumidores

está prevista para el año próximo. La empresa que desarrolló la manzana Arctic®, Okanagan Specialty Fruits, oriunda de Canadá, está aplicando la misma tecnología a otras frutas perecedoras, entre ellas, duraznos, peras y cerezas. Okanagan Specialty Fruits fue adquirida en 2015 por Intrexon, una empresa de biología sintética con sede en Estados Unidos. Un evento de alfalfa con bajo contenido de lignina, el KK179 (HarvXtra™), que ofrece mayor digestibilidad y mayor rendimiento (la alfalfa es el cultivo forrajero número uno del mundo), ya se había aprobado en noviembre de 2014 y ahora está incluido en la lista de eventos candidatos para la comercialización en Estados Unidos en 2016. La superficie de maíz biotecnológico DroughtGard™ tolerante a la sequía, sembrada en Estados Unidos por primera vez en 2013, aumentó de manera espectacular más de 15 veces, de 50.000 hectáreas en 2013 a 275.000 hectáreas en 2014 y a 810.000 hectáreas en 2015, lo cual refleja una mayor aceptación de parte de los agricultores. En diciembre de 2015, Dow y DuPont pactaron una fusión y crearon DowDuPont, con la intención de realizar luego una separación de la nueva sociedad en tres compañías independientes enfocadas en las áreas de Agricultura, Ciencia de los Materiales y Productos Especializados.

En materia de animales GM, después de 20 años de revisiones técnicas, en una resolución histórica publicada en noviembre de 2015, la FDA aprobó el primer animal transgénico para producción de alimentos comerciales y consumo humano, un salmón GM para alcanzar mayor velocidad de crecimiento, cuyo ingreso en la cadena alimentaria de Estados Unidos está previsto para antes de 2018. El salmón del Atlántico normalmente completa su ciclo de desarrollo en un criadero de peces al cabo de tres años, mientras que el salmón transgénico solo necesita 18 meses, o incluso la mitad de tiempo. El salmón transgénico AquaAdvantage fue desarrollado por AquaBounty Technologies, empresa adquirida por la compañía estadounidense Intrexon en 2015. La FDA aprobó una nueva gallina modificada genéticamente cuyos huevos se utilizarán para el tratamiento de una enfermedad poco frecuente, pero mortal, que ataca a los seres humanos, llamada déficit de lipasa ácida lisosomal.

La premiada tecnología de edición de genes CRISPR fue galardonada por la revista Science como la tecnología más avanzada de 2015. En la actualidad, este método se emplea en numerosos laboratorios para desarrollar mejoras en cultivos y animales. Por ejemplo, la soja y el maíz mejorados ya están siendo evaluados en invernaderos y, sujeto a la regulación, tras su aprobación podrían comercializarse recién en cinco años a partir de la fecha actual. Se están desarrollando cerdos que son resistentes a una enfermedad viral que causa la muerte y le cuesta a la industria porcina de Estados Unidos US\$600 millones por año.

En cuanto a etiquetado de productos GM, si bien los defensores y los detractores de los cultivos GM hicieron un esfuerzo enorme y costoso, con resultados desiguales, los defensores lograron un éxito significativo en 2015. La votación para decidir si era obligatorio etiquetar dichos productos en los estados de Oregón y Colorado fracasó en 2014 y lo mismo sucedió con una votación similar en California y en Washington. Quizás, el hecho más importante es que en julio de 2015 en la Cámara de Representantes se aprobó un proyecto de ley que prohíbe la legislación del etiquetado a nivel estadual y municipal. En el Senado, un proyecto similar se encuentra pendiente de tratamiento sobre tablas en una audiencia inminente. En noviembre de 2015, la FDA rechazó una "petición ciudadana" en la que se requería el etiquetado obligatorio de los productos GM. Por último, la cadena de comidas rápidas Chipotle, después de anunciar que eliminaría de su menú los productos GM y se enfocaría exclusivamente en hortalizas no GM de producción local, ahora está centralizando nuevamente su oferta de hortalizas tras la denuncia presentada en Estados Unidos por más de 300 personas que alegaron haber sufrido intoxicación luego de consumir vegetales no transgénicos de producción local.

Los principales 5 países sembradores de cultivos biotecnológicos.

Estados Unidos continuó siendo el país líder con 70,9 millones de hectáreas (39% del total mundial), con una tasa de adopción superior al 90% para los principales cultivos de maíz (92%), soja (94%) y algodón (94%).

Brasil, el segundo productor más grande del mundo con 44,2 millones de hectáreas (alcanzó el 25% de la producción mundial, por primera vez en 2015), retomó su papel importante como motor de crecimiento de los cultivos biotecnológicos en el mundo con 2 millones de hectáreas más en 2015 que en 2014; en comparación con 2,2 millones de hectáreas menos para Estados Unidos. Este descenso en Estados Unidos se debe principalmente a una reducción temporaria de la siembra total de maíz, algodón y canola, aunque se espera su recuperación cuando los precios de estos cultivos se fortalezcan y aumente la superficie total sembrada. Cabe destacar que Brasil sembró la soja TH/RI de evento complejo en una superficie récord de 11,9 millones de hectáreas (que superó las 5,2 millones sembradas en 2014) durante el tercer año posterior a su lanzamiento. Argentina, con 24,5 millones de hectáreas, retuvo el cuarto puesto, aunque experimentó un crecimiento modesto comparado con las 24,3 millones de hectáreas sembradas en 2014. India ocupó el cuarto lugar, con 11,6 millones de hectáreas con algodón Bt (la misma superficie que en 2014), con una tasa de adopción persistente del 95%. Canadá se ubicó quinto con 11,0 millones de hectáreas, pero con 0,4 millones de hectáreas menos del total de canola sembrado en 2015, si bien mantuvo una alta tasa de adopción de cultivos biotecnológicos del 93%. En 2015, cada uno de los principales 5 países sembró más de 10 millones de hectáreas creando así una base sólida y amplia para el crecimiento sostenido en el futuro.

Un máximo de 28 países por año sembraron cultivos biotecnológicos durante el período 1996-2005. Vietnam sembró un cultivo biotecnológico por primera vez en 2015.

Un total mundial que oscila entre 17 y 18 millones de agricultores, ~90% de los cuales son pequeños productores, sembraron cultivos biotecnológicos en 28 países durante 2015 (Tabla 1 y Figura 1), 20 son países en desarrollo y solo 8 son países industrializados. Los 28 países incluyen a Vietnam, que comercializó el maíz biotecnológico de evento complejo en 2015 por primera vez. Cuba, que ha sembrado maíz biotecnológico durante los últimos dos años, reanudará la siembra de ese tipo de cultivo dentro de dos años, cuando sus híbridos de maíz mejorado se encuentren listos para su despliegue como cultivos transgénicos.

De los principales 10 países con cultivos biotecnológicos, listados por superficie sembrada, 8 son países en desarrollo.

Cada uno de los principales 10 países, de los cuales 8 son países en desarrollo, sembró más de 1 millón de hectáreas, creando así una base mundial amplia para el crecimiento diversificado y continuo en el futuro. Más de la mitad de la población mundial, alrededor del 60% o sea cerca de 4 mil millones de personas, viven en los 28 países que sembraron cultivos biotecnológicos en 2015.

Bangladesh, uno de los países más pequeños y pobres del mundo, es un modelo ejemplar de la importancia de la voluntad política en la adopción de los cultivos biotecnológicos.

Bangladesh, un pequeño país pobre con 150 millones de habitantes, duplicó la superficie sembrada

comercial con la preciada hortaliza brinjal (berenjena Bt), cultivada por 250 pequeños agricultores en 25 hectáreas durante 2015, comparado con 120 agricultores en 12 hectáreas durante 2014. Lo importante es que ahora la semilla está siendo multiplicada para satisfacer las necesidades crecientes de muchos más agricultores en 2016. El éxito alcanzado con la berenjena Bt determinó que Bangladesh priorizara las pruebas a campo de una nueva papa resistente al tizón tardío o mildiú (un cultivo importante que ocupa ~0,5 millones de hectáreas en Bangladesh) y que podría aprobarse a principios de 2017. La papa es el cuarto alimento básico más importante del mundo y puede contribuir a la seguridad alimentaria en países como China (6 millones de hectáreas sembradas de papa), India (2 millones) y la Unión Europea (~2 millones). Dada la importancia de la gran industria textil/del algodón en Bangladesh, se está evaluando tanto el algodón Bt en ensayos a campo, como el arroz dorado, que podría ayudar a prevenir el déficit de vitamina A prevalente en el país. Esta iniciativa de promover la siembra casera de cultivos biotecnológicos a través de asociaciones público-privadas es muy eficaz, pero no podría haberse logrado sin el fuerte apoyo y la **voluntad política** del Gobierno, en particular, de la Sra. Ministra de Economía, Matia Chowdhury. La experiencia de Bangladesh es un modelo ejemplar para los pequeños países pobres.

Un máximo de ~18 millones de agricultores se beneficiaron de los cultivos biotecnológicos durante el período de 20 años 1996-2015. Alrededor del 90% son pequeños agricultores de bajos recursos.

Durante el período 1996 a 2015, un máximo de aproximadamente 18 millones de agricultores sembraron cultivos biotecnológicos todos los años. Cabe destacar que alrededor del 90%, o sea 16,5 millones, son pequeños agricultores pobres, con aversión al riesgo, que viven en países en desarrollo. Los últimos datos económicos disponibles para el período 1996 a 2014 revelan que los agricultores en China ganaron US\$17.500 millones y en India, US\$18.300 millones. Los agricultores obtuvieron beneficios enormes a partir de una reducción mínima del 50% de 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 cuarto año consecutivo, los países en desarrollo sembraron más cultivos biotecnológicos que los países industrializados en 2015.

En 2015, los agricultores africanos, asiáticos y latinoamericanos sembraron conjuntamente 97,1 millones de hectáreas, o sea el 54% de los 179,7 millones de hectáreas con cultivos biotecnológicos en el mundo (respecto del 53% en 2014) en comparación con los países industrializados que sembraron 82,6 millones de hectáreas, o sea el 46% (respecto del 47% en 2014); lo cual equivale a una brecha de 14,5 millones de hectáreas a favor de los países en desarrollo. 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 solo eran para los países industrializados y nunca serían aceptados y aprobados por los países en desarrollo, especialmente los pequeños agricultores de bajos recursos

Durante el período 1996-2014, el total de beneficios económicos acumulados ascendió a US\$150 mil millones; de los cuales US\$74.100 millones corresponden a países industrializados, mientras que US\$76.200 millones fueron generados por países en desarrollo. En 2014, los países en desarrollo obtuvieron el 46,5%, equivalente a US\$8.300 millones, del total de ganancias que ascendió a US\$17.800 millones.

millones; de los cuales US\$9.500 millones correspondieron a países industrializados (Brookes and Barfoot, 2016).

Crece la adopción de maíz biotecnológico tolerante a la sequía en Estados Unidos.

DroughtGard™, el maíz biotecnológico tolerante a la sequía cultivado por primera vez en Estados Unidos en 2013, creció en superficie sembrada más de 15 veces de 50.000 hectáreas en 2013 a 275.000 hectáreas en 2014 y a 810.000 hectáreas en 2015; lo cual refleja una alta aceptación de parte de los agricultores a una tasa interanual que se triplicó entre 2014 y 2015. El mismo evento, MON 87460, fue donado por Monsanto a la asociación público-privada WEMA (maíz GM tolerante a sequías), creada con el objeto de ofrecer el primer maíz biotecnológico tolerante a la sequía en una selección de países africanos a partir de 2017. La tolerancia a la sequía derivada de la biotecnología es una meta de suma importancia, ya que es probable que las sequías se tornen más severas y más frecuentes debido a que el cambio climático provoca un impacto en la productividad de los cultivos, la agricultura y la sociedad. Cabe destacar que el maíz convencional tolerante a la sequía se distribuyó en Sudáfrica en 2014, con la esperanza de facilitar la aceptación del maíz biotecnológico tolerante a sequías DroughtGard™ (MON 87460), que fue aprobado para su comercialización en junio de 2015 y se proyecta poner a disposición de los agricultores para 2017.

Una selección de “nuevos” cultivos biotecnológicos se aprobó en 2015 y se proyecta su comercialización para 2016 y años siguientes, en países distintos de Estados Unidos, cuyo tratamiento se anticipa en el presente Resumen Ejecutivo.

En Argentina, se aprobaron dos productos de cultivo local, una soja tolerante a la sequía y una papa resistente a virus. En Brasil se obtuvo la autorización para cultivo de un eucalipto local con un rinde 20% mayor, desarrollado por FuturaGene/Suzano, y se aprobó la comercialización de dos cultivos locales en 2016, un poroto (frijol) resistente a virus y una nueva soja tolerante a herbicidas. En Myanmar, se comercializó una nueva variedad de algodón Bt *Ngwe-chi-9* en 2015. En Canadá, se aprobó una manzana de mejor calidad que no se pone oscura. Cabe resaltar la importancia de esta nueva tendencia que favorece los cultivos de alimentos, por ejemplo, los cultivos de alimentos biotecnológicos actuales comprenden el maíz blanco en Sudáfrica; la remolacha azucarera y el maíz dulce en Estados Unidos y Canadá, la papaya, la calabaza, la papa (patata) y la manzana en Estados Unidos; la papaya en China y la berenjena Bt en Bangladesh.

Los rasgos apilados ocuparon el 33% de las 179,7 millones de hectáreas mundiales, superando el 28% alcanzado en 2014.

Los agricultores de todos los países favorecen los rasgos apilados para todos los cultivos. Los rasgos apilados crecieron de 51,4 millones de hectáreas en 2014 a 58,5 millones de hectáreas en 2015, un aumento de 7,1 millones de hectáreas equivalente a un incremento del 14%. El cambio sustancial de preferencia por los rasgos apilados se debió en gran medida a un aumento de la soja Bt/HT con 12,9 millones de hectáreas sembradas principalmente en Brasil y, en menor medida, en sus países vecinos, Argentina, Paraguay and Uruguay. Los rasgos apilados continuaron siendo una importante característica en crecimiento de los cultivos biotecnológicos: 14 países sembraron cultivos biotecnológicos con dos o más rasgos en 2015, de los cuales 11 son países en desarrollo. Vietnam sembró un maíz biotecnológico Bt/HT de evento complejo como su primer cultivo biotecnológico en 2015.

Los 5 países en desarrollo líderes en 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 casi el 48% de los cultivos biotecnológicos del mundo y representan ~41% de la población mundial.

Los cinco países en desarrollo líderes en cultivos biotecnológicos en los tres continentes del hemisferio sur son India y China en Asia, Brasil y Argentina en América Latina, y Sudáfrica en el continente africano. En conjunto sembraron 86,3 millones de hectáreas (48% del total mundial) y juntos representan aproximadamente el 41% de la población mundial (7.300 millones), la cual podría llegar a superar los 11 mil millones de habitantes a fines de 2100. Cabe destacar que la población de África subsahariana podría elevarse de casi 1.200 millones en la actualidad (~16% del total mundial) a un posible pico de 4.400 millones (~39% del total mundial) hacia fines de siglo en 2100. En función de la superficie sembrada, de los 28 países que plantaron cultivos biotecnológicos en 2015, 87% se encuentra en el continente americano, 11% en Asia, 2% en África y <1% en Europa.

Diez países latinoamericanos se benefician de los cultivos biotecnológicos.

Cabe destacar que en la actualidad existen 10 países de América Latina que se benefician con la adopción extendida de los cultivos biotecnológicos. Enumerados en orden descendente de superficie sembrada, se trata de Brasil, Argentina, Paraguay, Uruguay, Bolivia, México, Colombia, Honduras, Chile y Costa Rica, con Cuba que tiene previsto reanudar la siembra en dos años sujeto a la disponibilidad de sus maíces híbridos de cultivo local.

Brasil, el motor mundial de crecimiento de cultivos biotecnológicos, ocupa el segundo puesto detrás de Estados Unidos en superficie sembrada de cultivos biotecnológicos.

En 2015, Brasil ocupó el segundo lugar, justo detrás de Estados Unidos, en superficie de cultivos biotecnológicos en el mundo, con 44,2 millones de hectáreas (una cifra mayor a los 42,2 millones de hectáreas en 2014); el aumento de 2015 fue de 2 millones de hectáreas, equivalente a una tasa de crecimiento del 5%. Durante los últimos seis años, Brasil fue el motor de crecimiento a nivel mundial. En 2015, Brasil sembró el 25% (2% más que en 2014) de la superficie mundial de 179,7 millones de hectáreas. A largo plazo, se espera que Brasil cierre la brecha con Estados Unidos, un país que tiene un sistema de autorizaciones con base científica y eficiente que facilita la adopción rápida de eventos. En 2015, Brasil sembró comercialmente, por tercer año consecutivo, la soja modificada con genes apilados con resistencia a insectos y tolerancia a herbicidas en 11,9 millones de hectáreas, con un incremento considerable (cinco veces mayor) respecto de 2,3 millones de hectáreas en 2013 y 5,2 millones de hectáreas en 2014. En Brasil, FuturaGene/Suzano obtuvo la autorización para cultivo de un eucalipto local con un rinde 20% mayor y se aprobó la comercialización de dos cultivos locales en 2016, un poroto (frijol) resistente a virus y una nueva soja tolerante a herbicidas.

En Canadá disminuyó la superficie sembrada de canola biotecnológica, mientras que en Australia creció la superficie sembrada de cultivos biotecnológicos debido a la presencia de canola biotecnológica.

En 2015, Canadá mantuvo su segundo puesto en el ranking mundial de cultivos biotecnológicos con una superficie sembrada de 11,0 millones de hectáreas respecto de las 11,6 millones de hectáreas en

2014, una merma aproximada del 5%, debida en gran medida a la reducción de la superficie total de canola e impulsada por los bajos precios de ese cultivo. Se espera que la disminución de la superficie sembrada de canola en 2015 experimente una reversión cuando los precios de la canola aumenten y sean más competitivos frente a otros cultivos. En 2015, Australia sembró 658.000 hectáreas de cultivos biotecnológicos comparado con las 542.000 hectáreas sembradas en 2014, lo cual representa un incremento del 21%. De esa superficie total, 214.000 hectáreas corresponden al algodón, o sea un incremento del 7% respecto de las 200.000 hectáreas sembradas en 2014; y 444.000 hectáreas corresponden a canola biotecnológica, es decir un aumento del 30% respecto de las 342.000 hectáreas sembradas en 2014. Cabe destacar que la tasa de adopción de algodón biotecnológico se mantiene en aproximadamente el 100% de todo el algodón sembrado en Australia y alrededor del 99% de ese cultivo incorpora rasgos apilados (resistencia a insectos y tolerancia a herbicidas). Australia ejerce una posición de liderazgo en el despliegue de algodón biotecnológico y de gestión de resistencia a insectos con el producto Bollgard® III, que en 2015 ya fue sometido a pruebas a campo en una superficie aproximada de 30.000 hectáreas.

India mantiene la superficie sembrada de algodón biotecnológico y se convierte en el productor número uno del mundo.

En el marco de un desarrollo histórico, India se convirtió en el productor número uno del mundo, atribuyéndose gran parte del éxito al cultivo de algodón Bt. India continuó siendo el país productor de algodón biotecnológico más grande del mundo, con una superficie de 11,6 millones de hectáreas sembradas por 7,7 millones de pequeños agricultores y una tasa de adopción del 95% similar a la cifra correspondiente a 2014. La última estimación de Brookes and Barfoot revela que, a partir del cultivo de algodón Bt, India mejoró los ingresos agrícolas en US\$18.300 millones durante los doce años del período 2002-2014 y en US\$1.600 millones durante 2014 solamente.

Situación del algodón Bt y de la papaya resistente a virus en China.

En 2015, China sembró con éxito aproximadamente 3,7 millones de hectáreas de algodón biotecnológico a una tasa de adopción del 96%, (superior al 93% en 2014) de la superficie total de 3,8 millones de hectáreas sembrada de algodón en ese país. Además, se sembraron alrededor de 8.500 hectáreas de papaya resistente a virus en Guangdong, Isla Hainan y Guangxi; más de ~543 hectáreas de álamo Bt. A pesar de la disminución total de las hectáreas de algodón en China de 4,2 millones en 2014 a 3,4 millones en 2015, principalmente debido a los bajos precios y a los grandes stocks de algodón en ese país, la tasa de adopción del algodón biotecnológico aumentó del 93% en 2014 al 96% en 2015, con una cifra estimada que suele superar los 6,6 millones de agricultores dedicados a la siembra. Los cultivos de papaya resistente a virus disminuyeron de 8.475 hectáreas en 2014 a 7.000 hectáreas en 2015, debido a la demanda excesiva en 2014, pero la alta tasa de adopción se mantuvo en 90%. Además de los 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 huéspedes alternativos del gusano bellotero del algodón y se benefician de la menor infestación por plagas debido al cultivo extensivo de algodón Bt. De este modo, la cantidad total efectiva de agricultores beneficiarios de algodón Bt existentes solo en el territorio de China puede llegar a superar ampliamente los 17 millones. Las ganancias económicas a nivel del agricultor a partir del cultivo de algodón Bt alcanzaron los US\$17.500 millones durante el período 1997-2014 y los US\$1.300 millones en 2014 exclusivamente.

El maíz Bt y el arroz Bt ofrecen grandes beneficios potenciales y tienen enormes implicancias para China, Asia y el resto del mundo a corto, mediano y largo plazo, porque el arroz es el alimento básico más importante de China y el maíz es el cultivo forrajero más importante del mundo. En China, la investigación y la comercialización tanto de maíz Bt, maíz tolerante a herbicidas y maíz con fitasa incorporada, como de arroz biotecnológico, serán aportes potenciales muy importantes para satisfacer la necesidad de alimentos y forrajes de China y del mundo. Si bien el Presidente Xi Jinping respaldó la tecnología de modificación genética (GM) que se aplica a los cultivos biotecnológicos de soja y maíz que China importa en cantidades muy grandes (77 millones de toneladas de soja y 3,3 millones de toneladas de maíz en 2015), la producción interna de esos cultivos no se ha implementado hasta la fecha. Cabe destacar que en el mismo momento en que Estados Unidos aprobó la papa (patata) biotecnológica en 2015, China, el productor de papas más grande del mundo (6 millones de hectáreas), anunció su intención de duplicar la superficie sembrada de papa y designó ese cultivo como su cuarto alimento básico, después del arroz, el maíz y el trigo.

El gobierno de China desembolsó al menos US\$ 3 mil millones para desarrollar semillas biotecnológicas de cultivo local y en este momento se está debatiendo la posibilidad de acelerar los procesos de aprobación de cultivos biotecnológicos pendientes para la siembra. La producción nacional de maíz biotecnológico aumentaría la productividad y reduciría la dependencia de China en las importaciones de grandes cantidades de maíz, la mayoría de las cuales (más del 90%) corresponden a maíz biotecnológico. China consume un tercio de la producción mundial de soja e importa el 65% de la producción exportable mundial de soja, de la cual más del 90% corresponde a soja biotecnológica. Algunos observadores especulan con que el maíz biotecnológico de cultivo local (maíz Bt o maíz con fitasa incorporada) se comercializará en los próximos tres años, abriendo de este modo un enorme mercado potencial de 35 millones de hectáreas de maíz. De esta forma, los cultivos biotecnológicos podrían ayudar a China a depender menos de las importaciones crecientes de soja y de maíz, de las cuales el 90% corresponde a cultivos biotecnológicos. En el informe de Bloomberg del mes de noviembre de 2015 se da a conocer que el Presidente Xi Jinping viene instando a China para que apoye "la fuerte investigación e innovación" en cultivos GM. La convocatoria del Presidente es congruente con la oferta de Chem China para adquirir Syngenta por valor de US\$43 mil millones, lo cual podría tener un alto impacto potencial en la adopción oportuna de maíz biotecnológico en más de 35 millones de hectáreas en China a mediano plazo. Si la oferta de adquisición resulta exitosa, ChemChina tendría acceso inmediato a una gran cartera de productos derivados de cultivos comerciales GM de probada seguridad y disposición inmediata que se cultivan en el mundo desde hace muchos años.

Situación en África.

A pesar de algunos desafíos significativos, África continuó realizando progresos de carácter general en todos los frentes. Una sequía devastadora en Sudáfrica provocó una merma en el país de la superficie de siembra de cultivos biotecnológicos prevista en 2015 de aproximadamente 700.000 hectáreas, de 3 millones se redujo a 2,3 millones de hectáreas, o sea una disminución masiva del 23%. Una vez más, este hecho pone de relieve la naturaleza crítica de la sequía y su importancia potencial como amenaza para la vida en África, al igual que los nuevos desafíos inminentes para combatir la sequía exacerbados por el fenómeno del cambio climático. Un hecho importante es la aprobación del maíz tolerante a la sequía (DroughtGard®) en el marco del proyecto WEMA para su liberación en Sudáfrica, mientras que el lanzamiento del maíz TS con control de insectos (Bt) se hará según lo previsto en 2017. En Sudán la superficie sembrada de algodón Bt creció un 30% hasta alcanzar 120.000 hectáreas, mientras que los

cambios propios de la transición política y la calidad de la fibra impidieron un crecimiento potencial de la superficie cultivada superior a ~0.4 million hectáreas en Burkina Faso. Un grupo adicional de ocho países (Camerún, Egipto, Ghana, Kenia, Malawi, Nigeria, Swazilandia y Uganda) llevaron a cabo ensayos a campo sobre cultivos africanos prioritarios, el penúltimo paso previo a la aprobación del cultivo. Los ensayos continuos se enfocan en los rasgos de alta relevancia para los desafíos que enfrenta África, entre ellos, la sequía, el uso eficiente del nitrógeno, la tolerancia a la salinidad, el mejoramiento nutricional, así como también la resistencia a plagas y enfermedades tropicales. La lentitud para implementar sistemas de regulación basados en la ciencia y eficaces en tiempo y costos es la limitación principal a la adopción de cultivos. Es urgente contar con una reglamentación responsable y rigurosa, pero que no sea onerosa, para satisfacer las necesidades de los desarrolladores tecnológicos de los sectores público y privado a fin de asegurar la entrega de esta herramienta tan necesaria en manos de los agricultores africanos. En definitiva, la buena voluntad política sostenida y el compromiso profundo con todos los actores del sector serán las claves para destrabar la parálisis regulatoria.

Cinco países de la Unión Europea sembraron 116.870 hectáreas de maíz biotecnológico Bt. España fue con creces el principal adoptante del cultivo, ya que sembró el 92% del total de la superficie de maíz Bt en la Unión Europea.

Los mismos cinco países de la Unión Europea (España, Portugal, República Checa, Eslovaquia y Rumania) continuaron sembrando 116.870 hectáreas de maíz Bt, pero con una caída del 18% respecto de las 143.016 hectáreas sembradas en 2014. España, que sembró el 92% de todo el maíz biotecnológico, lideró la Unión Europea con 107,749 hectáreas de maíz Bt, pero con una caída del 18% respecto de las 131.518 hectáreas sembradas en 2014, con una tasa de adopción del 28% respecto de la tasa de adopción del 31% en 2014. La superficie de maíz Bt disminuyó en todos esos cinco países de la Unión Europea. Las mermas del maíz Bt se relacionaron con diversos factores, entre ellos, una superficie total menor de hectáreas sembradas de maíz en 2015, aunque también se debió a la falta significativa de incentivos para los agricultores que se enfrentan a requisitos de información burocráticos y onerosos para obtener la autorización de las siembras previstas de maíz Bt. En octubre de 2015, 19 de los 28 países de la Unión Europea votaron por la exclusión voluntaria de la siembra de cultivos biotecnológicos, pero lo importante es que todos los cinco países que actualmente siembran Bt votaron por continuar sembrando esos cultivos de manera que puedan beneficiarse de las ventajas significativas que ofrecen los cultivos biotecnológicos.

Situación de los eventos aprobados para cultivos biotecnológicos.

Al 15 de noviembre de 2015, un total de 40 países (39 + UE-28) había aprobado eventos de cultivos GM para uso como alimento y/o forraje o para liberación al medio ambiente desde 1994. Esos países, a través de sus autoridades de regulación, aprobaron un total de 3.418 eventos para 26 cultivos GM (que no incluyen el clavel, la rosa ni la petunia) y 363 eventos GM. Los principales cinco países que cuentan con la mayor cantidad de eventos aprobados son Japón (214), Estados Unidos (187, sin incluir eventos complejos), Canadá (161), México (158) y Corea del Sur (136). El maíz aún tiene la mayor cantidad de eventos aprobados (142 en 29 países), seguido por el algodón (56 eventos en 22 países), la papa (44 eventos en 11 países), la canola (32 eventos en 13 países) y la soja (31 eventos en 28 países). El evento de maíz tolerante a herbicidas NK603 (54 eventos en 26 países + EU-28) cuenta con la mayor cantidad de autorizaciones seguido por el evento de soja tolerante a herbicidas GTS 40-3-2 (52 eventos aprobados en 26 países + EU-28), el maíz resistente a insectos MON810 (50 eventos en 25 países +

EU-28) y el maíz resistente a insectos Bt11 (50 eventos aprobados en 24 países + EU-28). El 8 de diciembre de 2015, la Suprema Corte de Filipinas suspendió con carácter permanente la realización de pruebas a campo de berenjena Bt; se declaró la nulidad absoluta de la Resolución Administrativa N° 08/2002 dictada por el Departamento de Agricultura y, en consecuencia, queda suspendida con carácter temporario la presentación de solicitudes de uso restringido, la realización de pruebas a campo, la propagación, la comercialización y la importación de organismos genéticamente modificados (OGM) hasta la promulgación de una nueva resolución administrativa de conformidad con la ley.

El valor mundial de la semilla biotecnológica fue de ~US\$15.300 millones en 2015.

En 2015, el valor de mercado global de los cultivos biotecnológicos, estimado por Cropnosis, fue de US\$15.300 millones (con una caída marginal de US\$15.700 millones en 2014); lo cual representa el 20% de los US\$76.200 del mercado mundial de fitosanitarios (productos para la protección de cultivos) en 2014 y el 34% de los ~US\$45 mil millones del mercado mundial de semillas comerciales. Los ingresos estimados globales a pie de campo del "producto final" comercial cosechado (granos biotecnológicos y otros productos cosechados) son diez veces mayores que el valor de la semilla biotecnológica. Un estudio de 2011 reveló que el costo estimado de descubrimiento, desarrollo y autorización de un nuevo cultivo/rasgo biotecnológico fue de ~US\$135 millones. Un informe de *Transparency Market Research* para el período 2013-2019 señaló que es probable que el valor de la biotecnología agrícola global, que fue de US\$15.300 millones en 2012, sea US\$28.700 millones en 2019. Se estima que ese valor aumentará a una tasa de crecimiento anual compuesto del 9,5% entre 2013 y 2019, debido a la mayor demanda de cultivos con rindes más altos, combinada con la disminución de la cantidad de tierras cultivables, lo cual impulsará el segmento de solicitudes de transgénicos del mercado.

EL DESAFÍO

El enorme desafío de alimentar a 9.700 millones de personas en 2050.

Alimentar a 9.700 millones de personas en 2050, y a ~11 mil millones en 2100, es un desafío, o más bien es "el" desafío más intimidante de todos los que deberá enfrentar la humanidad durante los años que restan de este siglo. La población mundial, que al inicio de 1900 solo era de 1.700 millones, hoy asciende a 7.300 millones (julio de 2015); lo cual indica que la cantidad de habitantes creció aproximadamente 1.000 millones en el lapso de los últimos 12 años. Las proyecciones indican que esa cifra trepará a 9.700 en 2050 y a 11 mil millones a fines de este siglo en 2100. A nivel mundial, 870 millones de personas actualmente sufren de hambre crónica y 2 mil millones padecen de desnutrición. El mundo puede consumir más granos que los producidos en 2015. Las tasas de crecimiento de la productividad de cultivos descendieron como resultado del aporte significativo de las revoluciones verdes de la década de 1960 a los cultivos de trigo y de arroz. Ahora es evidente que la tecnología de cultivo tradicional por sí sola no permitirá alimentar a más de 9 mil millones de personas en 2050 y que la biotecnología no es una panacea. Una opción propuesta por la comunidad científica mundial consiste en adoptar un enfoque equilibrado, seguro y sustentable, utilizando lo mejor de la tecnología de cultivo tradicional (germoplasma bien adaptado) y lo mejor de la biotecnología (rasgos GM y no GM adecuados) para lograr una **intensificación sustentable** de la productividad de cultivos en los 1.500 millones de hectáreas de tierra cultivable en todo el mundo. La rentabilidad sobre la inversión en agricultura es alta y además tiene un impacto directo en la mitigación de la pobreza, especialmente

para los pequeños agricultores de bajos recursos y los campesinos sin tierra que dependen de la agricultura y representan la mayoría de las personas en situación de pobreza en el mundo.

El cambio climático: la encíclica papal y la COP 21 en París

El **Papa Francisco** en su encíclica 'Laudato Si', **resaltó la importancia que tiene para todos el hacer un esfuerzo coordinado para implementar las estrategias necesarias a fin de abordar la problemática del cambio climático y la destrucción ambiental que afectará a todos los seres humanos, en especial a los miembros más vulnerables de la sociedad mundial** –las personas en situación de pobreza y las que padecen hambre. Quedó demostrado que los esfuerzos realizados en el pasado por los países ricos para ayudar a los países pobres no fueron suficientes, de allí que exista una necesidad mundial urgente de aunar y redoblar esfuerzos.

La preocupación del Papa también se planteó correctamente **en un claro y fuerte llamamiento a la acción (a no quedarse en promesas)** durante la 21° Sesión de la Conferencia de las Partes (COP21) en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés) celebrada en París, Francia, en diciembre de 2015. Hecho importante, ya que por primera vez, 195 países suscribieron un acuerdo vinculante con el objeto de poner un límite al calentamiento global por debajo de 2°C. De superarse ese nivel, la producción mundial de cultivos descenderá de manera considerable, particularmente en los países en desarrollo, que tienen menos recursos para afrontar las pérdidas ocasionadas por las condiciones de estrés abiótico (temperaturas más altas y sequías) y de estrés biótico (plagas, malezas y enfermedades). Es muy importante reconocer **que los cultivos biotecnológicos/GM ya están contribuyendo a reducir los efectos de las condiciones de estrés acrecentadas por el cambio climático, según se detalla en el párrafo siguiente. Más aún, el potencial de la modificación genética y de las nuevas aplicaciones biotecnológicas, como la tecnología CRISPR, es enorme para el futuro, cuando la población mundial alcance los 11 mil millones en 2100.** El desafío para la sociedad consiste en adoptar una regulación proporcionada, apropiada, basada en la ciencia y armonizada, que sea práctica y no resulte excesivamente onerosa, que asegure el despliegue oportuno hacia los agricultores de cultivos mejorados que incrementan la productividad y duplican la producción de alimentos.

La contribución de los cultivos biotecnológicos a la seguridad alimentaria, la sustentabilidad, el medio ambiente y el cambio climático.

Los últimos datos para el período 1996-2014 demuestran que los cultivos biotecnológicos contribuyeron a lo siguiente: mejorar la seguridad alimentaria, la sustentabilidad y el cambio climático aumentando la producción de cultivos valorada en US\$150 mil millones; proporcionar un mejor medio ambiente ahorrando el uso de ~583 millones de kilos de principios activos de plaguicidas entre 1996 y 2014; reducir solo en 2014 las emisiones de CO2 en 27 mil millones de kilos, lo cual equivale a sacar de circulación 12 millones de automóviles durante un año; conservar la biodiversidad en el período 1996-2014 ahorrando el uso de 152 millones de hectáreas de suelo (Brookes and Barfoot, 2016); y mitigar la pobreza ayudando a >16,5 millones de pequeños agricultores que, con sus familias, 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 solo 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 rotación de cultivos y manejo de resistencia a insectos, patógenos y malezas es indispensable tanto para cultivos biotecnológicos como para cultivos tradicionales.

La regulación de cultivos biotecnológicos.

La regulación onerosa de cultivos biotecnológicos transgénicos sigue siendo la limitación principal para su adopción, lo cual reviste particular importancia para muchos países en desarrollo, a quienes ese tipo de regulación les negó la oportunidad de utilizar cultivos biotecnológicos para contribuir a la seguridad de alimentos, forrajes y fibra. A diferencia de la regulación onerosa que actualmente se aplica a los transgénicos, los productos derivados de la edición del genoma se prestan lógicamente para una regulación basada en la ciencia, apta para su fin, proporcionada y adecuada. Los detractores de los cultivos GM y de las nuevas tecnologías de edición del genoma, como la metodología CRISPR, se oponen a la regulación basada en la evidencia/ciencia y exigen una regulación onerosa que le niega tanto a los agricultores pobres de los países en desarrollo, como a los agricultores de Europa, el acceso a las nuevas tecnologías. Mediante el empleo de esas tecnologías, los pequeños agricultores de bajos recursos tendrán la capacidad de supervivencia y así contribuir a duplicar la producción de alimentos para satisfacer las necesidades de una población en crecimiento, que alcanzará los 11 mil millones en 2100. Además, se considera que quienes se oponen a los cultivos GM y a las aplicaciones biotecnológicas, como la tecnología CRISPR, disponen de un presupuesto masivo mundial que se duplicó de un valor estimado de US\$10 mil millones en 2011 a US\$20 mil millones en 2014.

El panorama alentador consiste en que la tecnología, conjuntamente con políticas conducentes, puede duplicar la producción de alimentos. Sin embargo, la sociedad no podrá concretar la duplicación de la producción alimentaria a menos que garantice que la regulación de cultivos GM y de cultivos derivados de la edición del genoma se base en la evidencia/ciencia, sea apta para su fin y, en la medida de lo posible, se encuentre armonizada a nivel mundial. La incapacidad de la sociedad mundial para garantizar la regulación oportuna y adecuada de la producción de alimentos tendrá consecuencias nefastas.

El meta análisis global confirma la existencia de múltiples beneficios significativos.

La conclusión del meta-análisis realizado por Klumper y Qaim (2014) en base a 147 estudios publicados sobre cultivos biotecnológicos que se efectuaron durante los últimos 20 años 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 hallazgos del meta-análisis corroboran los resultados del estudio anual del impacto global de los cultivos biotecnológicos realizado por Brookes and Barfoot de PG Economics, al que se hace referencia todos los años en los Informes Anuales del ISAAA. Qaim (2015) presentó una descripción más exhaustiva de los impactos de las posibles aplicaciones actuales y futuras de los cultivos GM, y de su contribución fundamental al desarrollo agrícola sustentable y a la seguridad alimentaria, en su libro de reciente publicación, *Genetically Modified Crops and Agricultural Development*. El autor concluyó

que la oposición a las tecnologías que demostraron ser beneficiosas y seguras acarrea el sufrimiento humano innecesario y la degradación ambiental.

Situación del arroz dorado.

La OMS informa que entre 190 y 250 millones de niños en edad preescolar en el mundo se ven afectados por DVA todos los años. El arroz dorado podría evitar entre 1,3 y 2,5 millones de muertes infantiles por año. En el Instituto Internacional de Investigación del Arroz (IRRI), el evento E de arroz dorado se insertó en mega variedades, en Filipinas se están realizando ensayos a campo confinados y en Bangladesh se aprobó un ensayo a campo. La misión importante del proyecto "Arroz Dorado" es contribuir a mejorar la salud de millones de personas que sufren carencia de micronutrientes. El arroz es el alimento básico de 4 mil millones de personas en el hemisferio sur, quienes en su conjunto consumen solo 2.006.869 calorías por día. El consumo de calorías se descompone por región, por día, como sigue: Sur de Asia (1.130.648 calorías), Sudeste asiático (660.979 calorías), África (125.124), América Latina (75.238) y Asia Central (14.880); lo cual suma el total de 2.006.869 calorías por día (HarvestPlus, Personal Communications). Estas regiones son los lugares donde se registran más casos de déficit de vitamina A (DVA) y de enfermedades asociadas, que podrían disminuir si las personas se alimentaran con arroz dorado, un cultivo de arroz biotecnológico enriquecido con beta caroteno. Una ración diaria de 100 a 150 gramos de arroz dorado mejorado permite satisfacer más de la mitad de las necesidades que tienen las personas que sufren de déficit de vitamina A.

Nuevas tecnologías de fitomejoramiento (NBT, por sus siglas en inglés): su rol crítico en el aprovechamiento de las nuevas aplicaciones biotecnológicas prometedoras y en constante evolución, entre ellas, la tecnología molecular CRISPR, aplicada al mejoramiento de los cultivos.

Veinte años después de la comercialización de los cultivos GM/biotecnológicos desarrollados mediante el uso de la bacteria *Agrobacterium* o la aplicación de la técnica de bombardeo de partículas, la comunidad científica mundial nuevamente se entusiasma con el potencial de una nueva biotecnología de cultivos denominada "edición del genoma o edición de genes". Existen diferentes tipos de tecnologías de edición del genoma, la más reciente llamada por su sigla en inglés CRISPR (sistemas de nucleasas asociados a repeticiones palindrómicas cortas agrupadas y regularmente espaciadas) es considerada prometedora por muchas partes interesadas. Estas nuevas tecnologías 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. Para mayor información, se remite al lector a consultar dos ensayos sobre nuevas tecnologías de fitomejoramiento (NBT) y aplicaciones de edición del genoma de la colección incluida en el documento que acompaña el Informe 51 publicado en el sitio del ISAAA. Los expertos en esta materia creen que posiblemente el "verdadero potencial" de estas nuevas tecnologías sea su capacidad de "editar" y modificar los genes múltiples o únicos de especies vegetales nativas (no GM), que codifican rasgos importantes como la sequía y generan cultivos mejorados útiles que no son transgénicos. Los productos que ya están en desarrollo incluyen todos los principales cultivos de alimentos y de forrajes: canola (tolerante a herbicidas), maíz (tolerante a la sequía), trigo (resistencia a enfermedades y tecnología de hibridación), soja (calidad del aceite), arroz (resistencia a enfermedades), papa (calidades de almacenamiento mejoradas), tomate (maduración retardada) y maníes/cacahuets (eliminación de la alergenidad). El desarrollo de rasgos más complejos, codificados por múltiples genes, como la fotosíntesis mejorada, está proyectado para el futuro, un hecho que podría estar más cerca de lo que algunas personas

creen. La tecnología molecular CRISPR fue galardonada en 2015 por la revista Science con el “Premio al Descubrimiento Científico del Año”. Tras haber quedado en segundo puesto en 2012 y 2013, la tecnología que ahora revoluciona la investigación genética y la terapia génica “se diferenció del resto, al revelar su verdadera potencia en una serie de logros espectaculares”, según la opinión del corresponsal de Science, John Travis, en el número 18 de la revista, publicado en diciembre

Reconociendo que ninguna tecnología, ni siquiera la edición del genoma, es una panacea o una solución mágica, muchos observadores bien informados en la comunidad científica (terapia génica en medicina, donde primero se desarrolló esta tecnología, y mejoramiento de cultivos en agricultura) coinciden en que la edición del genoma ofrece una serie única y oportuna de ventajas comparativas importantes respecto de los cultivos GM y de los cultivos tradicionales en cuatro dimensiones: **precisión** – debido a su capacidad para controlar con precisión los genes múltiples o únicos que dan por resultado productos que no difieren de las mutaciones naturales; **regulación** – a diferencia de la regulación onerosa que actualmente se aplica a los transgénicos, los productos derivados de la edición del genoma se prestan lógicamente para una regulación basada en la ciencia, apta para su fin y proporcionada; **velocidad** – algunos productos, por ejemplo, la papa derivada de la edición del genoma, se desarrollaron en solo un año, comparado con los 10 años que implica el uso de la tecnología GM o de la tecnología tradicional; y el **costo** – acelerar el mejoramiento de cultivos y reducir su regulación se traduce en ahorros generales significativos. El costo promedio de desarrollo de un cultivo GM es US\$135 millones, de los cuales US\$35 millones corresponden a costos de regulación onerosa. Hay esperanza en que los organismos reguladores de todo el mundo no exijan una regulación estricta para los cultivos derivados de la edición del genoma y, en la medida de lo posible, faciliten la armonización de la normativa internacional. Este panorama es un buen augurio para las nuevas tecnologías de edición del genoma que permitirán ofrecer cultivos de última generación, calidad superior y costo más asequible a los productores y consumidores.

Según la información en conocimiento del ISAAA, el primer producto no GM derivado de la edición del genoma, pendiente de aprobación y comercialización, es SU Canola™ desarrollado por Cibus y sembrado en 10.000 acres (4.000 hectáreas) en los EE.UU. en 2015. Canadá también aprobó la siembra de SU Canola™. Productos no GM similares están en desarrollo en muchos laboratorios en todo el mundo para ser comercializados por los agricultores recién en cinco años a partir de la fecha actual, es decir, en 2020. Por ejemplo, DuPont reveló que ya tiene sembradas en invernadero plantas de trigo y de maíz derivadas de la tecnología CRISPR y tiene previsto realizar los primeros ensayos a campo en 2016. Muchos países -Estados Unidos, Canadá, Suecia y Argentina- ya consideraron la regulación de los productos de mutación simple obtenidos por el método CRISPR y otras tecnologías similares y concluyeron en que no es necesaria su desregulación en virtud de la normativa nacional respectiva en materia de modificación genética.

El Dr. Jansson, de Suecia, opinó que “**la decisión de la Junta Sueca de Agricultura es la única decisión lógica**” para sus productos especiales de edición del genoma. Es importante que la necesidad de regular se enfoque en el producto específico y no en el proceso de producción.

Los científicos más destacados de la comunidad científica mundial coinciden en que la armonización internacional de la regulación basada en la ciencia de cultivos derivados de la edición del genoma reviste absoluta importancia para los programas de mejoramiento de especies vegetales. Ello se debe a que los programas de fitomejoramiento deben cumplir el requisito de incrementar con urgencia la

productividad de cultivos a nivel mundial, con el fin de alcanzar la meta de seguridad alimentaria para 11 mil millones de personas en 2011, así como también mitigar los tremendos desafíos adicionales, por ejemplo, las sequías más severas y más frecuentes ocasionadas por el fenómeno del cambio climático. **Hay expectativas de que la Unión Europea y muchos otros países informen sus hallazgos, posiciones y decisiones sobre la regulación de las tecnologías de edición del genoma a corto plazo. Se trata de decisiones críticas que cambiarán las reglas de juego y tendrán implicancias globales para el rol de la ciencia en las áreas de seguridad alimentaria, cambio climático y mitigación del hambre y de la pobreza para casi mil millones de personas en los países en desarrollo.**

En resumen, el grado de interés y entusiasmo inusual observado en la edición del genoma reside en que, comparada con otras tecnologías, tradicionales o de modificación genética, la primera es una técnica simple, rápida, precisa y asequible, cuyas características la transforman en un desarrollo de atracción universal para la mayoría de las partes interesadas. La edición del genoma puede contribuir a solucionar la desgracia de ~850 millones de pobres que padecen inseguridad alimentaria en los países en desarrollo, donde mil personas por hora mueren de hambre y desnutrición; una situación que es inaceptable en una sociedad justa. El Dr. Norman Borlaug opinaba que la paz no puede construirse con el estómago vacío y que la **tecnología puede contribuir a la seguridad alimentaria** y a una mejor calidad de vida para millones de personas en situación de pobreza. Tenía razón, el derecho a la alimentación suficiente es imperativo y la **biotecnología** puede ayudar a concretar esa meta.

PERSPECTIVAS DE FUTURO

Existen tres ámbitos que ameritan las consideraciones siguientes:

Primero, las altas tasas de adopción (90% a 100%) de los principales cultivos biotecnológicos actuales **dejan poco espacio para la expansión en los mercados maduros de los principales países productores de cultivos biotecnológicos**. Sin embargo, existe un gran potencial para los productos seleccionados, como el maíz biotecnológico. Por ejemplo, en Asia, hay un potencial de alrededor de 60 millones de hectáreas de maíz biotecnológico, con 35 millones de hectáreas solo en China; hay un potencial similar en África para una superficie máxima de 35 millones de hectáreas de maíz biotecnológico y para el algodón biotecnológico, en un máximo de 10 países africanos que siembran 100.000, o más, hectáreas de algodón.

Segundo, hay muchos proyectos en carpeta de nuevos productos derivados de cultivos biotecnológicos que, sujeto a la aprobación regulatoria para su siembra e importación, podrían estar disponibles durante los próximos 5 años aproximadamente. Se trata de una cartera de más de 85 productos potenciales que se enumeran en el Informe completo y que incluyen lo siguiente: el maíz biotecnológico tolerante a la sequía derivado del proyecto WEMA a ser liberado en África en 2017, un amplia gama de nuevos cultivos y rasgos que incluyen productos con múltiples mecanismos de resistencia a plagas/enfermedades y de tolerancia a herbicidas, así como también de resistencia a nematodos. El arroz dorado está progresando con las pruebas a campo en Asia. Los cultivos para las personas en situación de pobreza, particularmente en África, tales como bananas fortificadas y poroto (frijol) caupí resistente a plagas, parecen muy prometedores y **a nivel institucional, las asociaciones público-privadas (APP) tuvieron un éxito relativo en el desarrollo y la entrega de productos aprobados a los agricultores**. En el Apéndice del Informe completo se presentan cuatro estudios de casos de APP referidos a una

gran variedad de diversos cultivos y rasgos biotecnológicos en los tres continentes del hemisferio sur.

Tercero, el advenimiento de los cultivos derivados de la edición del genoma puede ser, por lejos, el desarrollo más importante identificado por la comunidad científica actual. Una reciente aplicación muy prometedora es la potente tecnología **CRISPR**. Muchos observadores bien informados en la comunidad científica coinciden en que la edición del genoma ofrece una serie única y oportuna de ventajas comparativas importantes respecto de cultivos GM y de cultivos tradicionales en cuatro dimensiones: **precisión, velocidad, costo y regulación**. A diferencia de la regulación onerosa que actualmente se aplica a los transgénicos, los productos derivados de la edición del genoma se prestan lógicamente para una regulación basada en la ciencia, apta para su fin, proporcionada y adecuada. Avanzar con el segundo tipo de regulación sería una ventaja enorme. Para mayor información, se remite al lector a consultar dos ensayos incluidos en el documento que acompaña el Informe 51 publicado en el sitio del ISAAA (para conmemorar el 20° aniversario de la comercialización de cultivos biotecnológicos), donde se describe la evolución de la tecnología de mejoramiento de cultivos, en particular, el rol de las nuevas tecnologías de fitomejoramiento (NBT) y se incluye **la propuesta de una estrategia con visión de futuro que consiste en utilizar la troika de transgenes, edición del genoma y microbios** (el empleo de los microbiomas vegetales como una nueva fuente de genes adicionales para modificar los rasgos de las plantas) a fin de aumentar la productividad de los cultivos que, a su vez, pueda contribuir al logro del noble objetivo de la seguridad alimentaria y la mitigación del hambre y la pobreza.

OBSERVACIONES FINALES

El camino a seguir

El camino a seguir es el trabajo conjunto – la colaboración – entre el norte y el sur (N-S), el este y el oeste (E-O), las asociaciones público-privadas (APP), utilizando las aplicaciones, ya sea tradicionales (germoplasma bien adaptado) o biotecnológicas (rasgos beneficiosos mejorados). Al efectuar la revisión de los proyectos de transferencia de tecnología de cultivos desarrollados durante las últimas dos décadas, el progreso y la promesa de las asociaciones público-privadas (APP) es sorprendente. Los proyectos de APP ofrecen flexibilidad y han tenido éxito en una amplia gama de circunstancias. **Lo importante es que las APP ofrecen ventajas que aumentan la probabilidad de entregar un producto derivado de un cultivo biotecnológico aprobado a nivel del agricultor dentro de un plazo razonable.** Cuatro estudios de caso de APP, seleccionados y revisados por el ISAAA, ilustran el rango de diversidad en los cuatro modelos de proyecto de APP: la berenjena Bt (brinjal) en Bangladesh, la soja tolerante a herbicidas en Brasil, el azúcar de caña tolerante a la sequía en Indonesia y el proyecto WEMA para el maíz tolerante a sequías en los países seleccionados de África. Para mayor información, el lector podrá consultar breves descripciones actualizadas de los cuatro estudios de caso reseñadas en el Apéndice del Informe 51-2015.

El legado de Norman Borlaug y la defensa de los cultivos biotecnológicos.

Es adecuado y oportuno concluir el presente Informe 51-2015 del ISAAA conmemorativo del 20° aniversario de la comercialización de cultivos biotecnológicos recordando el consejo del Premio Nobel de la Paz 1970, fallecido, Norman Borlaug, sobre los cultivos biotecnológicos/GM. El Dr. Borlaug, que salvó a miles de millones de personas del hambre, fue galardonado con el Premio Nobel

de la Paz por el impacto de su tecnología de variedad semi-enana de trigo para mitigar el hambre. Fundador y benefactor del ISAAA, fue el defensor más grande de la biotecnología y de los cultivos biotecnológicos/GM en todo el mundo.

A continuación figura una cita memorable del Dr. Borlaug, en la que hace un llamado al **coraje** de parte de nuestros líderes (tanto científicos como políticos) para que apoyen a la biotecnología de cultivos que puede contribuir a la seguridad alimentaria mundial y al desarrollo de un mundo más pacífico. Cabe destacar que la cita proviene del hombre que conocía, mejor que nadie, cómo alimentar al mundo del mañana, porque **“lo había logrado”** con la revolución verde y comprendía la esencia del proverbio **“leer para aprender, ver para creer, pero hacer para saber; eso es el conocimiento”**. El objetivo del presente Informe es compartir libremente el conocimiento sobre todos los aspectos de los cultivos biotecnológicos, respetando al mismo tiempo el derecho de los lectores a tomar sus propias decisiones fundamentadas acerca de los cultivos biotecnológicos.

Cita de Norman Borlaug:

“Lo que necesitamos es valor por parte de los líderes de estos países donde a los agricultores no les queda otra opción más que usar métodos obsoletos y menos eficientes. La revolución verde y, ahora, la biotecnología agrícola ayudan a satisfacer la creciente demanda de la producción de alimentos, al mismo tiempo que se preserva nuestro ambiente para las generaciones futuras.” (ISAAA, 2009).

El ISAAA es una entidad sin fines de lucro, patrocinada por organizaciones de los sectores público y privado. Para información en detalle complementaria al contenido del presente Resumen Ejecutivo, véase el informe completo de 272 páginas, redactado en inglés, *Brief 51, “20th Anniversary of the Commercialization of Biotech Crops (1996 to 2015), and Highlights for 2015”* con la autoría de Clive James. Para mayor información general, visite el sitio: <http://www.isaaa.org> o comuníquese con: ISAAA SEAsiaCenter al teléfono: +63 49 536 7216, o por correo electrónico a: info@isaaa.org.



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. 51 - 2015, email publications@isaaa.org