

RESUMEN EJECUTIVO

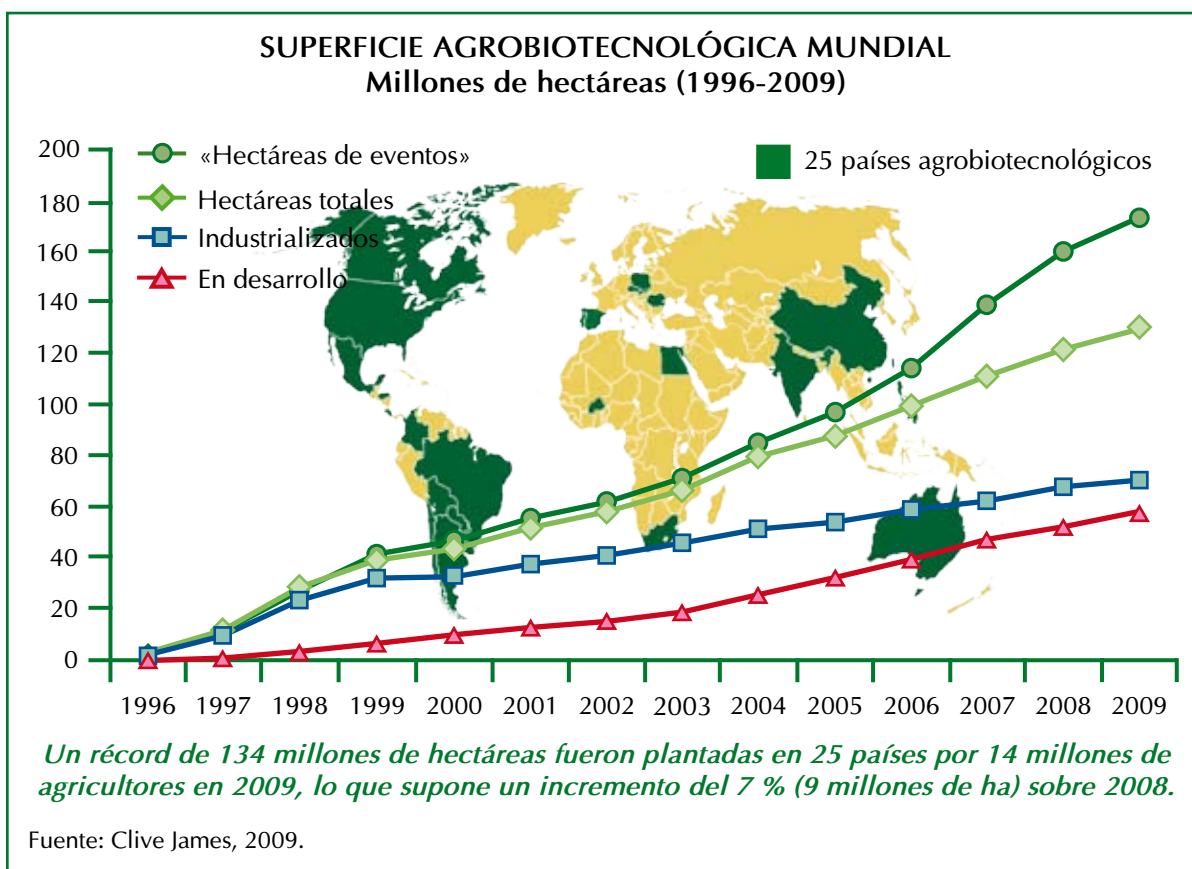
SUMARIO 41 Situación mundial de la comercialización de cultivos biotecnológicos/genéticamente modificados en 2009

Por

Clive James

Fundador del ISAAA y Presidente del Consejo de Administración

Dedicado por el autor al difunto Norman Borlaug, Premio Nobel de la Paz
y primer Patrón Fundador del ISAAA



AUTHOR'S NOTE:

Global figures and hectares planted commercially with biotech crops have been rounded off to the nearest 100,000 hectares, using both < and > characters, and hence in some cases this leads to insignificant approximations, and there may be minor variances in some figures, totals, and percentage estimates that do not always add up exactly to 100% because of rounding off. It is also important to note that countries in the Southern Hemisphere plant their crops in the last quarter of the calendar year. The biotech crop areas reported in this publication are planted, not necessarily harvested hectareage in the year stated. Thus, for example, the 2009 information for Argentina, Brazil, Australia, South Africa, and Uruguay is hectares usually planted in the last quarter of 2009 and harvested in the first quarter of 2010 with some countries like the Philippines having more than one season per year. Thus, for countries of the Southern hemisphere, such as Brazil and Argentina the estimates are projections, and thus are always subject to change due to weather, which may increase or decrease actual planted before the end of the planting season when this Brief has to go to press. For Brazil the winter maize crop (safrinha) planted in the last week of December 2009 and more intensively through January and February 2010 is classified as a 2009 crop in this Brief consistent with a policy which uses the first date of planting to determine the crop year. Details of the references listed in the Executive Summary are found in Full Brief 41.

RESUMEN EJECUTIVO

SUMARIO 41

Situación mundial de la comercialización de cultivos biotecnológicos/genéticamente modificados en 2009

Por

Clive James

Fundador del ISAAA y Presidente del Consejo de Administración

Dedicado por el autor al difunto Norman Borlaug, Premio Nobel de la Paz
y primer Patrón Fundador del ISAAA

Co-sponsors: Fondazione Bussolera-Branca, Italy
Ibercaja, Spain
ISAAA

ISAAA gratefully acknowledges grants from Fondazione Bussolera-Branca and Ibercaja to support the preparation of this Brief and 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, not the co-sponsors, 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 2009. All rights reserved. Whereas ISAAA encourages the global sharing of information in Brief 41, 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. 2009. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2009. *ISAAA Brief* No. 41. ISAAA: Ithaca, NY.

ISBN: 978-1-892456-48-6

Publication Orders and Price: Please contact the ISAAA SEAsiaCenter for your copy at publications@isaaa.org. Purchase on-line at <http://www.isaaa.org>, a hard copy of the full version of Brief 41, including the Special Feature on "Biotech Rice - Present Status and Future Prospects" by Dr. John Bennett and an Executive Summary. Cost is US\$50 including express delivery by courier. The publication is available free of charge to eligible nationals of developing countries.

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

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

ISAAA AmeriCenter 417 Bradfield Hall Cornell University Ithaca NY 14853, U.S.A.	ISAAA AfriCenter PO Box 70, ILRI Campus Old Naivasha Road Uthiru, Nairobi 90665 Kenya	ISAAA SEAsiaCenter c/o IIRRI DAPO Box 7777 Metro Manila Philippines
--	---	---

Electronically: or email to info@isaaa.org

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

Situación mundial de la comercialización de cultivos biotecnológicos/genéticamente modificados en 2009 Los catorce primeros años, de 1996 a 2009

Introducción

Este Resumen Ejecutivo refleja los aspectos más destacados del Sumario 41 sobre la situación de los cultivos biotecnológicos en 2009, que se analiza de forma pormenorizada en el cuerpo del informe, dedicado al difunto Norman Borlaug, Premio Nobel de la Paz. El Sumario 41 también incluye un folleto conmemorativo de homenaje a Norm, el primer Patrón Fundador del ISAAA, fallecido el 12 de septiembre de 2009. Galardonado con el Premio Nobel de la Paz en 1970 por aplicar con éxito la Revolución Verde, que salvó a mil millones de personas del hambre en la década de 1960, Norman Borlaug fue el defensor más ardiente y fiable de los cultivos biotecnológicos y de su contribución vital para luchar contra la pobreza, el hambre y la malnutrición.

El Sumario 41 incluye además un artículo especial, con bibliografía detallada, titulado «El arroz biotecnológico: estado actual y perspectivas de futuro», cuyo autor es el Dr. John Bennett, Profesor Honorario de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad de Sydney en Australia y antiguo biólogo molecular del Laboratorio de Fitobiología Molecular del Instituto Internacional de Investigación del Arroz en Filipinas, que es la sede del Centro del ISAAA para el Sureste Asiático.

China toma la decisión histórica de autorizar el arroz Bt y el maíz con fitasa.

El 27 de noviembre de 2009, poco antes de que este informe entrase en imprenta, China autorizó el arroz Bt y el maíz con fitasa. Estas autorizaciones tienen gran trascendencia y enormes implicaciones para la adopción de la agrobiotecnología, no sólo en China y Asia, sino en el mundo entero. Hay varios aspectos que confieren un carácter singular a estas autorizaciones:

- Ambos productos se han desarrollado y producido íntegramente en China, financiados con recursos públicos.
- El arroz es el cultivo alimentario más importante del mundo. Se estima que el arroz Bt puede producir unos beneficios de 4.000 millones de dólares anuales para 110 millones de familias arroceras sólo en China (440 millones de beneficiarios en total, si se presupone que cada familia tiene cuatro miembros), que cultivan 30 millones de hectáreas de arroz (un tercio de hectárea por familia por término medio). El incremento de la producción y de la renta de los agricultores generado por el arroz Bt puede mejorar la calidad de vida y aumentar la seguridad y sostenibilidad del medio ambiente gracias a la menor dependencia de los insecticidas. A nivel nacional, puede ser una contribución muy importante para que China alcance su objetivo de «autosuficiencia» alimentaria y forrajera (optimización de los cultivos alimentarios y forrajeros de cosecha propia) y de «seguridad alimentaria» (alimento y forraje suficientes para todos). Es importante distinguir ambos objetivos, que no son excluyentes.
- El maíz es el principal cultivo forrajero del mundo. En China, el maíz ocupa 30 millones de hectáreas cultivadas por 100 millones de familias maiceras (400 millones de beneficiarios), con un tercio de hectárea por familia por término medio. Uno de los beneficios que puede acarrear el maíz con fitasa es una mayor eficiencia de la producción de carne de cerdo (China tiene la mayor cabaña porcina del mundo, con unos 500 millones de cabezas, que representan el 50 % del total mundial). La producción de carne de cerdo a base de maíz con fitasa será más eficiente porque los cerdos podrán digerir más fácilmente el fósforo, con lo que se potenciará el crecimiento y se reducirá la contaminación por fosfatos de los residuos animales. Los agricultores ya no tendrán que comprar y mezclar suplementos fosfáticos, con la consiguiente reducción del gasto en suplementos, equipo y mano de obra. A nivel nacional, es fundamental aumentar la eficiencia de la producción cárnica en un momento en el que la prosperidad impulsa un

crecimiento del consumo de carne en China, que ha de importar maíz para forrajes. También se utiliza maíz para alimentar a los 13.000 millones de pollos, patos y otras aves de China.

- Es probable que la autorización del arroz y el maíz biotecnológicos en China facilite y acelere la toma de decisiones sobre la aceptación y aprobación del arroz, el maíz y otros cultivos biotecnológicos en los países en desarrollo. Seguramente será así en el continente asiático, que se enfrenta a los mismos retos que China en relación con la autosuficiencia alimentaria y los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) para luchar contra la pobreza, el hambre y la malnutrición, y aumentar la prosperidad de los pequeños agricultores en el horizonte de 2015.
- La autorización de las variantes biotecnológicas desarrolladas por China de alimentos básicos como son el arroz y el maíz también podría cambiar la dinámica del comercio global de alimento, forraje y fibra, y el papel que desempeñan los países en desarrollo en el terreno de la seguridad alimentaria, y podría animar a otros países a emular a China o participar en programas de transferencia y puesta en común de tecnologías con este país.

La prioridad que otorga el Gobierno chino a la agrobiotecnología, que ha encontrado un firme defensor en el Primer Ministro Wen Jiabao, está reportando a China unos réditos considerables, tanto en relación con el algodón Bt como con nuevos cultivos de importancia estratégica como el arroz y el maíz biotecnológicos, y refleja además la creciente excelencia académica de China en el desarrollo de este tipo de cultivos. La agronomía es el campo de la investigación que más rápidamente ha crecido en China, donde la cuota de las publicaciones globales en este campo ha pasado del 1,5 % en 1999 al 5 % en 2008. En 1999, China destinaba apenas el 0,23 % de su PIB agrícola a la I+D en este campo, pero en 2008 llegó al 0,8 % y se aproxima ya al 1 % que recomienda el Banco Mundial para los países en desarrollo. El Gobierno chino se ha marcado ahora el objetivo de incrementar la producción total de grano a 540 millones de toneladas en 2020 y duplicar para ese año la renta de los agricultores chinos de 2008, y los cultivos biotecnológicos pueden contribuir de forma significativa al cumplimiento de este objetivo (Xinhua, 2009a).

Por desgracia, las limitaciones de tiempo que impone la impresión y publicación del Sumario 41 apenas permiten un somero análisis inicial de la enorme importancia y las implicaciones globales que tiene la autorización del arroz y el maíz biotecnológicos en China, productos ambos que tendrán que completar una serie de ensayos de campo estándar durante dos o tres años antes de llegar a comercializarse en las explotaciones agrícolas. Estas autorizaciones también se comentan más adelante en el presente informe.

El reto de alimentar al mundo en 2050

Conviene contextualizar la producción global de alimentos pasando revista a los principales acontecimientos ocurridos a lo largo de los dos últimos siglos. A principios del siglo XIX, cuando la población global no llegaba a 1.000 millones de habitantes (1800), fue relativamente fácil aumentar la producción de alimentos a lo largo de 100 años para proporcionar sustento a otras 600.000 personas, simplemente **incrementando la cantidad de tierra cultivada**. Se tuvo acceso a gran cantidad de nuevas tierras productivas que comenzaron a explotarse en las praderas de Norteamérica, en las pampas de Sudamérica, en las estepas de Europa Oriental y Rusia, y en el interior de Australia. En el siglo XX, cuando la población mundial todavía no pasaba de 1.600 millones de habitantes (1900), se consiguió aumentar la producción alimentaria global durante 100 años con un rotundo **incremento de la productividad de los cultivos (rendimiento por hectárea)**, gracias a la Revolución Verde y a otras mejoras agronómicas. Los combustibles fósiles fueron indispensables para la mecanización a gran escala, que sustituyó a los caballos por tractores, y otro factor de igual importancia fue el incremento del consumo de fertilizantes amónicos derivados de los combustibles fósiles.

A principios del siglo XXI, con una población de 6.100 millones de habitantes en el año 2000 y camino de los 9.200 millones en 2050, el reto de volver a duplicar la producción alimentaria en tan sólo 50 años se ha convertido en una tarea abrumadora de por sí. La situación es aún peor porque ahora debemos **duplicar la producción de alimentos hasta 2050 de manera sostenible**, aproximadamente con la misma superficie de cultivo (con la notable excepción de Brasil) y **utilizando menos recursos, especialmente combustibles fósiles, agua y nitrógeno**, en un momento en el que también tenemos que hacer frente a los **enormes retos que plantea el cambio climático**. Además, existe una **necesidad humanitaria crítica y urgente de luchar contra la pobreza, el hambre y la malnutrición que afligen a más de 1.000 millones de personas** por primera vez en la historia mundial. La estrategia tecnológica más prometedora para incrementar la productividad mundial de alimento, forraje y fibra (kg por hectárea) es combinar lo mejor de lo viejo y de lo nuevo, **integrando lo mejor de la tecnología agrícola convencional (adaptación de germoplasma) y lo mejor de las aplicaciones agrobiotecnológicas y sus novedosos eventos**. Los productos agrícolas mejorados gracias a esta sinergia deben ser el **componente tecnológico innovador** de una estrategia global de seguridad del abastecimiento de alimento, forraje y fibra que debe también hacer frente a otros aspectos críticos, como el crecimiento demográfico y la mejora de los sistemas de distribución. La adopción de una estrategia holística de este tipo permitirá a la sociedad global seguir disfrutando de los grandes beneficios que ofrece el fitomejoramiento convencional y moderno a la humanidad, en esta coyuntura crítica de la historia en la que luchamos frenéticamente contra la amenaza que la inseguridad alimentaria puede representar para un mundo más pacífico y seguro. **Resulta llamativo que el discurso que pronunció Borlaug hace cuarenta años en la ceremonia de entrega del Premio Nobel de la Paz, titulado «La Revolución Verde, la paz y la humanidad», tratase básicamente de las mismas cuestiones.**

Más apoyo a la agricultura para «una intensificación sustancial y sostenible de la productividad agrícola», por medio de aplicaciones convencionales y biotecnológicas.

El Sumario 41 del ISAAA se publica en 2009 en un momento crítico, en el que varios organismos internacionales de prestigio —como el G-8, la Cumbre de Seguridad Alimentaria de la FAO, la Fundación Bill y Melinda Gates y la Royal Society de Londres— defienden la urgente necesidad de otorgar la máxima prioridad a la agricultura, a la autosuficiencia y la seguridad alimentarias y a la lucha contra el hambre, la malnutrición y la pobreza. Más concretamente, dada la crucial importancia de los cultivos para la producción de alimento, forraje y fibra, se ha producido un resonante llamamiento universal para que se utilicen las aplicaciones agrícolas convencionales y biotecnológicas para conseguir **«una intensificación sustancial y sostenible de la productividad agrícola» en los 1.500 millones de hectáreas cultivables que existen actualmente**. Se ha instado a adoptar medidas urgentes en este sentido, a fin de evitar un posible peligro inminente para la vida de 1.020 millones de habitantes: el mayor número de personas que hayan sufrido jamás los debilitadores y destructivos efectos de la pobreza, el hambre y la malnutrición, que son inaceptables en una sociedad justa. Esta situación se agrava por el **descenso de las reservas globales de grano a unos peligrosos 75 días de abastecimiento** —frente al mínimo recomendado de 100 días— y por la necesidad de hacer frente a los múltiples retos derivados del cambio climático —especialmente la sequía que ya se observa en todo el mundo— y de proteger a toda costa los recursos naturales para las generaciones futuras, manteniéndolos en un estado de conservación razonable.

La superficie agrobiotecnológica global siguió aumentando en 2009, con cifras récord de hectáreas de los cuatro grandes cultivos y progresos en otros frentes.

En 2009, ante los constantes e importantes beneficios económicos, ambientales y sociales generados por los cultivos biotecnológicos durante los catorce últimos años, millones de agricultores grandes, pequeños y con bajos recursos de los países industrializados y de los países en desarrollo siguieron incrementando el número de hectáreas dedicadas a la producción de este tipo de cultivos a mayor ritmo que nunca; este testimonio que dan millones de agricultores de todo el mundo es probablemente el indicador más simple, pero por sí solo el más

convinciente, pragmático y de sentido común, del superior rendimiento que ofrecen los cultivos biotecnológicos. A pesar de los graves efectos de la recesión económica de 2009, todos los cultivos biotecnológicos registraron cifras récord de hectáreas; véanse por ejemplo los máximos históricos alcanzados por los cuatro cultivos biotecnológicos principales: por primera vez, fueron biotecnológicas más de tres cuartas partes (el 77 %) de los 90 millones de hectáreas de soja del mundo; casi la mitad (el 49 %) de los 33 millones de hectáreas de algodón; más de una cuarta parte (el 26 %) de los 158 millones de hectáreas de maíz; y, por último, el 21 % de los 31 millones de hectáreas de colza. Además del incremento en hectáreas, también aumentó el número de agricultores de todo el mundo que optaron por producir cultivos biotecnológicos. Se registraron notables progresos continuados en los tres países agrobiotecnológicos del continente africano, donde los problemas son más graves. Tal como pronosticó el ISAAA en anteriores Sumarios, los países en desarrollo han seguido impulsando el incremento global de las plantaciones, con Brasil como claro candidato a convertirse en el motor de crecimiento futuro de América Latina. Estas tendencias son muy importantes considerando la modesta contribución que ya han realizado los cultivos biotecnológicos, pero sobre todo porque tienen potencial suficiente para seguir contribuyendo a resolver algunos de los grandes retos a los que se enfrentará la sociedad global en el futuro, como por ejemplo: la autosuficiencia y la seguridad alimentarias, la producción de alimentos más asequibles, la sostenibilidad, la lucha contra la pobreza y el hambre, y la atenuación de algunos de los problemas relacionados con el cambio climático y el calentamiento global.

La tecnología agrícola de más rápida adopción: 134 millones de hectáreas biotecnológicas en 2009, 80 veces más que en 1996, con un crecimiento interanual del 7 % o 9 millones de hectáreas.

La superficie agrobiotecnológica global siguió creciendo en 2009 hasta alcanzar la cifra de 134 millones de hectáreas (tabla 1 y figura 1) o 180 millones de «hectáreas de características o virtuales», que representan un «crecimiento aparente» del 7 % o 9 millones de hectáreas, mientras que el «crecimiento real» fue del 8 % interanual o 14 millones de hectáreas de características. Medir la superficie en «hectáreas de características o virtuales» es parecido a utilizar las «millas-pasajero» para medir los viajes en avión (donde hay más de un pasajero por aeronave) de forma más precisa que con las simples «millas». El crecimiento global en «hectáreas de características o virtuales» pasó de 166 millones en 2008 a unos 180 millones en 2009. El crecimiento experimentado durante los últimos años por los países que fueron pioneros en esta tecnología se debe en gran medida a la aplicación de «eventos apilados» (frente a los eventos simples en una sola variedad o híbrido), cuyos índices de adopción medidos en hectáreas alcanzan niveles óptimos en los principales cultivos transgénicos de maíz y algodón de los grandes países agrobiotecnológicos. Por ejemplo, en 2009, una impresionante proporción del 85 % de los 35,2 millones de hectáreas de cultivo de maíz de Estados Unidos eran biotecnológicas y hay que destacar que el 75 % de ellas estaban ocupadas por híbridos de dos o tres eventos apilados, mientras que sólo el 25 % se destinaban a híbridos de un solo evento. Del mismo modo, el 90% de la superficie algodonera de Estados Unidos, Australia y Sudáfrica son hectáreas biotecnológicas y, de éstas, el 75 %, 88 % y 75 % están respectivamente ocupadas por productos de dos eventos apilados. Es evidente que los eventos apilados se han convertido ya en un componente muy importante de los cultivos biotecnológicos y, en consecuencia, es conveniente medir el crecimiento no sólo en hectáreas, sino también en «hectáreas de características o virtuales». Este elevado índice de crecimiento —los 1,7 millones de hectáreas de 1996 han aumentado 80 veces hasta alcanzar los 134 millones de 2009— no tiene precedentes en la historia y convierte a los cultivos biotecnológicos en la tecnología agrícola que más rápidamente se haya adoptado jamás.

Producción de eventos apilados en 11 países (8 de ellos países en desarrollo)

Los productos de eventos apilados constituyen una importante especialidad y tendencia futura de los cultivos biotecnológicos, satisfacen las múltiples necesidades de los agricultores y consumidores y encuentran cada vez mayor aplicación en 11 países: por número de hectáreas, de mayor a menor, Estados Unidos, Argentina, Canadá, Filipinas, Sudáfrica, Australia, México, Chile, Colombia, Honduras y Costa Rica (obsérvese que 8 de los 11 son

Tabla 1. Superficie agrobiotecnológica mundial en 2009: desglose por países (millones de hectáreas)

Puesto	País	Superficie (millones de hectáreas)	Cultivos biotecnológicos
1*	Estados Unidos*	64,0	Soja, maíz, algodón, colza, calabaza, papaya, alfalfa, y remolacha azucarera
2*	Brasil*	21,4	Soja, maíz y algodón
3*	Argentina*	21,3	Soja, maíz y algodón
4*	India*	8,4	Algodón
5*	Canadá*	8,2	Colza, maíz, soja y remolacha azucarera
6*	China*	3,7	Algodón, tomate, álamo, papaya y pimiento dulce
7*	Paraguay*	2,2	Soja
8*	Sudáfrica*	2,1	Maíz, soja y algodón
9*	Uruguay*	0,8	Soja y maíz
10*	Bolivia*	0,8	Soja
11*	Filipinas*	0,5	Maíz
12*	Australia*	0,2	Algodón y colza
13*	Burkina Faso*	0,1	Algodón
14*	España*	0,1	Maíz
15*	México*	0,1	Algodón y soja
16	Chile	<0,1	Maíz, soja y colza
17	Colombia	<0,1	Algodón
18	Honduras	<0,1	Maíz
19	República Checa	<0,1	Maíz
20	Portugal	<0,1	Maíz
21	Rumanía	<0,1	Maíz
22	Polonia	<0,1	Maíz
23	Costa Rica	<0,1	Algodón y soja
24	Egipto	<0,1	Maíz
25	Eslovaquia	<0,1	Maíz

* 15 megapaíses biotecnológicos con un mínimo de 50.000 hectáreas agrobiotecnológicas

Fuente: Clive James, 2009.

países en desarrollo). Cabe esperar que haya más países que opten por la aplicación de eventos apilados en el futuro. En 2009 se plantaron en total 28,7 millones de hectáreas agrobiotecnológicas de eventos apilados, frente a los 26,9 millones de 2008. Estados Unidos se sitúa a la cabeza de los eventos apilados, que constituyen el 41 % de sus 64 millones de hectáreas agrobiotecnológicas. En Filipinas, los productos de dos eventos apilados de resistencia a plagas y tolerancia a herbicidas en el maíz fueron el componente de mayor crecimiento, pasando del 57 % del maíz biotecnológico en 2008 al 69 % en 2009. El nuevo maíz biotecnológico, **SmartStax™**, se lanzará en Estados Unidos en 2010 con ocho genes diferentes que codifican un total de tres eventos, dos de resistencia a plagas (uno para plagas de superficie y otro para plagas subterráneas) y un tercero de tolerancia a herbicidas. Es previsible que los futuros productos agrícolas de eventos apilados incluyan

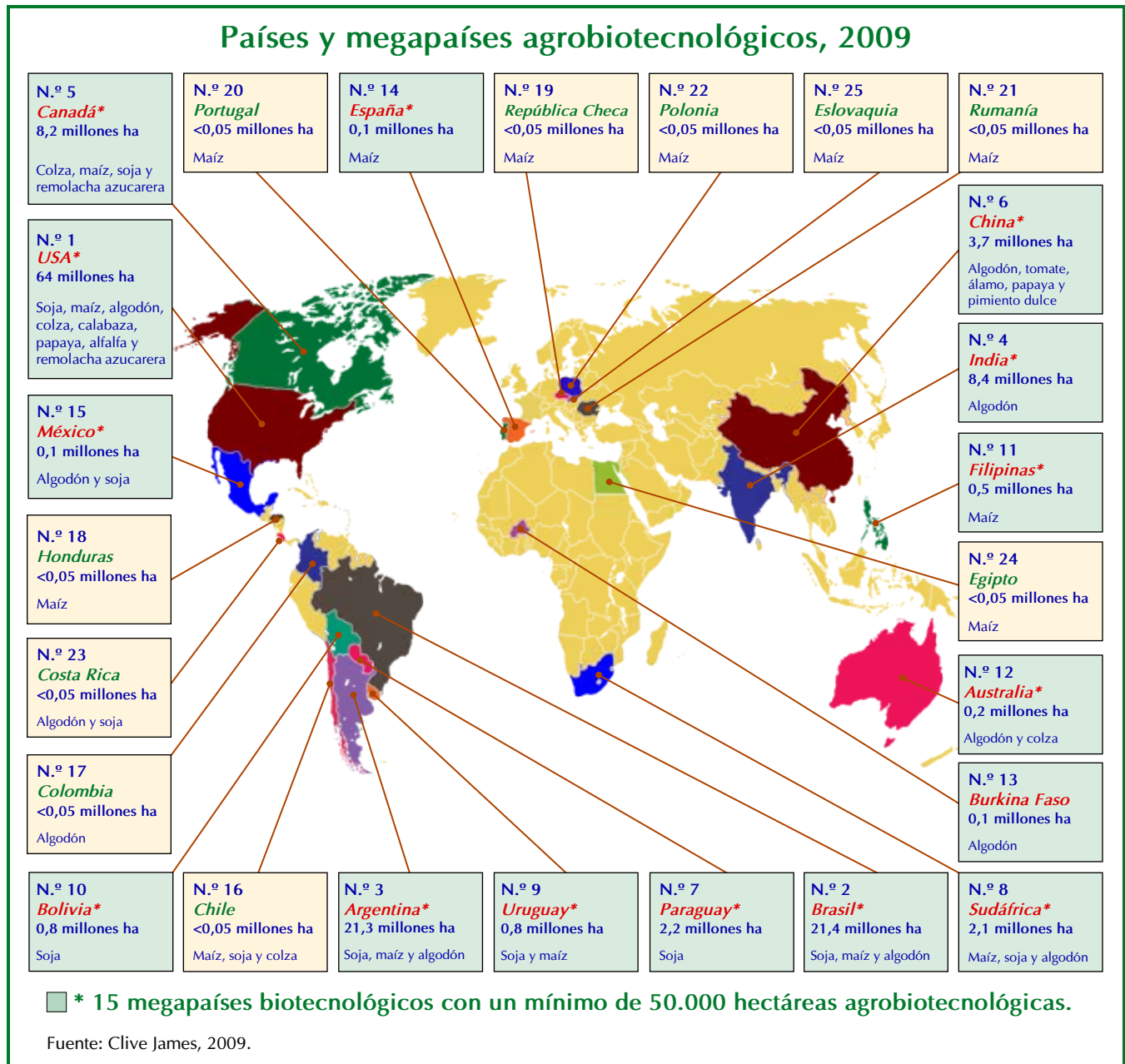


Figura 1. Mapa mundial de países y megapaíses agrobiotecnológicos en 2009

múltiples eventos de productividad agronómica como la resistencia a plagas y la tolerancia a los herbicidas y a las sequías, así como eventos de especialización como el aceite de alto contenido en omega-3 en la soja o la provitamina A en el arroz dorado.

700.000 agricultores pasaron a engrosar la cifra de productores agrobiotecnológicos hasta situarla en 14 millones, un 90 % de los cuales (13 millones) son pequeños agricultores pobres de los países en desarrollo.

En 2009 se alcanzó la cifra de 14 millones de agricultores beneficiarios de los cultivos biotecnológicos en 25 países, lo que supone un incremento de 700.000 productores con respecto a 2008. De los 14 millones de agricultores biotecnológicos que había en el mundo en 2009 (frente a los 13,3 millones de 2008), más del 90 % (13 millones frente a los 12,3 millones de 2008) eran pequeños agricultores pobres radicados en países en desarrollo; el millón restante eran grandes agricultores de países industrializados como Estados Unidos y Canadá o de países en desarrollo como Argentina y Brasil. De esos 13 millones de pequeños agricultores pobres (la mayoría productores de algodón Bt), 7 millones viven en China (algodón Bt), 5,6 millones en la India (algodón Bt) y los 250.000 restantes en Filipinas (maíz biotecnológico), Sudáfrica (algodón, maíz y soja biotecnológicos cultivados a menudo por mujeres que practican la agricultura de subsistencia) y los otros doce países en desarrollo que producen cultivos biotecnológicos. **El mayor incremento del número de productores agrobiotecnológicos se registró en 2009 en la India, donde hay 600.000 pequeños agricultores más que plantan algodón Bt, que representa ahora el 87 % de todo el algodón frente al 80 % de 2008.** La mayor renta que generan los cultivos biotecnológicos para los pequeños agricultores pobres supone una modesta contribución inicial para aliviar su pobreza. Durante la segunda década de comercialización (2006-2015), los cultivos biotecnológicos pueden ser de gran ayuda para cumplir el Objetivo de Desarrollo del Milenio (ODM) de reducir la pobreza a la mitad en el horizonte de 2015. En China, los primeros estudios indican que otros 10 millones de pequeños agricultores pobres de ese país podrían ser beneficiarios secundarios del algodón Bt.

Veinticinco países plantaron cultivos biotecnológicos en 2009: 10 de ellos en América Central y Sudamérica.

En 2009, el número de países productores de cultivos biotecnológicos se mantuvo en 25, tras la incorporación de Costa Rica y el abandono del maíz Bt por parte de Alemania al finalizar la temporada de 2008. Costa Rica, al igual que Chile, produce cultivos biotecnológicos exclusivamente con destino al mercado de exportación de semillas. Con la incorporación de Costa Rica, se alcanza la cifra histórica de 10 países agrobiotecnológicos en América Latina. El número de países productores de cultivos biotecnológicos ha ido en constante aumento desde los 6 de 1996, que fue el primer año de comercialización, hasta los 18 de 2003 y los 25 de 2009. Japón comenzó a comercializar una rosa azul biotecnológica en 2009; las rosas se cultivan en parte en invernadero y, al igual que los claveles biotecnológicos de Colombia y Australia, no se incluyen en las cifras del ISAAA de hectáreas globales ocupadas por cultivos para la producción de alimento, forraje y fibra biotecnológicos, según la definición del listado de cultivos de la FAO.

Crecimiento de la superficie agrobiotecnológica en 2009 a pesar de que los índices de adopción de 2008 ya eran elevados.

La superficie biotecnológica global creció en 2009 un reseñable 7 % (9 millones de hectáreas), pese a que el margen de crecimiento para este año era limitado porque:

- los índices de adopción de los principales cultivos biotecnológicos ya eran del 80 % o más en la mayoría de los grandes países productores;
- existía incertidumbre por las grandes sequías y las desfavorables condiciones climáticas;
- la peor crisis económica desde la depresión favoreció un estancamiento o descenso de las plantaciones totales; y
- la caída de los precios de los artículos básicos en comparación con los máximos de mediados de 2008 hizo que los agricultores se sintiesen menos motivados a incrementar las plantaciones totales tanto como en años anteriores.

Los índices de adopción de los cultivos biotecnológicos siguieron creciendo en 2009, a pesar de que ya eran muy elevados en 2008; por ejemplo, se pasó del 80 % al 87 % de algodón Bt en la India, del 80 % al 85 % de maíz biotecnológico en Estados Unidos y del 86 % al 93 % de colza biotecnológica en Canadá (figuras 2 y 3). En países como China, donde se redujo la plantación total de algodón en consonancia con las tendencias internacionales, el índice de adopción se mantuvo en el 68 %, pero en Estados Unidos, aunque las plantaciones totales de algodón bajaron un 4 %, el índice de adopción pasó del 86 % en 2008 al 88 % en 2009. Hay que destacar que la superficie global ocupada por cultivos biotecnológicos ha aumentado todos los años desde que comenzó su comercialización en 1996, con índices de crecimiento de dos dígitos durante los doce primeros años, del 9,4 % en 2008 y del 7 % en 2009 en plena recesión económica.

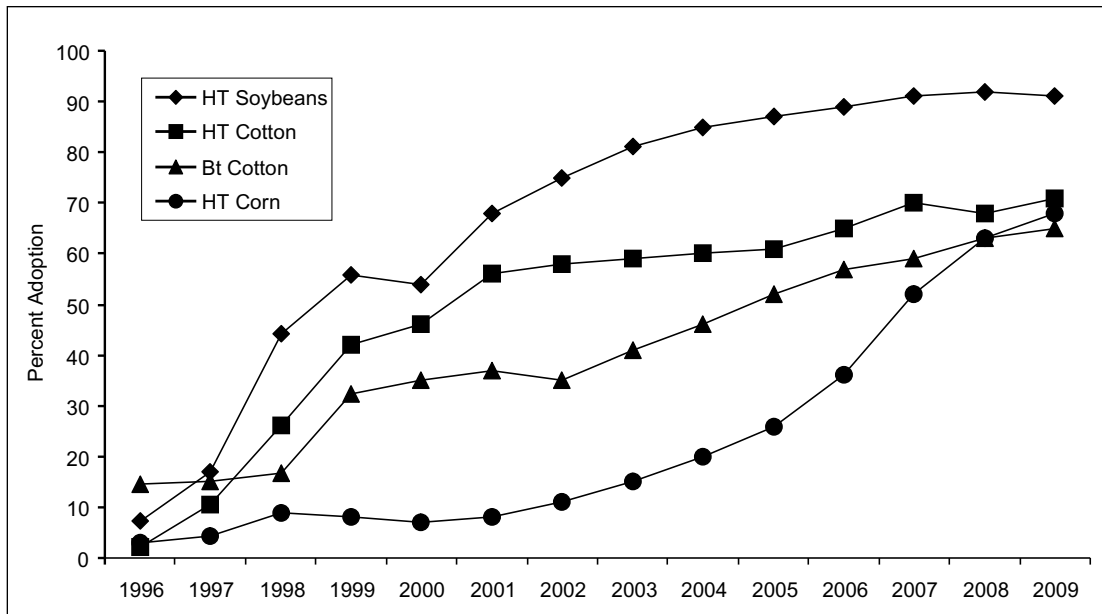
Brasil desplazó a Argentina de la segunda posición de los productores mundiales de cultivos biotecnológicos.

Se estima que la superficie ocupada por cultivos biotecnológicos en Brasil era de 21,4 millones de hectáreas en 2009; esto supone un incremento del 35 % o 5,6 millones de hectáreas con respecto a 2008, el mayor crecimiento registrado por país alguno en todo el mundo. Brasil produce actualmente el 16 % de los cultivos biotecnológicos del planeta. De esos 21,4 millones de hectáreas, 16,2 millones se destinaron a la producción de soja RR[®] por séptimo año consecutivo, frente a los 14,2 millones de hectáreas de 2008. El índice de adopción alcanzó un récord del 71 %, frente al 65 % de 2008, estimándose en 150.000 los agricultores beneficiarios de los productos de soja RR[®]. Además, Brasil plantó este año 5 millones de hectáreas de maíz Bt por segunda vez tanto en la temporada de verano como en la de invierno (safrinha). La superficie de maíz Bt aumentó en 3,7 millones de hectáreas —casi un 400 % con respecto a 2008—, en lo que representa, con diferencia, el mayor incremento absoluto registrado por cualquier cultivo biotecnológico en cualquier país del mundo en 2009. Los índices de adopción fueron del 30 % en el maíz estival y del 53 % en el maíz invernal. Por último, la superficie oficialmente ocupada por algodón Bt alcanzó en 2009 las 145.000 hectáreas por cuarta vez; 29.000 de estas hectáreas fueron por primera vez de algodón HT. De este modo, la superficie total de soja, maíz y algodón biotecnológicos de Brasil alcanzó en 2009 un crecimiento interanual del 35 % con respecto a 2008, equivalente a 5,6 millones de hectáreas; se trata del mayor incremento registrado por país alguno y, lo que es más importante, hizo que Brasil se situase por primera vez en la segunda posición mundial por superficie biotecnológica. Los cultivos biotecnológicos generaron en Brasil unos beneficios de 2.800 millones de dólares durante el período de 2003 a 2008 y de 700 millones de dólares sólo en 2008.

India lleva 8 años (2002-2009) obteniendo impresionantes beneficios del algodón Bt, y se ha recomendado la comercialización del brinjal (berenjena) Bt, el primer cultivo alimentario biotecnológico de la India.

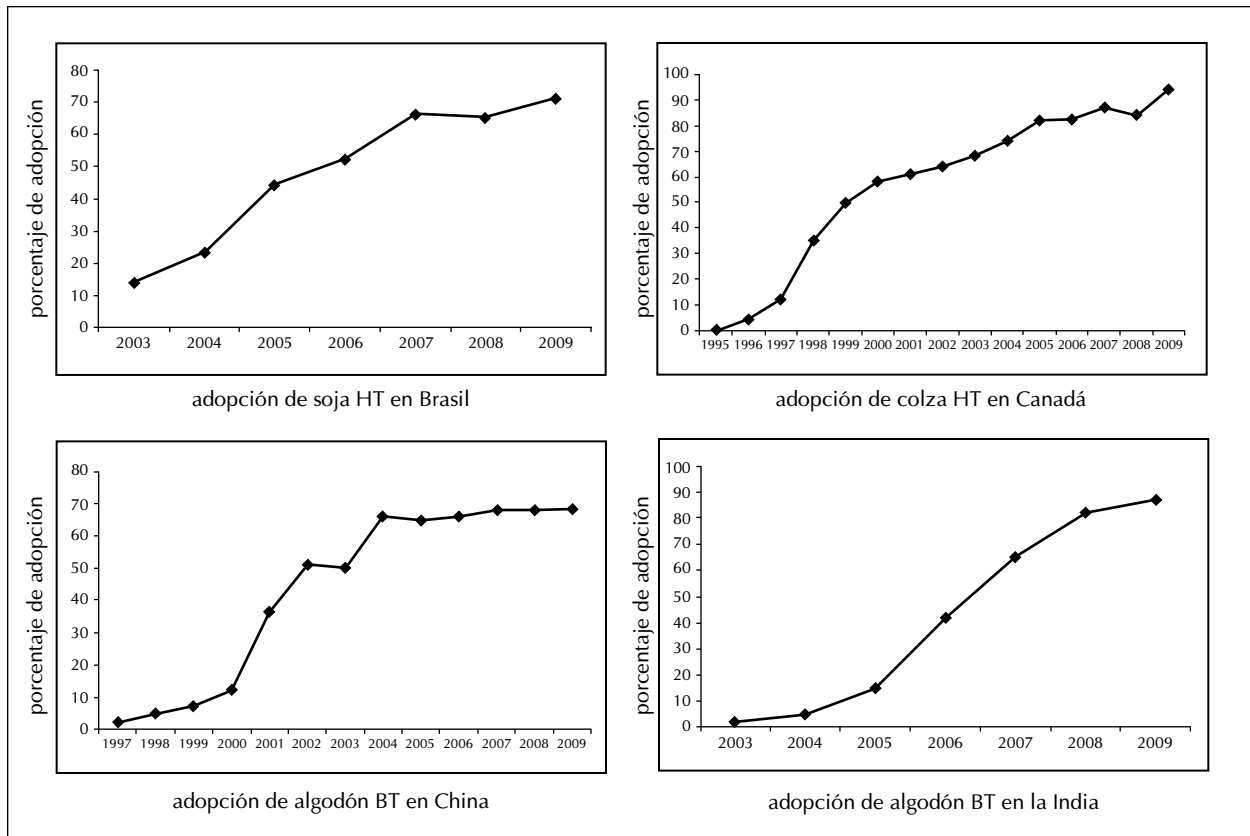
Es digno de destacar que el número de hectáreas, el índice de adopción y el número de agricultores que utilizan algodón Bt han seguido registrando máximos históricos en la India en el año 2009. Han sido 5,6 millones de pequeños agricultores de recursos escasos los que se han beneficiado de la producción de 8,381 millones de hectáreas de algodón Bt, equivalentes al 87 % de los 9,636 millones de hectáreas dedicadas al cultivo de algodón nacional. Dado que el índice de adopción ya era muy elevado en 2008, año en el que 5 millones de agricultores plantaron 7,6 millones de hectáreas de algodón Bt equivalentes al 80 % de los 9,4 millones de hectáreas dedicadas al cultivo de algodón nacional, todos los incrementos de 2009 fueron importantes. En ocho años, las 50.000 hectáreas de 2002 (año en que comenzó a comercializarse el algodón Bt) se han multiplicado por 168 hasta alcanzar los 8,4 millones de hectáreas de 2009, en lo que ha sido un crecimiento sin precedentes. En 2009, el algodón Bt de múltiples genes ocupó por primera vez más hectáreas (un 57 %) que el algodón Bt de un sólo gen (43 %). 2009 fue el primer año en que se comercializó en la India una variedad de algodón Bt (*Bikaneri Nerma*) y un híbrido (NHH-44) desarrollados por el sector público nacional, reequilibrando así la importancia del sector público y del sector privado en la producción nacional de cultivos biotecnológicos. En 2009 se aprobó la

Figura 3. Porcentaje de adopción de los cultivos biotecnológicos en Brasil, Canadá, China y la India.



Fuente: USDA's National Agricultural Statistics Service (NASS), 2009a.

Figura 3. Porcentaje de adopción de los cultivos biotecnológicos en Brasil, Canadá, China y la India.



Fuente: compilado por Clive James, 2009.

comercialización de un nuevo evento de algodón Bt (alcanzándose así un total de seis eventos aprobados) que presenta un gen *cry1C* sintético, desarrollado por una empresa india del sector privado. El despliegue del algodón Bt durante los ocho últimos años ha situado a India en el primer puesto del ranking mundial de exportadores de algodón y en el segundo de productores. El algodón Bt ha revolucionado literalmente la producción algodонера de la India. **En el breve plazo de siete años (de 2002 a 2008), el algodón Bt ha generado a los agricultores beneficios económicos cifrados en 5.100 millones de dólares, ha reducido a la mitad el consumo de insecticidas, ha contribuido a duplicar las cosechas y ha transformado a la India importadora de algodón en un gran país exportador.** Sólo en 2008, los beneficios generados por el algodón Bt en la India ascendieron a la impresionante cifra de 1.800 millones de dólares. En octubre de 2009, el Comité de Aprobación de Ingeniería Genética de la India (GEAC) tomó la decisión histórica de recomendar el lanzamiento comercial del brinjal o berenjena Bt, que está pendiente de la autorización final del Gobierno indio. La berenjena es la «Reina de las Hortalizas», pero necesita la aplicación de grandes cantidades de insecticida. Es previsible que la berenjena Bt sea el primer cultivo biotecnológico alimentario en comercializarse en la India, con un consumo mucho menor de insecticida, capaz de contribuir a la sostenibilidad, más asequible para los consumidores y útil para luchar contra la pobreza de 1,4 millones de pequeños agricultores indios pobres productores de berenjena. Un estudio del IIMA de 2007 señala que el 70 % de la clase media de la India acepta los alimentos biotecnológicos y, más aún, están dispuestos a pagar una prima de hasta un 20 % por un alimento biotecnológico de calidad superior, como el arroz dorado con mayor contenido en provitamina A, que se espera para 2012. La India tiene actualmente otros cultivos alimentarios biotecnológicos en ensayos de campo, entre ellos el arroz Bt.

Constantes progresos en África: Sudáfrica, Burkina Faso y Egipto.

África tiene casi mil millones de habitantes, prácticamente el 15 % de la población mundial. Es el único continente del mundo donde la producción de alimento per cápita tiende a la baja y donde el hambre y la malnutrición afligen al menos a uno de cada tres africanos. Hasta 2008, Sudáfrica era el único país del continente africano que gozaba de los beneficios de los cultivos biotecnológicos. **La superficie agrobiotecnológica total estimada en Sudáfrica en 2009 era de 2,1 millones de hectáreas, un incremento significativo con respecto a los 1,8 millones de hectáreas de 2008 que equivale a un crecimiento interanual del 17 %.** El crecimiento de 2009 se atribuye principalmente al incremento de la superficie de maíz biotecnológico, que ha ido acompañado de un incremento de la superficie de soja biotecnológica (con un índice de adopción del 85 %) y un pequeño número de hectáreas de algodón biotecnológico (con un índice de adopción del 98 %). Los dos países africanos que se unieron a Sudáfrica en 2008 como productores de cultivos biotecnológicos fueron Burkina Faso y Egipto.

En 2008, unos 4.500 agricultores burkineses produjeron por primera vez 1.600 toneladas de semilla de algodón Bt en un total de 6.800 campos. Ese año se plantaron las primeras 8.500 hectáreas de algodón Bt comercial en el país. **En 2009, esta cifra aumentó a 115.000 hectáreas. Si se compara con las 8.500 hectáreas de 2008, se trata de un crecimiento interanual sin precedentes, equivalente a 106.500 hectáreas o una superficie 14 veces mayor, que representa el mayor incremento porcentual (1.353 %) registrado este año por cualquier cultivo biotecnológico en cualquier país.** De este modo, el índice de adopción de Burkina Faso ha pasado del 2 % de 475.000 hectáreas en 2008 a un importante 29 % de 400.000 hectáreas en 2009. Burkina Faso produjo en 2009 suficiente semilla de algodón Bt para plantar unas 380.000 hectáreas, equivalentes al 70 % del algodón que producirá el país en 2010, si se presupone una plantación total de 475.000 hectáreas. Se calcula que el algodón Bt puede generar un beneficio económico superior a los 100 millones de dólares anuales en Burkina Faso, teniendo en cuenta unos incrementos de rendimiento próximos al 30 % más una reducción mínima del 50 % en la aplicación de insecticidas, pasando de las 8 aplicaciones que necesita el algodón convencional a las entre 2 y 4 aplicaciones que requiere el algodón Bt.

2009 fue para Egipto el segundo año de producción de maíz Bt, con unas 1.000 hectáreas que representan un moderado incremento del 15 % con respecto a 2008, año en que se plantaron unas 700 hectáreas.

Egipto fue el primer país del mundo árabe que comercializó cultivos tecnológicos, con la plantación del híbrido de maíz amarillo Bt denominado Ajeeb YG. En 2009 no se alcanzó el incremento previsto de 5.000 hectáreas de maíz Bt, porque no se otorgaron las autorizaciones necesarias para importar 150 toneladas de Ajeeb YG, que hubieran sido suficientes para plantar 5.200 hectáreas. De este modo, diseñadores de Ajeeb YG tuvieron que conformarse con las 28 toneladas de semilla de producción local para plantar 1.000 hectáreas.

Los países en desarrollo casi han alcanzado el 50 % de la producción agrobiotecnológica mundial y cabe prever que continúen registrando incrementos significativos del número de hectáreas biotecnológicas en el futuro.

En consonancia con las proyecciones del ISAAA, los países en desarrollo continuaron incrementando su cuota de la producción agrobiotecnológica global en 2009 con la plantación de 61,5 millones de hectáreas, casi la mitad (46 %) de los 134 millones de hectáreas mundiales, frente al 44 % registrado en 2008. Los cinco grandes países en desarrollo (Brasil, Argentina, India, China y Sudáfrica, cuya población colectiva asciende a 2.800 millones de habitantes en los tres continentes del Sur) siguieron ejerciendo un fuerte liderazgo global, con la plantación de unos 57 millones de hectáreas equivalentes al 43 % de la superficie agrobiotecnológica global. Los «cinco grandes» constituyen una formidable fuerza motriz de la adopción global de los cultivos biotecnológicos, que gozan de un importante apoyo político y financiero en estos países.

Cabe destacar que, en 2009, los siete países que registraron un crecimiento proporcional mínimo del 10 % de la superficie agrobiotecnológica fueron países en desarrollo. Clasificados por crecimiento porcentual, de mayor a menor, fueron Burkina Faso (1.353 %), Brasil (35 %), Bolivia (33 %), Filipinas (25 %), Sudáfrica (17 %), Uruguay (14 %) y la India (11 %). Como ha venido ocurriendo en el pasado, el crecimiento porcentual de la superficie agrobiotecnológica en 2009 ha sido notablemente mayor en los países en desarrollo (13 % y 7 millones de hectáreas) que en los países industrializados (3 % y 2 millones de hectáreas). De este modo, el crecimiento interanual de 2008 a 2009, ya sea medido en cifras absolutas o en porcentaje, fue mucho mayor en los primeros que en los segundos. Es muy probable que esta marcada tendencia al superior crecimiento de los países en desarrollo frente a los países industrializados continúe a corto, medio y largo plazo, a medida que vaya aumentando el número de países del Sur que adopten la producción agrobiotecnológica y que comience el despliegue de nuevos cultivos biotecnológicos como el arroz, cuya producción proviene en un 90 % de los países en desarrollo.

Los cinco grandes países en desarrollo representan colectivamente 56,9 millones de hectáreas, equivalentes al 43 % de la superficie agrobiotecnológica mundial: 21,4 millones en Brasil, 21,3 millones en Argentina, 8,4 millones en la India, 3,7 millones en China y 2,1 millones en Sudáfrica. Los cinco países se han comprometido con la producción agrobiotecnológica y cabe destacar que pertenecen a los tres continentes del Sur. En conjunto, representan a 1.300 millones de personas que dependen por completo de la agricultura, con millones de pequeños agricultores pobres y campesinos sin tierra, que conforman la gran mayoría de los pobres del mundo. El creciente impacto colectivo de los cinco grandes países en desarrollo es una tendencia muy importante y constante que tiene implicaciones para la futura aplicación y aceptación de los cultivos biotecnológicos en todo el mundo. Estos cinco países son objeto de un análisis en profundidad en el Sumario 41, que analiza en profundidad la utilización actual de determinados cultivos biotecnológicos, su impacto y perspectivas de futuro. Las inversiones que realizan estos países en investigación y desarrollo agrobiotecnológicos son de gran cuantía, situándose incluso en el nivel de las grandes compañías multinacionales.

Cabe destacar que, de los 51.900 millones de dólares de beneficios adicionales generados por los cultivos biotecnológicos para la renta de los agricultores durante los 13 primeros años de comercialización (1996-2008), la mitad (26.100 millones de dólares) se generaron en países en desarrollo y la otra mitad (25.800 millones de dólares) en países industrializados (Brookes y Barfoot, 2010, en preparación).

Situación del maíz Bt en la Unión Europea en 2009: seis países plantaron 94.750 hectáreas.

Seis Estados miembros de la Unión Europea plantaron maíz Bt en 2009, mientras que Alemania dejó de hacerlo a finales de 2008. España es, con diferencia, el mayor productor comunitario, con el 80 % de la superficie total de maíz Bt de la Unión y un índice de adopción récord del 22 %. Los seis países comunitarios alcanzaron en 2009 una superficie de 94.750 hectáreas, frente a un total de 107.719 hectáreas en 2008, si se incluyen las 3.173 hectáreas de Alemania, o 104.456 hectáreas, si se excluyen. De este modo, entre 2008 y 2009 se han perdido 12.969 hectáreas (que equivalen a un descenso del 12 %) si se incluye Alemania, o 9.796 hectáreas (que equivalen a un descenso del 9 %) si se excluye. Este descenso se asocia a varios factores, como la recesión económica, la reducción de las plantaciones totales de maíz híbrido y la desmotivación que ha supuesto para algunos agricultores la onerosa obligación de informar sobre las plantaciones de maíz Bt.

En 2009, seis de los 27 países de la Unión Europea plantaron oficialmente maíz Bt con fines comerciales; por número de hectáreas, de mayor a menor, fueron España, República Checa, Portugal, Rumania, Polonia y Eslovaquia. Mientras los siete países que cultivaron maíz Bt en 2008 aumentaron sus hectáreas con respecto a 2007, las variaciones interanuales de 2008 a 2009 fueron diversas. En 2009, Portugal plantó más hectáreas de maíz Bt que en 2008, Polonia mantuvo la misma superficie y España registró un descenso del 4 %, pero las plantaciones totales de maíz también se redujeron en 2008 por un margen similar, de ahí que se mantuviera un índice de adopción del 22 % en 2008 y 2009. La República Checa, Rumania y Eslovaquia registraron cifras menores de superficie de maíz Bt en 2009, aunque basadas en mínimos nacionales absolutos de entre 1.000 y 7.000 hectáreas.

Adopción por cultivo

La soja tolerante a herbicidas se mantuvo como principal cultivo biotecnológico en 2009, con una ocupación de 69,2 millones de hectáreas (frente a los 65,8 millones de hectáreas de 2008) o el 52 % de la superficie biotecnológica global, seguida del maíz con el 31 % o 41,7 M ha (frente a los 37,3 M ha de 2008), el algodón con el 12 % o 16,1 M ha (frente a los 15,5 M ha de 2008) y la colza con el 5 % o 6,4 M ha (frente a los 5,9 M ha de 2008).

Adopción por evento

Desde que comenzó la comercialización de cultivos biotecnológicos en 1996, el evento dominante ha sido la tolerancia a herbicidas. En 2009, este evento ocupó 83,6 millones de hectáreas de soja, maíz, colza, algodón, remolacha azucarera y alfalfa (frente a los 79 M ha de 2008) o el 62 % de la superficie biotecnológica global. Por tercer año consecutivo, los productos de dos o tres eventos apilados ocuparon una superficie mayor (28,7 M ha frente a los 26,9 M ha de 2008) que las variedades resistentes a insectos (21,7 M ha frente a los 19,1 M ha de 2008), respectivamente un 21 % y un 15 % de la superficie agrobiotecnológica global. Los productos de eventos apilados y los productos tolerantes a herbicidas crecieron al mismo ritmo del 6 %, mientras que la resistencia a insectos creció a razón del 14 %.

La remolacha azucarera RR[®] alcanzó en 2009 un índice de adopción del 95 % en Estados Unidos y Canadá. Al ser tan sólo su tercer año, se trata del cultivo biotecnológico que más rápidamente se ha implantado en el mundo hasta la fecha.

En 2009, el 95 % de las 485.000 hectáreas de remolacha azucarera plantadas en Estados Unidos se destinaron a variedades mejoradas a través de la biotecnología (frente al 59 % de 2008 y al pequeño número de hectáreas plantadas en 2007). Los productores canadienses plantaron unas 15.000 hectáreas de variedades biotecnológicas, que representan el 96 % de la cosecha nacional de remolacha azucarera. De ahí que la remolacha RR[®] haya sido

el cultivo biotecnológico comercial más rápidamente implantado en el mundo hasta la fecha. En septiembre, un tribunal californiano sentenció que el Departamento de Agricultura de EE.UU. (USDA) no había realizado estudios adecuados de la remolacha RR[®] en Estados Unidos y ordeno que se realizase un estudio más intensivo, que seguía pendiente cuando entró el presente Sumario en imprenta. Hay que señalar que la decisión del tribunal no cuestionaba la seguridad o la eficacia de las remolachas RR[®]. Es probable que el elevadísimo nivel de satisfacción y demanda observado entre los agricultores estadounidenses y canadienses respecto de la remolacha RR[®] tenga implicaciones para la caña de azúcar (la materia prima de la que se obtiene el 80 % de la producción mundial de azúcar), en la cual ya trabajan varios países para desarrollar eventos biotecnológicos. En octubre, Australia autorizó la realización de ensayos de campo de una caña de azúcar biotecnológica.

La superficie agrobiotecnológica acumulada entre 1996 y 2009 casi alcanzó los 1.000 millones de hectáreas.

Los ocho países que cultivaron más de un millón de hectáreas en 2009 fueron **Estados Unidos (64 millones de hectáreas), Brasil (21,4), Argentina (21,3), la India (8,4), Canadá (8,2), China (3,7), Paraguay (2,2) y Sudáfrica (2,1) (tabla 1 y figura 1)**. De acuerdo con la tendencia de los países en desarrollo a desempeñar un papel de creciente importancia, cabe destacar que Brasil, con un índice de crecimiento del 35% entre 2008 y 2009, desplazó por un estrecho margen a Argentina del segundo lugar de la clasificación mundial. **Los otros 17 países productores de cultivos biotecnológicos en 2009, clasificados de mayor a menor por número de hectáreas, fueron** Uruguay, Bolivia, Filipinas, Australia, Burkina Faso, España, México, Chile, Colombia, Honduras, la República Checa, Portugal, Rumania, Polonia, Costa Rica, Egipto y Eslovaquia. El crecimiento observado en 2009 sienta unas bases muy amplias y firmes para el futuro de los cultivos biotecnológicos. La cifra de hectáreas se ha multiplicado por 79 entre 1996 y 2009, una tasa de crecimiento sin precedentes que convierte a esta tecnología en la que más rápidamente se ha adoptado en la agricultura en la historia reciente. Este altísimo índice de adopción por parte de los agricultores es reflejo del buen rendimiento que han mantenido los cultivos biotecnológicos y los importantes beneficios económicos, ambientales, sanitarios y sociales que ofrecen a pequeños y grandes agricultores de países industrializados y en desarrollo. **Se trata de un potente voto de confianza otorgado por millones de agricultores de 25 países que han tomado 85 millones de decisiones individuales de incrementar el número de hectáreas de producción de cultivos biotecnológicos año tras año, a lo largo de un período de 14 años, basándose en la experiencia e información de primera mano que han adquirido en sus propias tierras y en las de sus vecinos.** Los elevados índices de readopción, próximos al 100%, reflejan en muchos casos la satisfacción del agricultor con productos que le reportan importantes beneficios, como una gestión más conveniente y flexible de los cultivos, menores costes de producción, mayor productividad y rendimiento neto por hectárea, beneficios sanitarios y sociales y menor contaminación del medio ambiente gracias a la menor aplicación de pesticidas convencionales, todo lo cual contribuye a conseguir una agricultura más sostenible. La rápida adopción de los cultivos biotecnológicos refleja los importantes y persistentes beneficios que proporcionan a grandes y pequeños agricultores, a los consumidores y a la sociedad, tanto en los países industrializados como en los países en desarrollo.

Sustitución de los productos de primera generación por productos de segunda generación con un rendimiento incrementado intrínseco.

A diferencia de la soja RR[®] de primera generación, que se desarrolló con la tecnología de pistola génica, la soja RReady2Yield[™] se desarrolló con la tecnología de inserción de *Agrobacterium*, más eficiente y precisa. La cartografía genética permitió identificar zonas del ADN de la soja potenciadoras del rendimiento. A su vez, este importante logro, junto con la tecnología avanzada de inserción y selección, permitió insertar con precisión el gen RReady2Yield[™] (MON 89788) en una de estas zonas de alto rendimiento. Aunque los genes potenciadores del rendimiento no son transgénicos (si bien ya se están desarrollando productos con genes transgénicos para obtener mayor rendimiento), la soja RReady2Yield[™] de segunda generación, gracias a la relación establecida

entre el rendimiento y la tolerancia al glifosato, produjo rendimientos entre un 7 % y un 11 % mayores que la soja RR[®] de primera generación durante el ensayo de campo de 2004 a 2007. El análisis de los componentes responsables del incremento de rendimiento de la soja RReady2Yield[™] indica que se debe a la presencia de más vainas de 3 granos, que a su vez incrementa el número de semillas por planta de 85,8 en la soja RR[®] a 90,5 en la RReady2Yield[™]. En 2009, se comercializaron por primera vez variedades RReady2Yield[™] de clases de madurez seleccionada en un lanzamiento controlado en Estados Unidos y Canadá de medio millón de hectáreas, con la expectativa de que se alcancen 2 o 3 millones de hectáreas en 2010. La comercialización de soja RReady2Yield[™] en 2009 es importante porque se trata del primer producto comercial autorizado de una nueva ola de productos biotecnológicos de segunda generación, actualmente en fase de I+D en numerosos laboratorios de desarrollo tecnológico, que también potenciarán el rendimiento intrínseco, al contrario que los productos de primera generación que, en general, protegen a los cultivos frente a formas de estrés biótico (plagas, malezas y enfermedades).

Impacto económico

Los cultivos biotecnológicos pueden ser muy importantes para la autosuficiencia y la seguridad alimentarias y para producir alimentos más asequibles aumentando la oferta (incrementando la productividad por hectárea) y reduciendo al mismo tiempo los costes de producción (menor necesidad de insumos, menor labranza y menor aplicación de pesticidas), lo que a su vez reduce el consumo de combustibles fósiles de los tractores y contribuye a paliar algunos de los aspectos negativos del cambio climático. **De los 51.900 millones de dólares de beneficio económico obtenidos entre 1996 y 2008, el 49,6% fueron generados por los incrementos de rendimiento y el 50,4% por la reducción de los costes de producción.** En 2008, el incremento total de la producción de los cuatro cultivos biotecnológicos principales (soja, maíz, algodón y colza) fue de 29,6 millones de toneladas métricas, que hubieran requerido 10,5 millones de hectáreas adicionales si no se hubieran utilizado cultivos biotecnológicos. Estos 29,6 millones de toneladas (MT) se desglosan en 17,1 MT de maíz, 10,1 MT de soja, 1,8 MT de fibra de algodón y 0,6 MT de colza. El incremento de producción en el período citado (199-2008) fue de 167,1 millones de toneladas, que habrían requerido 62,6 millones de hectáreas adicionales si no se hubieran utilizado cultivos biotecnológicos (de acuerdo con los rendimientos medios de 2008) (Brookes y Barfoot, 2010, en preparación). Por lo tanto, la biotecnología ya ha contribuido a aumentar la productividad y reducir los costes de producción de los cultivos biotecnológicos actuales y encierra un enorme potencial para el futuro cuando se aplique a cultivos esenciales como el arroz y el trigo, así como a cultivos de subsistencia para los pobres como la yuca.

El estudio más reciente del impacto global de los cultivos biotecnológicos entre 1996 y 2008 (Brookes y Barfoot 2010, en preparación) cifra **los beneficios económicos netos globales obtenidos por los agricultores biotecnológicos sólo en 2008 en 9.200 millones de dólares (4.700 millones en países en desarrollo y 4.500 millones en países industrializados).** Los beneficios acumulados durante el período ascienden a **51.900 millones de dólares (26.100 millones en países en desarrollo y 25.800 millones en países industrializados).** Estas estimaciones incluyen los importantísimos beneficios asociados al doble cultivo de soja biotecnológica en Argentina.

Reducción del consumo de pesticidas

La agricultura convencional ha causado impactos ambientales significativos y su huella ecológica puede reducirse utilizando la biotecnología. **Entre los progresos realizados durante el primer decenio cabe destacar la notable reducción del consumo de pesticidas, el ahorro de combustibles fósiles y la reducción de las emisiones de CO₂ gracias a la reducción o desaparición de las roturaciones, y la conservación del suelo y de la humedad optimizando las prácticas agrícolas sin labranza mediante la aplicación de la tolerancia a herbicidas.** La reducción de pesticidas acumulada entre 1996 y 2008 se cifra en 356.000

toneladas de principio activo —un ahorro del 8,4 % en pesticidas—, que equivale a una reducción del 16,1% del impacto ambiental provocado por la aplicación de pesticidas a estos cultivos y determinado por el «cociente de impacto ambiental» (EIQ por sus siglas en inglés), un indicador compuesto basado en los diversos factores que contribuyen al impacto ambiental neto de un determinado principio activo. **Los datos correspondientes a 2008 reflejan una reducción de 34.600 toneladas de principio activo** (equivalente a un ahorro del 9,6 % en pesticidas) y una reducción del 18,2 % del EIQ (Brooks y Barfoot, 2010, en preparación).

Reducción de las emisiones de CO₂

La importante y urgente preocupación por el medio ambiente tiene implicaciones para los cultivos biotecnológicos, que pueden contribuir a reducir los gases de efecto invernadero y frenar el cambio climático por dos vías principales. Primero, el descenso permanente de las emisiones de dióxido de carbono, asociado con la reducción del consumo de combustibles fósiles como consecuencia del menor número de aplicaciones de insecticidas y herbicidas; se calcula que en 2008 se evitó la emisión de 1,22 millones de toneladas de dióxido de carbono (CO₂), que equivalen a retirar 530.000 automóviles de las carreteras. Segundo, el empleo de métodos de labranza de conservación con cultivos biotecnológicos de alimentos, forraje y fibra tolerantes a herbicidas (que necesitan poca o ninguna roturación) evitó en 2008 la emisión de otros 13,2 millones de toneladas de CO₂, que equivalen a reducir el parque de automóviles en 6.410.000 unidades. **En total, la reducción combinada de emisiones equivale al secuestro de 14,4 millones de toneladas de CO₂ o a la desaparición de unos 7 millones de vehículos** (Brookes y Barfoot, 2010, en preparación).

Autosuficiencia y seguridad alimentarias

Durante la crisis de los precios de 2008, cuando los principales países exportadores de alimentos (como Tailandia y Vietnam en el caso del arroz y Argentina en el caso de la soja y el maíz) bloquearon las exportaciones, los países importadores en desarrollo perdieron confianza en el mercado internacional del arroz y de ahí que actualmente negocien directamente con cada uno de los países exportadores; es importante señalar que también han adoptado medidas para incrementar su propia productividad y autosuficiencia en los principales cultivos básicos. Por ejemplo, Filipinas —que es el mayor importador mundial de arroz— quiere producir el 98 % de su consumo de arroz en 2010. India, Malasia, Honduras, Colombia y Senegal se han marcado estrategias similares para aumentar su autosuficiencia en los cultivos esenciales. Este importantísimo cambio de estrategia (tanto en los países donantes como en los países en desarrollo) que supone pasar de la seguridad alimentaria (suficiente alimento para todos) a la autosuficiencia alimentaria (incrementar la producción y la productividad por hectárea de cultivo alimentario nacional) tiene implicaciones muy notables para los cultivos biotecnológicos. Conseguir la autosuficiencia y no depender tanto de terceros para obtener alimento, forraje y fibra es desde hace tiempo la estrategia de China y es una de las razones de que desarrolle cultivos biotecnológicos para potenciar el rendimiento. De este modo, la decisión de China de autorizar dos importantes cultivos básicos como el arroz y el maíz biotecnológicos representa un buen modelo de trabajo que otros países podrían imitar. No cabe subestimar las repercusiones que tendrá la autorización china del arroz y el maíz biotecnológicos para otros países en desarrollo, esperándose que facilite y agilice el proceso de aprobación legal de los cultivos biotecnológicos y que genere nuevas opciones de colaboración y asociación creativa Sur-Sur, incluyendo opciones de transferencia agrobiotecnológica y asociaciones entre instituciones del sector público y entre el sector público y el privado (The Economist, 2009c).

Más de la mitad de la población del mundo habita en los 25 países con 134 millones de hectáreas de cultivos biotecnológicos, representando el 9 % de los 1.500 millones de hectáreas de todos los cultivos.

Más de la mitad de los 6.700 millones de habitantes del planeta (el 54 % o 3.600 millones de personas) residen en los 25 países que crecieron cultivos biotecnológicos en 2009 y que obtuvieron importantes y múltiples beneficios

por valor de 9.200 millones de dólares en 2008. Por otra parte, más de la mitad de los 1.500 millones de hectáreas de cultivo del mundo (el 52 % o 776 millones de hectáreas) se encuentran en los 25 países que crecieron cultivos biotecnológicos autorizados en 2009. **Los 134 millones de hectáreas biotecnológicas cultivadas en 2009 representan el 9 % de los 1.500 millones de hectáreas de cultivo del mundo.**

Consumo de productos alimentarios derivados de cultivos biotecnológicos

Los críticos de los cultivos biotecnológicos han intentado perpetuar el mito de que los productos derivados de estos cultivos no se consumen en forma de alimento, sino únicamente de forraje o fibra. Por el contrario, se calcula que el 70 % de los alimentos elaborados que se comercializan en Estados y Canadá contienen ingredientes genéticamente modificados autorizados, de manera que unos 300 millones de personas llevan más de 10 años consumiendo productos derivados de cultivos biotecnológicos en Norteamérica sin que se haya insinuado siquiera un posible problema. Productos agrobiotecnológicos presentes en Estados Unidos son, entre otros, la soja, el maíz, el algodón (aceite), la colza, la papaya y la calabaza. En Sudáfrica, el maíz blanco que se utiliza tradicionalmente como alimento (el maíz amarillo se destina a forraje) tiene una variedad Bt que se consume desde 2001 y actualmente ocupa dos terceras partes del millón y medio de hectáreas totales dedicadas a la producción de maíz blanco. Sudáfrica consume además productos derivados de soja y algodón (aceite) biotecnológicos. Por último, China tiene autorizada una papaya biotecnológica que se consume desde 2006 y en 2009 autorizó un producto biotecnológico de arroz, que es el cultivo alimentario más importante del mundo. Además, muchos países han importado grandes cantidades de cultivos biotecnológicos sin que se hayan registrado incidencias sanitarias.

25 países tienen autorizada la plantación de cultivos biotecnológicos y otros 32 los importan, lo que eleva a 57 la cifra total de países que autorizan cultivos de este tipo o productos derivados.

Si bien son 25 los países que han comercializado cultivos biotecnológicos en 2009, otros 32 países (lo que hace un total de 57) han autorizado la importación de cultivos de este tipo para uso alimentario y forrajero y su liberación al medio ambiente desde 1996. En total, se han otorgado **762** autorizaciones para 155 eventos¹ en 24 cultivos. De este modo, la importación de cultivos biotecnológicos para consumo humano y animal y para su liberación al medio ambiente está aceptada en 57 países, algunos de ellos grandes importadores de alimentos como **Japón, que no produce cultivos biotecnológicos. De los 57 países que han otorgado autorizaciones relativas a cultivos biotecnológicos, el primero de la lista es Japón, seguido de Estados Unidos, Canadá, Corea del Sur, México, Australia, Filipinas, la Unión Europea, Nueva Zelanda y China.** El cultivo con mayor número de eventos aprobados es el maíz (49), seguido del algodón (29), la colza (15), la patata (10) y la soja (9). El evento que ha recibido autorización en mayor número de países es la soja tolerante a herbicidas GTS-40-3-2, con 23 autorizaciones (la UE 27 cuenta como una sola autorización), seguido del maíz tolerante a herbicidas NK603 y el maíz resistente a insectos MON 810, con 21 autorizaciones cada uno, y el algodón resistente a insectos MON531/757/1076, con 16 autorizaciones en todo el mundo.

Crecimiento económico nacional: contribución potencial de los cultivos biotecnológicos

El crecimiento económico en los países agrícolas es imposible si no hay crecimiento de la agricultura. El informe del Banco Mundial sobre el desarrollo de 2008 llega a la conclusión de que *«para utilizar la agricultura como base del crecimiento económico en los países principalmente agrícolas, se requiere una revolución de la productividad de los pequeños establecimientos agrícolas»*. Los cultivos son la principal

¹ Un evento es una recombinación de ADN única que ha tenido lugar en una célula vegetal y que después se ha utilizado para generar plantas transgénicas enteras. Toda célula que incorpora correctamente el gen de interés representa un «evento» único. Toda línea de plantas derivada de un evento transgénico es considerada un cultivo biotecnológico. Los nombres de los eventos son identificadores normalmente utilizados por las autoridades reguladoras y por los organismos internacionales, como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).

fuerza de alimento, forraje y fibra, con una producción global aproximada de 6.500 millones de toneladas métricas anuales. La historia confirma que la tecnología puede realizar una importante contribución a la productividad de los cultivos y al crecimiento económico rural. El mejor ejemplo es el maíz híbrido de Estados Unidos en la década de 1930 y la Revolución Verde del arroz y el trigo en los países en desarrollo en la década de 1960. El trigo semienano fue la nueva tecnología que impulsó el crecimiento rural y económico nacional durante la Revolución Verde de la década de 1960, que salvó a 1.000 millones de personas del hambre y por la que el difunto Norman Borlaug recibió el Premio Nobel de la Paz en 1970. Norman Borlaug fue el defensor más fiable de la nueva agrobiotecnología y fue un entusiasta promotor del ISAAA. El algodón Bt ya desplegado en China y la India ha generado unos beneficios aproximados de 1.000 y 1.800 millones de dólares, respectivamente. El arroz Bt ya autorizado en China puede llegar a incrementar en unos 100 dólares por hectárea la renta neta de los 110 millones de familias pobres que viven del arroz en ese país y que, teniendo en cuenta que cada familia del medio rural de China tiene una media de 4 miembros, representan unos 440 millones de personas. **En suma, los cultivos biotecnológicos ya han demostrado su capacidad para incrementar la productividad y la renta de forma significativa y, por lo tanto, pueden ser el motor del crecimiento económico rural y contribuir a aliviar la pobreza de los pequeños agricultores pobres del mundo en una época de crisis financiera global; además, cultivos como el arroz Bt encierran un enorme potencial de cara al futuro.** Hoy en día, las normas injustificadamente restrictivas que se diseñaron para satisfacer las necesidades de los países industrializados y ricos niegan a los países en desarrollo la oportunidad de tener acceso a productos como el arroz dorado, mientras millones de personas mueren entre tanto innecesariamente. **Estamos ante un dilema moral, donde las exigencias de los sistemas reguladores se han convertido en «el fin y no el medio».**

Se calcula que el valor global del mercado de semillas biotecnológicas alcanzó la cifra de 10.500 millones de dólares en 2009, mientras que el valor estimado de la cosecha de maíz, soja y algodón biotecnológicos comerciales fue de 130.000 millones de dólares en 2008.

Según las estimaciones de la empresa Cropnosis, el mercado agrobiotecnológico mundial alcanzó en 2009 un valor de 10.500 millones de dólares (frente a los 9.000 millones de 2008), que representan el 20 % de los 52.200 millones de dólares en que se valora el mercado global de protección de cultivos y el 30 % de los 34.000 millones en que se valora el mercado global de semillas comerciales. El desglose de estos 10.500 millones de dólares por producto es de 5.300 millones por el maíz (equivalentes al 50 % del valor del mercado agrobiotecnológico mundial, frente al 48 % en 2008), 3.900 millones por la soja (un 37,2 %, igual que en 2008), 1.100 millones por el algodón (un 10,5 %) y 300 millones por la colza (un 3 %). Por países, los 10.500 millones de dólares se desglosan en los 8.200 millones (78 %) de los países industrializados y los 2.300 millones (22 %) de los países en desarrollo. El valor del mercado agrobiotecnológico mundial se basa en el precio de venta de las semillas biotecnológicas más los derechos que se apliquen por la tecnología. El valor global acumulado para todo el periodo de doce años, dado que el primer año de comercialización de los cultivos biotecnológicos fue 1996, se cifra en 62.300 millones de dólares. Se calcula que el valor global del mercado agrobiotecnológico será de unos 11.000 millones de dólares en 2010. La estimación de ingresos globales generados a nivel de explotación por la cosecha de «producto final» comercial (el grano biotecnológico y otros productos de la cosecha) supera con mucho el valor de la semilla biotecnológica por sí sola (10.500 millones de dólares): el valor de la cosecha mundial de productos agrobiotecnológicos de 2008 se ha estimado en 130.000 millones de dólares y se calcula que esta cifra aumentará a razón de un 10 % o 15 % anual.

Perspectivas de futuro de los cultivos biotecnológicos, 2010-2015

Los cultivos son la principal fuente de alimento, forraje y fibra, con una producción global aproximada de 6.500 millones de toneladas métricas anuales. La historia confirma que la tecnología puede contribuir en gran medida a la productividad agrícola, al crecimiento económico rural, a la seguridad alimentaria y a la lucha contra el hambre, la malnutrición y la pobreza. De 2010 a 2015, el «Gran Reto» para la

sociedad global es cumplir los Objetivos de Desarrollo del Milenio de 2015 y duplicar la producción de alimento, forraje y fibra en 2050 utilizando menos recursos (especialmente agua, combustibles fósiles y nitrógeno) con una intensificación sustancial y sostenible de la productividad agrícola para garantizar la autosuficiencia y la seguridad alimentarias y luchar contra el hambre, la malnutrición y la pobreza utilizando tanto las tecnologías convencionales como la biotecnología.

La adopción de los cultivos biotecnológicos durante el período de 2010 a 2015, especialmente en los países en desarrollo que son socios del ISAAA, dependerá de tres factores fundamentales:

- la instauración y gestión efectiva de sistemas de regulación apropiados, responsables y eficaces;
- una firme voluntad política y apoyo financiero para impulsar el desarrollo y adopción de cultivos biotecnológicos que puedan contribuir a generar un suministro más seguro y asequible de alimentos, forraje y fibra; y
- una oferta continuada y ampliada de cultivos biotecnológicos capaces de satisfacer las necesidades prioritarias de la sociedad global, especialmente de los países en desarrollo de Asia, América Latina y África.

1. Sistemas de regulación responsables y eficaces

Existe una necesidad urgente de establecer sistemas de regulación adecuados y eficaces, que sean responsables y rigurosos, pero no onerosos, que puedan llevarse a la práctica con recursos modestos y asequibles para la mayoría de los países en desarrollo. Esta es la limitación más importante para la adopción de los cultivos biotecnológicos en la mayoría de los países en desarrollo. Debemos aprovechar todo el conocimiento y experiencia de 14 años de regulación para liberar a los países en desarrollo de la carga que impone una normativa innecesariamente compleja e imposible de poner en práctica para aprobar productos cuya desregulación puede costar más de un millón de dólares: esto queda fuera de las posibilidades de la mayoría de estos países. Los sistemas de regulación actuales se diseñaron hace casi 15 años para satisfacer las necesidades iniciales de los países industrializados ricos, que manejaban una nueva tecnología y que podían destinar a la regulación gran cantidad de recursos que los países en desarrollo no poseen. Con los conocimientos acumulados durante los catorce últimos años, ahora es posible diseñar sistemas de regulación apropiados, que sean responsables y rigurosos sin ser por ello onerosos, que requieran recursos modestos y al alcance de la mayoría de países en desarrollo. Esta debe ser la máxima prioridad.

2. Voluntad política, apoyo financiero y científico para el desarrollo, aprobación y adopción de cultivos biotecnológicos

Tras los máximos históricos que alcanzaron los precios de los alimentos en 2008 (que provocaron disturbios en más de 30 países en desarrollo y el derrocamiento del Gobierno en dos países, concretamente Haití y Madagascar), la comunidad internacional se dio cuenta de que existía un grave riesgo para la seguridad alimentaria y para la seguridad pública. En consecuencia, se ha observado un notable incremento de la voluntad política y del apoyo a los cultivos biotecnológicos en el grupo de donantes y por parte de la comunidad científica internacional y de los líderes de los países en desarrollo. Se ha producido un renacimiento y reconocimiento de la agricultura, con carácter general, por su función esencial de sostenimiento de la vida y, lo que es más importante, por su importancia vital para conseguir una sociedad global más justa y pacífica. Este incremento de la voluntad y el apoyo políticos queda de manifiesto en las siguientes citas de declaraciones realizadas por líderes mundiales, políticos, legisladores y miembros de la comunidad científica internacional entre 2008 y 2009. Ahora se trata de que primero prediquen con el ejemplo y después prediquen su ejemplo.

- En 2008, China aprobó una partida adicional de 3.500 millones de dólares para mejorar la tecnología agrícola en un plazo de doce años y el **Primer Ministro Wen Jiabao expresó el firme compromiso**

político de su país con la agrobiotecnología cuando, al dirigirse a la Academia China de Ciencias en junio, declaró que *«para resolver el problema alimentario, tenemos que recurrir a grandes medidas científicas y tecnológicas, tenemos que utilizar la biotecnología, tenemos que utilizar los cultivos genéticamente modificados»*. En octubre, Wen Jiabao reforzó su apoyo a los cultivos biotecnológicos con la siguiente declaración: *«Soy un firme defensor de la ingeniería transgénica. La reciente escasez mundial de alimentos me ha reafirmado en mi convicción»*. El Dr. Dafang Huang, antiguo Director del Instituto de Investigación Biotecnológica de la Academia China de Ciencias Agrarias (CAAS), llegó a la conclusión de que *«el arroz genéticamente modificado es la única solución para hacer frente a la creciente demanda de alimentos»* (Qiu, 2008). El compromiso de China con los cultivos biotecnológicos culminó con la decisión histórica de expedir certificados de seguridad biológica para el maíz y el arroz biotecnológicos el 27 de noviembre de 2009 (Crop Biotech Update, 2009).

- **El Dr. Manmohan Singh, Primer Ministro de la India.** En la inauguración del XCVII Congreso de Ciencias que se celebró en Thiruvanthapuram, Kerala, el 3 de enero de 2010, el Dr. Manmohan Singh alabó el clamoroso éxito del algodón Bt en la India y destacó la necesidad de avanzar en la biotecnología para mejorar el rendimiento de los principales cultivos del país. Su discurso tuvo una importancia especial porque este Congreso es el máximo referente de la ciencia y la tecnología en la India y se dedicó al tema de los «Retos científicos y tecnológicos del siglo XXI: perspectiva nacional». *«El desarrollo de la biotecnología nos ofrece la posibilidad de conseguir grandes mejoras de rendimiento en nuestros principales cultivos incrementando su resistencia a las plagas y al estrés por humedad. El algodón Bt ha tenido buena aceptación en el país y ha marcado la diferencia en la producción de algodón. La tecnología de modificaciones genéticas también alcanzará a los cultivos alimentarios, aunque su seguridad genere legítimas dudas. Es preciso darles la importancia que merecen y establecer una regulación de control adecuada, basada en criterios estrictamente científicos. Con estas reservas, debemos seguir todos los caminos posibles que nos ofrece la biotecnología para aumentar nuestra seguridad alimentaria ante el estrés climático que se avecina»* (Singh, 2009).
- **P. Chidambaram, antiguo Ministro de Economía de la India,** instó a emular el notable éxito del algodón Bt en el ámbito de los cultivos alimentarios, a fin de garantizar la autosuficiencia del país para satisfacer su necesidad de alimento. *«Es importante aplicar la biotecnología en la agricultura. Lo que se ha hecho con el algodón Bt debe hacerse con las gramíneas de valor alimentario»* (James, 2008).
- En septiembre de 2009, el órgano regulador de la India (GEAC) recomendó al Gobierno que **aprobase la comercialización del brinjal o berenjena Bt.** Este hecho es significativo porque la berenjena Bt es el primer cultivo biotecnológico alimentario que se recomienda autorizar en la India; en el momento de la entrada de este Sumario en imprenta, la autorización definitiva del Gobierno seguía pendiente. El 23 de noviembre de 2009, en respuesta a una pregunta sobre la «Introducción de la berenjena Bt» en la Rajya Sabha (Cámara Alta) del Parlamento indio, el **Ministro de Medio Ambiente y del Medio Forestal, Jairam Ramesh,** declaró que *«los resultados acumulados en más de 50 ensayos de campo destinados a evaluar la seguridad, la eficacia y las prestaciones agronómicas de la berenjena Bt demuestran que la proteína Cry1Ac incorporada a esta hortaliza ofrece una protección eficaz contra el barrenador del fruto y el brote, una importante plaga que afecta a este cultivo; esta protección reduce el consumo de pesticidas y aumenta el rendimiento comercial, con el consiguiente beneficio económico para agricultores y distribuidores»* (Ramesh, 2009).
- Acerca de la autorización otorgada por el GEAC a la berenjena Bt en septiembre de 2009, el **Ministro de Ciencia y Tecnología de la India, Prithviraj Chavan,** declaró que *«la principal ventaja de esta tecnología es que reduce la necesidad de aplicar sistemas de control químico de plagas y, por lo tanto, es más segura para el medio ambiente y para el consumo humano»*. Afirmó además estar

«seguro de que el desarrollo de la berenjena Bt, la primera hortaliza biotecnológica, es adecuado y oportuno». Y continuó diciendo que *«desde 1996 se producen cultivos Bt en todo el mundo sin que se hayan registrado efectos adversos para la salud»* (Chavan, P. 2009).

- La Comisión Europea ha declarado que *«los cultivos modificados genéticamente pueden desempeñar un importante papel para paliar los efectos de la crisis alimentaria»* (Adam, 2008).
- La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha resaltado la importancia que puede tener la agrobiotecnología para la salud pública por su potencial para producir alimentos más nutritivos y de menor potencial alergénico y para mejorar la eficiencia de los sistemas de producción (Tan, 2008).
- Los miembros del G-8 reunidos en Hokkaido (Japón) en julio de 2008 reconocieron por primera vez el importante papel que pueden desempeñar los cultivos biotecnológicos para garantizar la seguridad alimentaria. La declaración de los líderes del G-8 en relación con los cultivos biotecnológicos habla de *«acelerar la investigación y el desarrollo y aumentar el acceso a nuevas tecnologías para potenciar la producción agrícola; promoveremos un análisis de riesgos de base científica, inclusive sobre la contribución de las variedades de semillas desarrolladas por medio de la biotecnología»* (G-8, 2008).
- El 19 de julio de 2009, en una Declaración Conjunta sobre la Seguridad Alimentaria Global aprobada en L'Aquila (Italia), los miembros del G-8 acordaron destinar 20.000 millones de dólares en tres años *«para ayudar a los agricultores de los países más pobres a mejorar la producción de alimento y ayudar a los pobres a autoabastecerse de alimento».* La singularidad de esta decisión fue el renovado énfasis sobre el incremento de la productividad y la «autosuficiencia» por contraposición a la seguridad alimentaria (aunque no sean excluyentes) que se expresa en el siguiente proverbio: *«Si un hombre tiene hambre no le des un pez, enséñale a pescar».* La declaración del G-8 decía lo siguiente: *«Seguimos muy preocupados por la seguridad alimentaria global, por el efecto de la crisis económica y financiera mundial y por el repunte que sufrieron los precios de los alimentos el año pasado en los países menos capacitados para responder al incremento del hambre y la pobreza. Aunque los precios de los productos alimentarios han bajado desde entonces, siguen siendo elevados en términos históricos y volátiles (...) Existe una urgente necesidad de tomar medidas decididas para liberar a la humanidad del hambre y la pobreza. La seguridad alimentaria, la nutrición y la agricultura sostenible deben seguir siendo prioritarias en la agenda política. Son cuestiones que requieren un enfoque transversal e integrador, que implique a todas las partes interesadas a escala global, regional y nacional. Las medidas eficaces para garantizar la seguridad alimentaria deben ir unidas a medidas adaptativas y paliativas en relación con el cambio climático y a una gestión sostenible del agua, el suelo y otros recursos naturales, incluida la protección de la biodiversidad»* (G-8, 2009).
- Norman Borlaug, Premio Nobel de la Paz. El Comité del Premio Nobel de la Paz de 1970 llegó a la conclusión de que *Borlaug, «ha contribuido más que ninguna otra persona de su época a proporcionar alimento a un mundo hambriento. Hemos tomado esta decisión con la esperanza de que la lucha contra el hambre sirva también para llevar la paz al mundo (...). Ha ayudado a crear una nueva situación alimentaria en el planeta y ha transformado el pesimismo en optimismo en la dramática carrera entre la explosión demográfica y la producción de alimentos».* Norman Borlaug fue el defensor más creíble de los cultivos biotecnológicos o genéticamente modificados y de su capacidad para contribuir a la seguridad alimentaria global y a la lucha contra el hambre y la pobreza. Borlaug dijo que *«a lo largo de la última década, hemos asistido al éxito de la fitobiotecnología. Esta tecnología ayuda a los agricultores de todo el mundo a obtener mayores cosechas, al tiempo*

que reduce el consumo de pesticidas y la erosión del suelo. La biotecnología ha demostrado sus ventajas y su seguridad en países que acogen a más de la mitad de la población mundial. Lo que necesitamos es coraje por parte de los líderes de esos países, donde los agricultores siguen sin tener más opción que utilizar métodos más antiguos y menos eficaces. La Revolución Verde y ahora la fitobiotecnología contribuyen a satisfacer la creciente demanda de alimentos, al tiempo que conservan nuestro medio ambiente para las generaciones futuras» (James, 2008). Antes de su fallecimiento en septiembre de 2009, Norman Borlaug reclamó una segunda «Revolución Verde», en respuesta a la Ley de seguridad alimentaria de 2009 promovida por los senadores Richard Lugar y Robert Casey. *«La Revolución Verde todavía no se ha ganado», afirmó Borlaug. «Los países en desarrollo necesitan la ayuda de los científicos, investigadores y administradores agrícolas, entre otros, para encontrar formas de alimentar a unas poblaciones en permanente crecimiento (...). El mundo olvidado está integrado fundamentalmente por los países en desarrollo, donde la mayoría de sus habitantes —que constituyen más de la mitad de la población mundial— viven en condiciones de pobreza, con el hambre como compañía permanente (...). La Ley de Seguridad Alimentaria de 2009 puede ser el punto de partida de una segunda Revolución Verde que ayude a mejorar la agricultura y la seguridad alimentaria en los países en desarrollo»* (Borlaug, 2009).

- El 15 de octubre de 2009, Bill Gates, en su discurso de inauguración del Simposio del Premio Mundial de la Alimentación en Des Moines (Iowa, EE.UU.) expresó su apoyo a los cultivos biotecnológicos: *«En algunas de nuestras subvenciones, incluimos ensayos transgénicos porque creemos que pueden ayudar a resolver los problemas de los agricultores con más rapidez y eficiencia que el mejoramiento convencional por sí solo (...). Es responsabilidad de los gobiernos, de los agricultores y de los ciudadanos —apoyándose en el excelente trabajo de los científicos— elegir la vía más segura y mejor para abastecer de alimento a sus países (...). Nosotros tenemos las herramientas. Sabemos lo que hay que hacer. Podemos ser la generación que vea cumplirse el sueño del Dr. Borlaug: un mundo sin hambre»* (Gates, 2009).
- La FAO. Durante el Foro de Alto Nivel de 12 de octubre de 2009, el Director General de la FAO, Jacques Diouf, declaró que *«la agricultura no tiene más opción que aumentar su productividad»*, señalando que este incremento tendrá que basarse fundamentalmente en un mayor rendimiento y en una mayor intensidad de cultivo, y no en la explotación de más hectáreas. También manifestó que *«aunque la agricultura ecológica contribuye a la lucha contra el hambre y la pobreza y hay que promoverla, por sí sola no puede alimentar a una población en rápido crecimiento»* (Diouf, 2009).
- La Cumbre Mundial sobre Seguridad Alimentaria. El apoyo a la biotecnología fue una de las estrategias contempladas en la Declaración firmada por los Jefes de Estado y de Gobierno durante la Cumbre Mundial sobre Seguridad Alimentaria celebrada del 16 al 18 de noviembre de 2009 en Roma. *«Reconocemos que incrementar la productividad agrícola es el medio principal para satisfacer la creciente demanda de alimentos dadas las limitaciones relativas al aumento de la cantidad de tierra y agua usada para la producción alimentaria. Trataremos de movilizar los recursos necesarios para incrementar la productividad, incluso por medio del examen, la aprobación y la adopción de biotecnologías y otras tecnologías nuevas e innovaciones que sean seguras, eficaces y ambientalmente sostenibles»*. Esta afirmación es una de las estrategias contempladas para cumplir los objetivos marcados en el Principio 3 de la Declaración: Fomentar un planteamiento dual amplio de la seguridad alimentaria que comprenda: i) medidas directas destinadas a las personas más vulnerables para hacer frente inmediatamente al hambre y ii) programas sostenibles a medio y largo plazo sobre agricultura, seguridad alimentaria, nutrición y desarrollo rural a fin de eliminar las causas fundamentales del hambre y la pobreza, entre otros medios a través de la realización progresiva del derecho a una alimentación adecuada (Cumbre Mundial sobre Seguridad Alimentaria, 2009).

- En el Reino Unido, Hilary Benn, Secretario de Estado de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales (DEFRA), planteó que los cultivos genéticamente modificados podían ofrecer una solución para el cambio climático y para el crecimiento demográfico, cuando afirmó que *«el año pasado, cuando el alza del precio del petróleo y la sequía en Australia afectaron al precio del pan en el Reino Unido, ya vimos lo interdependientes que son todas estas cosas (...). Durante los próximos 40 o 50 años, tendremos otros dos mil millones y medio de bocas que alimentar, o quizá tres mil millones, y por eso quiero que la agricultura británica produzca la mayor cantidad de alimento posible»*. El Sr. Benn declaró al programa Radio 4 Today que los agricultores decidirían qué cultivar, pero que *«es importante investigar nuevas técnicas para descubrir los “hechos” de las mismas. Si los cultivos genéticamente modificados (GM) pueden ayudar, entonces se nos presenta la necesidad de tomar una decisión desde la sociedad y desde la comunidad internacional acerca de la conveniencia de utilizar o no esa tecnología, y cada vez es mayor el número de países que cultivan GM (...). Porque una cosa es segura: con el crecimiento demográfico, se van a necesitar muchos agricultores y mucha producción agrícola en los años venideros. Algunos cultivos genéticamente modificados podrían ser más resistentes a las sequías y utilizarse sin pesticidas para combatir el previsible incremento de las poblaciones de insectos a consecuencia del alza de las temperaturas»* (Waugh, 2009). El Dr. Robert Watson, Director Científico del Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales del Reino Unido (DEFRA) y Director de la Secretaría del controvertido informe IAASTD, declaró que *«los cultivos genéticamente modificados serán importantes para prevenir una hambruna masiva en todo el mundo a consecuencia del cambio climático y del rápido crecimiento de la población»* (Shields, R. 2009). El estudio de Alimentos para 2030 del Gobierno británico, publicado a principios de enero de 2010, llega a la conclusión de que Gran Bretaña debe aceptar los cultivos *genéticamente modificados* o hacer frente a una grave escasez de alimento en el futuro. Este informe ha recibido un apoyo inusualmente firme por parte del Gobierno, de los ministros y de importantes científicos y es coherente con las recomendaciones del reciente informe de fondo de la prestigiosa Royal Society británica, citado en el apartado siguiente. En su intervención ante la Conferencia Agrícola de Oxford, tras la publicación del informe de Alimentos para 2030, el Profesor John Beddington, Director Científico del Gobierno británico, declaró que *«los cultivos genéticamente modificados y la nanotecnología deben formar parte de la agricultura moderna (...). Necesitamos una revolución más verde, que mejore la producción y la eficiencia en la cadena alimentaria respetando las limitaciones ambientales y de otro tipo. Serán necesarias técnicas y tecnologías de diversas disciplinas: desde la biotecnología y la ingeniería hasta nuevos campos como la nanotecnología»* (Gray, 2009).
- The Royal Society, Reino Unido. En un informe de fondo publicado en octubre de 2009 con el título *«Recoger los beneficios: la ciencia y la intensificación sostenible de la agricultura»*, The Royal Society, la institución científica más prestigiosa del Reino Unido, recomendó que se financiase la investigación agrobiotecnológica con fondos públicos, a fin de intentar conseguir la intensificación sostenible de la agricultura. El informe recomienda que *«ante la magnitud del reto (que presenta la seguridad alimentaria), no cabe descartar ninguna tecnología y es posible que haya que emplear diferentes estrategias en diferentes regiones y circunstancias»* y llega a la conclusión de que la combinación de las aplicaciones convencionales y biotecnológicas haría posible que el norte de Europa se convirtiese en uno de los *«principales graneros del mundo»*. El Dr. John Beddington, Director Científico del Gobierno británico, ha apoyado la agrobiotecnología en el Reino Unido. Además, la Agencia de Normalización Alimentaria (FSA) tiene previsto iniciar un diálogo con los consumidores en relación con los cultivos genéticamente modificados. La política del Gobierno británico acerca de los cultivos biotecnológicos, establecida en 2009, señala que *«no hay argumentos científicos que justifiquen la prohibición total de cultivos GM en el Reino Unido, sino que las propuestas de aplicación de la modificación genética deben evaluarse caso por caso»* (Hills, 2009).

- **Consejo Pontificio Justicia y Paz.** Los miembros del Consejo Pontificio Justicia y Paz apoyan la biotecnología para luchar contra la pobreza y el hambre en África. En un Foro «Para una Revolución Verde en África», celebrado en Roma el 24 de septiembre de 2009, el arzobispo Giampaolo Grepaldi, antiguo secretario del Consejo Pontificio Justicia y Paz, declaró que *«el infradesarrollo y el hambre en África se deben en gran medida al empleo de métodos agrícolas obsoletos e inadecuados; es obligado poner a disposición de los agricultores africanos nuevas tecnologías que puedan estimular y sostener su actividad, incluidas las semillas mejoradas por medio de técnicas que intervengan en su composición genética»*. El Padre Gonzalo Miranda, profesor de bioética en la Universidad Pontificia Regina Apostolorum, patrocinadora del simposio, señaló que *«si los datos demuestran que la biotecnología puede ofrecer grandes ventajas para el desarrollo de África, es una obligación moral permitir que estos países realicen su propia experimentación»* (Foro Africano sobre Biotecnología, 2009).

3. ¿Se duplicarán todos los índices de adopción global de los cultivos biotecnológicos hasta 2015 —por país, por número de agricultores y por hectáreas— y habrá una oferta creciente de cultivos biotecnológicos adecuados para satisfacer las necesidades prioritarias?

Ante los impresionantes avances ya logrados en 2009 para la adopción de los cultivos biotecnológicos y las prometedoras perspectivas de futuro hasta 2015, existe un cauto optimismo de que pueda cumplirse la predicción realizada por el ISAAA en 2005 y lleguen a duplicarse las cifras de países biotecnológicos, agricultores biotecnológicos y hectáreas biotecnológicas entre 2006 y 2015 (de 20 a 40 países, de 10 a 20 millones de agricultores y de 100 a 200 millones de hectáreas).

En primer lugar, se estima que, entre 2010 y 2015, un mínimo de 15 países plantarán cultivos biotecnológicos por primera vez, de modo que el número total de países agrobiotecnológicos será de 40 en 2015, lo que se corresponde con la estimación realizada por el ISAAA en 2005. Entre estos nuevos países puede haber tres o cuatro de Asia, tres o cuatro de África Oriental y Meridional, tres o cuatro de África Occidental y uno o dos de África del Norte y Oriente Próximo. En América Latina/Central y el Caribe, ya son diez los países que comercializan cultivos biotecnológicos, de modo que hay menos opciones de expansión, pero existe la posibilidad de que dos o tres países de esta región planten cultivos biotecnológicos por primera vez en el horizonte de 2015. En Europa Oriental, es posible que se incorporen hasta seis nuevos países biotecnológicos, incluida Rusia, que tiene una patata modificada genéticamente en fase avanzada de desarrollo que también podría encontrar acomodo en otros países de la región. Europa Occidental es más difícil de predecir porque los problemas de los cultivos biotecnológicos en Europa no tienen que ver con cuestiones científicas y tecnológicas, sino con la política, y están influenciados por los puntos de vista ideológicos de grupos activistas.

En segundo lugar, es probable que el número de agricultores biotecnológicos alcance —e incluso supere— la cifra estimada de 20 millones en 2015 (ya son 14 millones en 2009), suponiendo que, con toda probabilidad, se hagan realidad los siguientes acontecimientos: que China comience a producir —en un plazo de 2 o 3 años— arroz biotecnológico (110 millones de familias arroceras) y maíz biotecnológico (100 millones de familias maiceras), con la posibilidad de que le sigan otros países asiáticos cuando se comercialicen en China estos cultivos, los más importantes del mundo para consumo alimentario y forrajero; que se optimice el algodón Bt en la India y se introduzca la berenjena Bt en la India, Filipinas y Bangladesh; que se produzca una importante expansión de la soja, el maíz y el algodón biotecnológicos en Brasil; que se produzca la expansión del algodón Bt en Burkina Faso y del maíz Bt en Egipto, con la posibilidad de que haya un despliegue adicional en otros países africanos; que se adopte el arroz dorado en Filipinas y Bangladesh, seguidos de la India y después Indonesia y Vietnam antes de 2015; y que se incorporen nuevos países biotecnológicos como Pakistán, donde hay gran cantidad de pequeños agricultores que contribuirían a alcanzar la cifra global total de 20 millones para 2015.

En tercer lugar, la ventaja comparativa que ofrecen los cultivos biotecnológicos para producir alimentos más asequibles y de mejor calidad que garanticen un suministro seguro y fiable de alimento, forraje y fibra en todo el mundo promete duplicar la superficie agrobiotecnológica hasta los 200 millones de hectáreas en 2015. Existe un considerable potencial de incremento del índice de adopción de los cuatro cultivos biotecnológicos que más superficie ocupan en la actualidad (maíz, soja, algodón y colza), así como de nuevos cultivos y eventos biotecnológicos como el arroz Bt, el arroz dorado, la caña de azúcar y las patatas biotecnológicas, que probablemente se presentarán antes de 2015. Los cuatro cultivos biotecnológicos principales ocupaban 134 millones de hectáreas en 2009, frente a una superficie potencial total de 312 millones de hectáreas; quedan pues 175 millones de hectáreas que podrían convertirse en biotecnológicas, una cifra muy importante de por sí. Tomando el maíz a modo de ejemplo, tan sólo una cuarta parte de los 158 millones de hectáreas del mundo se han beneficiado del cultivo biotecnológico hasta la fecha, de manera que quedan tres cuartas partes de potencial agrobiotecnológico equivalentes a casi 120 millones de hectáreas. Mientras Estados Unidos —el mayor productor de maíz del mundo— ya planta maíz biotecnológico en el 85 % de sus 35 millones de hectáreas, China —el segundo productor mundial— acaba de autorizar su primer maíz biotecnológico, con un potencial de 30 millones de hectáreas para el maíz con fitasa y otros eventos. Brasil —el tercer productor mundial de maíz con 13 millones de hectáreas— ya ha agilizado la plantación de 5 millones de hectáreas de maíz biotecnológico en 2009 —una cifra récord en su segunda temporada de comercialización— y es probable que aumente notablemente su superficie en 2010. Tanto la India (cuarto productor con 8 millones de hectáreas) como México (quinto, con 7 millones) iniciaron ensayos de campo de maíz biotecnológico en 2009, a fin de valorar sus beneficios, que pueden ser importantes. En el conjunto de Asia sólo hay medio millón de hectáreas de maíz biotecnológico (tan sólo en Filipinas) de un total de 50 millones de hectáreas. Del mismo modo, África tiene menos de 2 millones de hectáreas de maíz Bt, de un total de 28 millones de hectáreas (sólo Sudáfrica y Egipto lo plantan). Incluso en Sudamérica, una región donde existen elevados índices de adopción de los cultivos biotecnológicos, no hay más que 7 millones de hectáreas de maíz transgénico, cuando la cifra total es de 20 millones de hectáreas. Este análisis global del maíz deja bien a las claras que, incluso con la actual cartera de eventos, existe un importante potencial de incremento de la adopción del maíz biotecnológico a corto, medio y largo plazo.

El arroz biotecnológico como cultivo y la tolerancia a la sequía como evento se consideran fundamentales para catalizar una mayor adopción de la agrobiotecnología en el mundo. Los cultivos biotecnológicos de primera generación consiguieron incrementos significativos del rendimiento y la producción evitando las pérdidas provocadas por plagas, malezas y enfermedades, pero los cultivos biotecnológicos de segunda generación ofrecerán a los agricultores nuevos incentivos para seguir aumentando el rendimiento intrínseco. La soja RReady2Yield™, lanzada en 2009, fue el primero de una larga serie de productos de segunda generación potenciadores del rendimiento. También es probable que se diversifique la panoplia de eventos de calidad con el lanzamiento del arroz dorado, la soja omega-3 o el maíz con alto contenido en lisina, incrementándose al mismo tiempo el número de eventos de productividad. Aparecerán varios eventos nuevos, y sus combinaciones, que ocuparán superficies pequeñas, medianas y grandes en todo el mundo y que incorporarán eventos agronómicos y de calidad, simples y apilados. En los apartados siguientes se pasa revista a una selección de ejemplos de los principales nuevos cultivos y eventos biotecnológicos que pueden lanzarse a corto plazo.

China autoriza el arroz y el maíz biotecnológicos

En noviembre de 2009, China completó el proceso de autorización de una terna de cultivos biotecnológicos de fibra (el algodón Bt ya autorizado en 1997), forraje (maíz con fitasa) y alimento (arroz Bt). El Informe del ISAAA de 2008 pronosticaba que **«una nueva ola de adopción de cultivos biotecnológicos se está integrando con la primera ola, con un fuerte y constante crecimiento de la superficie agrobiotecnológica global»**. Esta predicción comenzó a hacerse realidad el 27 de noviembre de 2009, cuando el Ministerio de Agricultura de China (MdA) expidió tres certificados de seguridad biológica (Crop Biotech Update, 2009). Dos de estos certificados fueron para el arroz biotecnológico: una línea restauradora (Huahui-1 Bt) y una línea híbrida (Shanyou

Shanyou-63 Bt), ambas con expresión de genes *cry1Ab/cry1Ac* y desarrolladas en la Universidad Agrícola de Huazhong. La autorización del arroz Bt es sumamente importante, porque el arroz es el cultivo alimentario más importante del mundo, es el sustento de la mitad de la humanidad y el alimento básico de los pobres. El tercer certificado fue para el maíz con fitasa, un hecho igualmente importante porque el maíz es el cultivo forrajero más importante del mundo. El maíz con fitasa fue desarrollado por la Academia China de Ciencias Agrícolas (CAAS) y la licencia se otorgó a la empresa Origin Agritech Limited tras 7 años de estudio en la CAAS. **Estos tres certificados de autorización tienen implicaciones trascendentales para los cultivos biotecnológicos en China, en Asia y en todo el mundo.** Es importante señalar que el MdA realizó un estudio minucioso de diligencia debida para expedir estos tres certificados que harán posible la comercialización plena en un plazo de 2 ó 3 años, pendiente de que finalicen los ensayos de campo estándar del proceso de registro que se aplica a todos los nuevos cultivos, convencionales y biotecnológicos. Hay que destacar que China ha completado ya la autorización de esta terna de principales cultivos biotecnológicos siguiendo una cronología lógica: primero fue la FIBRA (algodón), después el FORRAJE (maíz) y por último el ALIMENTO (arroz). Los beneficios potenciales de estos 3 cultivos para China son enormes y se explican a continuación de forma resumida:

- **El algodón Bt.** China planta algodón Bt desde 1997 y más de 7 millones de pequeños agricultores chinos disfrutan ya de un incremento de renta del orden de 220 dólares por hectárea (equivalente a 1.000 millones de dólares anuales a nivel nacional) gracias a un incremento de rendimiento del 10 % y una reducción del consumo de insecticidas del 60 %, factores ambos que contribuyen a aumentar la sostenibilidad de la agricultura y la prosperidad de los pequeños agricultores pobres. China es el mayor productor de algodón del mundo y en 2009 plantó algodón Bt en el 68 % de sus 5,4 millones de hectáreas.
- **El arroz Bt** puede generar unos beneficios anuales de 4.000 millones de dólares gracias a un incremento de rendimiento del 8 % y a una reducción del consumo de insecticidas del 80 %, que equivalen a 17 kg por hectárea en el cultivo del alimento básico de China, el arroz, que ocupa 30 millones de hectáreas (Huang et al., 2005). Se calcula que el 75 % del arroz de China está infestado con la plaga del barrenador del arroz, que es controlada por el arroz Bt. China es el mayor productor de arroz del mundo (178 millones de toneladas de arroz cáscara), con 110 millones de familias arroceras (que, a razón de 4 miembros por familia, hacen un total de 440 millones de personas) que podrían beneficiarse directamente de esta tecnología, así como los 1.300 millones de consumidores de arroz del país. El arroz Bt aumentará la productividad de arroz y ofrece un producto más asequible en el preciso momento en que China necesita nuevas tecnologías para mantener su autosuficiencia e incrementar la producción de alimento para superar la sequía, la salinidad, las plagas y otros factores limitadores del rendimiento asociados con el cambio climático y el descenso de los niveles freáticos.
- **El maíz con fitasa.** China es el segundo productor de maíz del mundo (30 millones de hectáreas cultivadas por 100 millones de familias), por detrás de EE.UU.; principalmente se utiliza como forraje. Conseguir la autosuficiencia en la producción de maíz y satisfacer el incremento de la demanda de carne en una China más próspera representa un reto enorme. Por ejemplo, la cabaña porcina china, que es la mayor del mundo, se ha multiplicado por 100 en poco más de 30 años, pasando de los 5 millones de cabezas de 1968 a los más de 500 millones actuales. El maíz con fitasa permite a los cerdos digerir más fósforo, lo cual acelera el crecimiento e incrementa la eficiencia de la producción cárnica, y reduce además la contaminación por fosfatos generada por el vertido de residuos animales al suelo y a grandes masas de agua de superficie y acuíferos. El maíz se utiliza también como forraje para la enorme cantidad de especies avícolas domesticadas que hay en China: 13.000 millones de pollos, patos y otras aves, frente a los 12,3 millones de 1968. El maíz con fitasa permitirá que los productores de forrajes no tengan que comprar fitasa, con lo cual se reducirán los costes de material y mano de obra y se facilitará el proceso productivo. La autorización de este producto es importante porque China es el segundo productor mundial de maíz, con 30 millones de hectáreas (Estados Unidos es el primero con 35 millones). Con el rápido aumento de

la riqueza en China, se consume más carne y se necesita más forraje, cuya materia prima principal es el maíz. China importa 5 millones de toneladas anuales de maíz, con un coste en divisa extranjera superior a los 1.000 millones de dólares. El maíz con fitasa es el primer cultivo forrajero biotecnológico aprobado en China. El único país asiático que ha aprobado y ya cultiva maíz biotecnológico es Filipinas, que comenzó a producirlo en 2003; en 2009, Filipinas contaba con medio millón de hectáreas dedicadas a la producción de maíz Bt, maíz tolerante a herbicidas (HT) y productos Bt/HT apilados.

El algodón Bt, el arroz Bt y el maíz con fitasa (a destacar que todos ellos son cultivos desarrollados por instituciones públicas chinas) también ofrecen beneficios similares a otros países en desarrollo, especialmente en Asia (pero también en otras partes del mundo), cuya producción agraria sufre limitaciones muy parecidas. Asia cultiva y consume el 90 % de la producción de los 150 millones de hectáreas de arroz del mundo y el arroz Bt puede tener un enorme impacto en este continente. El arroz Bt no sólo puede contribuir a incrementar la productividad, sino que puede ser de gran ayuda en la lucha contra la pobreza de los pequeños agricultores, que son el 50 % de los pobres del mundo: hay unos 250 millones de familias arroceras pobres en todo el mundo, de manera que, a razón de cuatro miembros por familia, son mil millones de pobres que podrían beneficiarse directamente del arroz Bt en Asia. Del mismo modo, hay unos 50 millones de hectáreas de maíz en Asia que podrían beneficiarse del cultivo de maíz biotecnológico. Sólo en China, hay 100 millones de familias maiceras pobres que alcanzan los 400 millones de personas. La posición de liderazgo mundial en la que se sitúa China con la autorización del arroz y el maíz biotecnológicos podría ser una influencia positiva para la aceptación de los cultivos alimentarios y forrajeros biotecnológicos en Asia y en todo el mundo, sobre todo en los países en desarrollo. La autorización de los cultivos alimentarios y forrajeros más importantes del mundo ofrece a China nuevas y potentes herramientas para mantener la autosuficiencia en la producción de arroz y conseguirla con el maíz. China puede servir de modelo a otros países en desarrollo, especialmente en Asia. Esto podría tener importantes implicaciones para favorecer:

- un proceso más ágil y eficiente de autorización de los cultivos biotecnológicos en los países en desarrollo;
- nuevos modos de transferencia y puesta en común de tecnologías Sur-Sur, incluidas las asociaciones dentro del sector público y entre el sector público y el privado;
- un comercio internacional de arroz más ordenado y con menor probabilidad de que se repitan alzas de los precios como las que ocurrieron en 2008 y que fueron devastadoras para los pobres; y
- una mayor autoridad y responsabilidad para los países en desarrollo a fin de optimizar su «autosuficiencia» y ofrecerles un incentivo mayor para que se comprometan a cumplir su parte de los Objetivos de Desarrollo del Milenio de 2015.

Por último, el arroz Bt y el maíz con fitasa son sólo los primeros de los numerosos eventos agronómicos y de calidad que se integrarán en unos cultivos biotecnológicos mejorados, de rendimiento y calidad notablemente incrementados, que pueden contribuir a duplicar la producción de alimentos, forraje y fibra utilizando menos recursos, especialmente agua, combustibles fósiles y nitrógeno, en el horizonte de 2050. La autorización china del primer gran cultivo alimentario biotecnológico, el arroz Bt, puede ser un catalizador único para que los sectores público y privado de los países en desarrollo y de los países industrializados colaboren en una iniciativa global para alcanzar el noble objetivo de conseguir «alimentos para todos y autosuficiencia alimentaria» en una sociedad más justa. La expedición de los tres certificados de seguridad biológica para el arroz y el maíz refleja la clara intención de China de predicar con el ejemplo y de autorizar la comercialización de sus cultivos de fibra, forraje y alimento de producción nacional (la papaya biotecnológica se cultiva comercialmente en China desde la temporada de 2006-2007). Los cultivos biotecnológicos ofrecen a China notables beneficios económicos y ambientales y quizá sea todavía más importante el hecho de que permiten al país no depender tanto de terceros para su abastecimiento de alimento, forraje y fibra: una cuestión estratégica para China.

SmartStax™

En julio de 2009, un nuevo producto de maíz biotecnológico denominado «SmartStax™» fue inscrito en el registro de la Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos (EPA) y autorizado por la Agencia de Inspección Alimentaria de Canadá (CFIA) (PRNewswire, 2009). El maíz SmartStax™ es producto de un acuerdo de licencia recíproca y colaboración en investigación y desarrollo firmado en 2007 entre Monsanto y Dow AgroSciences. El SmartStax™ —un producto multievento basado en un total de 8 genes— es el cultivo biotecnológico de eventos apilados más avanzado que se ha autorizado hasta la fecha y está diseñado para proporcionar el máximo control de plagas de insectos en el maíz (tanto de superficie como subterráneos), además de tolerancia a herbicidas para el control de malezas.

SmartStax™ es una pila cuádruple de productos aprobados de los siguientes eventos: MON 89034 x TC1507 x MON 88017 x DAS-59122-7.

- 1) MON 89034 expresa las proteínas Cry2Ab y Cry1A.105 que son complementarias para el control de las plagas de lepidópteros;
- 2) TC1507 expresa la proteína Cry1F de control de lepidópteros y la proteína BAR de tolerancia al glufosinato;
- 3) MON 88017 expresa la proteína Cry3Bb1 de control del gusano de la raíz del maíz (*Diabrotica virgifera*) y la proteína CP4 de tolerancia al glifosato;
- 4) DAS-59122-7 expresa una proteína binaria Cry34/35Ab1 de control del gusano de la raíz del maíz (*Diabrotica virgifera*) y la proteína BAR de tolerancia al glufosinato.

En total, hay 8 genes (*cry2Ab*, *cry1A.105*, *cry1F*, *cry3Bb1*, *cry34*, *cry35Ab1*, *cp4*, y *bar*) que codifican los tres eventos siguientes: control de insectos de superficie, control de insectos subterráneos y tolerancia a herbicidas. Para comodidad del lector, el apartado siguiente detalla los productos comerciales utilizados en el desarrollo del maíz SmartStax.

- **El control de insectos de superficie** como el gusano del grano del maíz (*Helicoverpa zea*), el barrenador europeo del maíz (*Ostrinia nubilalis*), el barrenador del maíz del suroeste (*Diatraea grandiosella*), el barrenador de la caña de azúcar (*Diatraea saccharalis*), la oruga cogollera (*Spodoptera frugiperda*), la oruga cortadora del grano occidental (*Richia albicosta*) y la oruga cortadora negra (*Agrotis ipsilon*) se consigue con la tecnología HERCULEX® I Insect Protection de Dow AgroSciences y con el VT PRO™ de Monsanto, un producto de control de lepidópteros de dos genes incorporado en Genuity™ Triple PRO™.
- **El control de insectos subterráneos** como los gusanos de la raíz del maíz occidental (*Diabrotica virgifera virgifera*), septentrional (*Diabrotica barberi*) y mexicano (*Diabrotica virgifera zea*) se consigue con la integración de la tecnología YieldGard VT Rootworm/RR2 de Monsanto y la tecnología HERCULEX® RW Insect Protection de Dow AgroSciences.
- **El control de malezas y hierbas de amplio espectro** se obtiene combinando la tecnología Roundup Ready®2 de Monsanto con la tolerancia a herbicidas Liberty Link® de Bayer CropScience.

Está documentado que SmartStax™ protege contra una amplísima variedad de plagas de insectos con el máximo grado de control disponible hasta la fecha. Los múltiples mecanismos de resistencia a insectos incorporados en SmartStax™ reducen notablemente la probabilidad de que los insectos desarrollen resistencias. Esta mayor durabilidad de las propiedades de resistencia a insectos permitió a la EPA y a la CFIA reducir la aplicación obligatoria de la técnica de refugio con SmartStax™ del 20 % al 5 % en el Cinturón Maicero de Estados Unidos y en Canadá,

y del 50 % al 20 % en el Cinturón Algodonero de Estados Unidos. La aplicación del 5 % de refugio permitirá a los agricultores aumentar el rendimiento de su explotación entre un 5 % y un 10 %. De este modo, los agricultores incrementarán su productividad gracias a la mayor protección contra plagas y a la reducción del refugio.

En el momento de redactarse el presente informe, se estaba preparando el lanzamiento del producto en Estados Unidos y Canadá para 2010 en una superficie de entre un millón y millón y medio de hectáreas, en lo que sería el mayor lanzamiento jamás realizado en el primer año de comercialización de un cultivo biotecnológico. También se intenta obtener la autorización de los organismos reguladores de algunos países para importar SmartStax™ antes de que comience la temporada de plantación norteamericana de 2010, a fin de que pueda comercializarse en la temporada de cosecha de este año.

El brinjal o berenjena Bt en la India

En la India, la berenjena es la «Reina de las hortalizas». Es un ingrediente fundamental de la dieta vegetal y es el preferido por los vegetarianos para muchos platos. La India es el segundo productor mundial de berenjena, por detrás de China. Hay 1.400.000 pequeños agricultores pobres que producen berenjena en 550.000 hectáreas. Es un importante cultivo comercial para los agricultores pobres, que obtienen de su venta una renta estable durante la mayor parte del año. Sin embargo, la berenjena sufre el ataque de numerosas plagas de insectos y enfermedades que causan pérdidas importantes, que pueden alcanzar hasta el 60 % o 70 % de las plantaciones comerciales. En consecuencia, el cultivo de berenjena requiere la aplicación de grandes cantidades de insecticida. Se espera que la berenjena Bt —que ha sido desarrollado conjuntamente por instituciones indias públicas y privadas— reduzca hasta un 80 % las aplicaciones de insecticidas para controlar los barrenadores del fruto y del brote, lo cual supondría una reducción del 42 % de la aplicación total de los pesticidas que se utilizan normalmente para controlar todas las plagas de la berenjena. El rendimiento comercial de la berenjena Bt es un 33 % mayor que el de sus equivalentes no Bt y un 45 % mayor que el del híbrido nacional de control. En consecuencia, se estima que los agricultores indios de berenjena obtendrán un importante beneficio neto de 1.539 dólares por hectárea en comparación con los equivalentes no Bt y de 1.895 dólares por hectárea en comparación con el control nacional, incluida una reducción neta del coste medio de las aplicaciones de insecticida de 115 dólares por hectárea (según los umbrales económicos). A nivel nacional, la berenjena Bt reportaría un beneficio neto de 411 millones de dólares anuales a los productores de hortalizas.

El brinjal o berenjena Bt ha sido generosamente donado por su diseñador, la empresa Mahyco, a las instituciones públicas de India, Bangladesh y Filipinas para que lo utilicen en variedades de polinización abierta a fin de satisfacer las necesidades específicas de los pequeños agricultores pobres de estos países. Actualmente, hay 8 híbridos de berenjena Bt y 10 variedades de polinización abierta (VPA) de berenjena Bt en espera de obtener autorización comercial en la India.

Los organismos reguladores de la India han sometido a la berenjena Bt a ensayos muy rigurosos desde el año 2000. En octubre de 2009, el Comité de Aprobación de Ingeniería Genética de la India (GEAC) tomó la decisión histórica de recomendar el lanzamiento comercial de la berenjena Bt, que está pendiente de la autorización final del Gobierno indio.

El arroz dorado

El arroz es el cereal que ofrece mayor rendimiento energético y alimentario, pero carece de aminoácidos y vitaminas esenciales para el normal funcionamiento del organismo. Carece de betacaroteno, el precursor de la vitamina A necesario para la vista y la diferenciación celular, para el desarrollo embrionario de los mamíferos y para el funcionamiento del sistema inmune y de las membranas mucosas. La deficiencia de vitamina A (DVA) es un problema nutricional en los países en desarrollo, donde aflige a 127 millones de personas y al 25 % de los niños

en edad preescolar. Cada año pierden la vista entre 250.000 y 500.000 personas (el 67 % de las cuales fallecen en el plazo de un mes) y mueren 2,2 millones de niños (una media de 6.000 muertes diarias). Esto es inaceptable cuando existe un posible remedio que se podría administrar hoy mismo: se trata pues de un dilema moral. La FAO lleva a cabo programas de suplementación con vitamina A en los países en desarrollo, pero son muy caros (cuestan unos 500 millones de dólares anuales), no son sostenibles y no alcanzan a zonas remotas. Unos 3.000 millones de personas (aproximadamente la mitad de la población mundial) dependen del arroz para su ingesta calórica y muchas no pueden permitirse otros alimentos que contienen vitamina A o suplementos. El arroz dorado es un práctico remedio biotecnológico que ofrece una protección rentable y eficiente contra la DVA.

En 1984, el Dr. Peter Jennings, científico dedicado al mejoramiento del arroz en el IRRI, concibió el arroz dorado porque quería paliar la deficiencia en vitamina A de las poblaciones consumidoras de arroz. La Fundación Rockefeller financió un programa de investigación valorado en un millón de dólares a lo largo de 8 años, dirigido por el Profesor Ingo Potrykus y el Dr. Peter Beyer. Con el apoyo de la Fundación Rockefeller, Potrykus y Beyer encontraron la vía y los posibles genes y llevaron a cabo la transformación necesaria para desarrollar el primer arroz modificado genéticamente que producía betacaroteno. El proyecto se desarrolló en colaboración entre el sector público y el privado y contó con la intervención de Bayer, Mogen, Monsanto, Novartis y Zeneca, además de una empresa japonesa que permanece en el anonimato; estas empresas donaron las licencias tecnológicas necesarias en las primeras fases del proyecto. En el año 2000, se desarrolló el primer arroz dorado basado en la variedad Taipei 309 (japónica), con dos transgenes de narciso y uno de una bacteria. El contenido de betacaroteno era bajo, de entre 1,6 y 1,8 g/g, pero demostraba la funcionalidad de los genes en el arroz. Con el gen bacteriano y un cambio en el promotor de un gen del narciso, Syngenta desarrolló la variedad de javánica Cocodrie, que contenía de 6 a 8 g/g de betacaroteno. Esta línea se denominó Arroz Dorado 1 y fue donada por Syngenta en 2004 al Consejo Humanitario del Arroz Dorado. Este Consejo supervisa la orientación de la investigación del arroz dorado y el despliegue de estas líneas en la red formada por el Instituto Internacional de Investigación del Arroz (IRRI) y el Instituto de Investigación del Arroz de Filipinas (PhilRice); el Instituto de Investigación del Arroz del Delta del Cuu Long en Vietnam; el Departamento de Biotecnología de la India, la Dirección de Investigación del Arroz, el Instituto Indio de Investigación Agrícola, la Universidad de Delhi, la Universidad Agrícola de Tamil Nadu, la Universidad Agrícola de Patnagar y la Universidad de Agronomía de Bangalore; el Instituto de Investigación del Arroz de Bangladesh; la Universidad Agrícola de Huazhong, la Academia China de Ciencias y la Academia de Agronomía de Yunnan en China; la Agencia de Investigación y Desarrollo Agrícola en Indonesia; y la Universidad Albert-Ludwigs de Friburgo, en Alemania (<http://www.goldenrice.org>).

En 2002, Syngenta desarrolló el Arroz Dorado 2 sobre la variedad arroz Kaybonnet (javánica), que incorporaba transgenes de maíz y bacterianos que producían hasta 36,7 g/g de betacaroteno, más del cuádruple que el Arroz Dorado 1. Las líneas de Arroz Dorado 2 fueron donadas por su diseñador al Consejo Humanitario. En 2005, la Fundación Bill y Melinda Gates facilitó financiación al Dr. Peter Beyer de la Universidad Albert Ludwigs de Friburgo (Alemania) para llevar a cabo un proyecto de colaboración sobre «Ingeniería del arroz para obtener un alto contenido en betacaroteno, vitamina E, proteína y una mayor biodisponibilidad de hierro y zinc». Entre los colaboradores estaban PhilRice, el IRRI, la Universidad del Estado de Michigan, la Facultad de Medicina de Baylor, el Instituto de Investigación del Arroz del Delta de Cuu Long y la Universidad China de Hong Kong. El Arroz Dorado 1, que se había distribuido inicialmente a los países de la red del arroz dorado, fue sustituido por el Arroz Dorado 2 en marzo de 2009.

Se desarrollaron hasta seis eventos de Arroz Dorado 2 sobre la base de la variedad americana de arroz Kaybonnet de grano largo (Paine, 2005). Un paso clave fue la selección de un único evento para someter al proceso de aprobación legal y comercialización. El evento seleccionado fue el GR2G, con una única copia que producía hasta 25 g/g de betacaroteno, 3 o 4 veces más que el evento GR1 (8 g/g). El evento se seleccionó por varios criterios, que colectivamente satisfacerían la necesidad de betacaroteno de un niño de 1 a 3 años con un consumo de 100 g de arroz (Barry, 2009; Virk y Barry, 2009). El siguiente paso era decidir los países donde se introgesa-

ría el evento GR2G en las variedades de arroz más prometedoras y populares en zonas afectadas por la DVA. Se determinó que Filipinas, la India, Bangladesh, Vietnam e Indonesia serían los países donde el GR2G sería el único evento en pasar por el proceso de autorización reglamentaria y ser finalmente liberado (Zeigler, 2009). Se estima que el arroz dorado se lanzará en Filipinas y Bangladesh en 2012, y posteriormente en la India, Indonesia y Vietnam. Las variedades a introgresar con el evento GR2G en los países respectivos se eligieron por su popularidad y aceptabilidad en las regiones con deficiencia de vitamina A. Estas variedades populares sometidas a introgresión con GR2G se están desarrollando en las respectivas instituciones nacionales en estrecha colaboración con el Instituto Internacional de Investigación del Arroz (IRRI), bajo la supervisión del Consejo Humanitario del Arroz Dorado. A continuación se reseñan las variedades de GR2G que tienen los productos más avanzados en tres de estos países.

En Filipinas, el Instituto de Investigación del Arroz de Filipinas (PhilRice) está modificando **la popular variedad de arroz PSB Rc-82** con el evento GR2G. Se estima que la variedad PSB Rc-82 ocupa el 13 % de los 4,2 millones de hectáreas que se destinan al cultivo del arroz en Filipinas, tanto en la estación húmeda como en la seca, que equivale aproximadamente a medio millón de hectáreas.

En Bangladesh, el evento GR2G se está introgresando en la variedad de arroz Boro **BR-29** (la más importante del país) y la introgresión corre a cargo del Instituto de Investigación del Arroz de Bangladesh (BIRRI). El BR-29 ocupa 2,8 millones de hectáreas, que son el 28 % de los 10 millones de hectáreas arroceras del país.

En la India, se están modificando **3 populares variedades de arroz —Swarna, MTU-1010 y ADT-43—** con el evento GR2G: Swarna es una variedad muy popular en Bihar, Uttar Pradesh Oriental, Bengala Occidental, Orissa y Andhra Pradesh y es cultivada por pequeños agricultores en unos 3 millones de hectáreas. El Instituto Indio de Investigación Agrícola (IARI) está desarrollando la variedad Swarna GR2G. La variedad MTU-1010, también conocida por el nombre de Cotton Dora Sannalu, es muy popular en Andhra Pradesh y sus alrededores y existen alrededor de 800.000 hectáreas. La Dirección de Investigación del Arroz (DRR) de Hyderabad se encarga del desarrollo de la variedad GR—MTU-1010.

En esta fase tan temprana, previa a la aprobación y a la primera liberación prevista para 2012, resulta difícil pronosticar un escenario de adopción, porque es probable que ésta se produzca gradualmente en diferentes regiones de cada uno de los tres países. Es posible que se inicie en las Filipinas y continúe en Bangladesh y la India. En esta primera fase puede ser útil realizar una proyección de la máxima superficie potencial donde cada uno de los tres países podría plantar las variedades de arroz dorado actualmente en desarrollo. En Filipinas, la superficie actual ocupada por el PSB Rc-82 sirve de base para estimar el potencial máximo en medio millón de hectáreas. Del mismo modo, la superficie actual ocupada por el BR-29 en Bangladesh permite estimar el potencial máximo en unos 2,8 millones de hectáreas. En el caso de la India, el potencial máximo es de unos 4 millones de hectáreas, de acuerdo con la superficie actualmente ocupada por las variedades Swarna (3 M ha), MTU-1010 (0,8 M ha) y ADT-43 (0,2 M ha). Por lo tanto, entre los tres países —Filipinas, Bangladesh y la India— suman una superficie máxima potencial de entre 7 y 7,5 millones de hectáreas que podrían estar ocupadas por variedades de arroz dorado a partir de 2012. Esta proyección no pretende ser una estimación precisa, sino dar al lector una idea del orden de magnitud de la superficie que podría destinarse a la producción de arroz dorado a partir de 2012, si el proceso de autorización sigue su curso normalmente. Algunos análisis previos del impacto económico que podría tener el arroz dorado estiman que su consumo añadiría entre 4.000 y 18.000 millones de dólares al anuales al PIB de los países asiáticos a largo plazo (UNICEF, 2007).

El proyecto del arroz dorado es único en muchos sentidos, ya que en él colaboran diversas instituciones y particulares que comparten el objetivo común de evitar la muerte y la miseria de unos 127 millones de personas —niños y adultos— afectadas de DVA en todo el mundo, sobre todo en Asia. Este proyecto cuenta con el apoyo de las comunidades de donantes y de las organizaciones dedicadas al desarrollo internacional, del sector público y del

sector privado, así como con el compromiso de los gobiernos asiáticos, que han puesto en marcha las políticas y la asistencia tecnológica necesarias para remediar la catástrofe humanitaria provocada por la DVA, que mata a 6.000 niños indefensos cada día (Barry, 2009).

Si la DVA afecta al 33 % de la población del Sureste Asiático, la deficiencia de hierro (anemia) y la deficiencia de zinc afectan al 57 % y al 71 % respectivamente. Actualmente se está cruzando germoplasma de arroz que incorpora el evento GR2G con líneas de arroz que poseen un alto contenido en zinc y hierro para potenciar estos tres beneficios. PhilRice también trata de potenciar 3 eventos: el GR2G y la resistencia a las enfermedades provocadas por el virus del tungro y la mancha foliar bacteriana del arroz.

Tolerancia a la sequía: está previsto el despliegue de un maíz tolerante a la sequía en Estados Unidos en 2012 y en el África subsahariana en 2017; panorámica global de la sequía en 2009.

Se dice que «el agua es vida» y sin duda es un recurso importante y precioso. La agricultura consume actualmente más del 70 % del agua dulce del planeta (el 86 % en los países en desarrollo). Los niveles freáticos descienden con rapidez en países como China y el suministro de agua seguirá reduciéndose en todo el mundo cuando los 6.700 millones de habitantes actuales se conviertan en más de 9.000 millones en 2050. Aunque una persona sólo bebe 1 o 2 litros diarios, hacen falta 2.000 o 3.000 litros para producir la carne y el alimento que consumimos en un día normal. Hará falta utilizar tanto las técnicas convencionales como la biotecnología para desarrollar cultivos más hidroeficientes y más tolerantes a la sequía. Dada la escasez de agua y la enorme importancia de este recurso en la producción agrícola, es evidente que la tolerancia a la sequía y la hidroeficiencia deben considerarse objetivos de máxima prioridad para el futuro desarrollo de los cultivos. La situación empeorará todavía más cuando el calentamiento global se cobre su peaje, ya que es previsible que el clima sea más seco y caluroso, y cuando se intensifique la competencia por el agua entre personas y cultivos. La tolerancia a la sequía se considera el evento más importante que saldrá al mercado durante y después del segundo decenio de comercialización de los cultivos biotecnológicos (2006-2015), porque es el principal obstáculo para aumentar la productividad de los cultivos en todo el mundo.

La buena noticia es que el lanzamiento comercial del maíz biotecnológico/genéticamente modificado tolerante a la sequía —el más avanzado de los cultivos tolerantes a la sequía actualmente en desarrollo— está previsto para 2012 en Estados Unidos; véase el suplemento especial del Sumario 39 del ISAAA sobre «Tolerancia a la sequía en el maíz: una realidad emergente» (James, 2008). La sequía es especialmente importante en África, donde el Programa Mundial de Alimentos gastó 570.000 dólares en suministros alimentarios de emergencia a causa de la sequía de 2003. La incertidumbre que acarrea la sequía impide aplicar prácticas óptimas de gestión para estabilizar el rendimiento, que son esenciales para obtener beneficios de los insumos agrícolas necesarios. Cabe destacar los avances realizados por un proyecto de colaboración entre el sector público y el privado denominado WEMA (Programa de Maíz Hidroeficiente para África, por sus siglas en inglés) (Oikeh, 2009). El proyecto WEMA está coordinado por la AATF y en él participan Monsanto (donante de la tecnología), la Fundación Gates, la Fundación Howard Buffet (financiadora), el CIMMYT y algunos programas nacionales africanos como los de Mozambique, Kenia, Sudáfrica, Tanzania y Uganda. El WEMA confía en lanzar en 2017 el primer maíz biotecnológico tolerante a la sequía y libre de royalties en el África subsahariana, donde la necesidad de contar con la tolerancia a la sequía es mayor y donde 650 millones de personas dependen del maíz. En un año de sequía moderada, el WEMA podría generar un incremento de producción de entre un 20 % y un 35 %, equivalente a 12 millones de toneladas de maíz con las que podrían alimentarse entre 14 y 21 millones de personas. El primer ensayo de campo con maíz biotecnológico tolerante a la sequía se llevó a cabo en Sudáfrica en noviembre de 2009 y se estima que el primer maíz tolerante a la sequía convencional llegará en 3 o 4 años, alrededor de 2013. El proyecto WEMA presenta algunos desafíos, como la constitución de organismos reguladores operativos y eficaces en los programas nacionales, la producción y distribución de semillas híbridas de alta calidad y la concesión de créditos adecuados a los pequeños agricultores (Oike, 2009).

La creciente frecuencia y gravedad de las sequías en todo el mundo a lo largo de los últimos años ha llevado a algunos a la conclusión de que son ya una manifestación evidente del cambio climático y que son responsables del notable descenso de la producción de alimento, forraje y fibra en 2009. A continuación se ofrece un breve análisis de los efectos de la sequía en el mundo realizado por Eric de Carbonnel (2009) y complementado con información de otras fuentes. Su conclusión es que los países que generan dos terceras partes de la producción agrícola mundial son, en general, los que más han sufrido la sequía.

África

Los países del cuerno de África se vieron seriamente afectados por la sequía que causó una gran hambruna en Kenia, donde 10 millones de personas se enfrentaron a la muerte por hambre en 2009. Los países vecinos, como Tanzania, Burundi, Etiopía y Uganda, sufren situaciones parecidas. Sudáfrica estimó que las cosechas serían las peores en 30 años. Otros países del África subsahariana que registraron sequías fueron Malawi, Zambia, Suazilandia, Somalia, Zimbabue, Angola y Mozambique, así como Túnez en el Norte de África.

China

La sequía que comenzó en noviembre de 2008 en el norte y el noreste de China (donde la pluviosidad fue entre un 50 % y un 90 % menor de lo normal) fue la peor en 50 años y afectó a más de 10 millones de hectáreas de cultivo, incluida la mitad de la cosecha de trigo en las ocho provincias siguientes, que son las principales productoras de trigo de China: Henan (la primera provincia productora de China), Anhui (que perdió más del 50 % de las cosechas), Shanxi, Jinagsu (con unas pérdidas del 20 %), Hebei, Shaanxi y Shandong, donde llovió un 73 % menos que el año anterior. Para evitar la catástrofe, el Gobierno de China destinó 12.700 millones de dólares a amortiguar el impacto de la sequía, que afectó directamente a más de 4 millones de personas en las zonas rurales de estas ocho provincias. Las zonas más perjudicadas por la sequía fueron las principales productoras de grano del país, que produce alrededor del 18 % del grano del mundo (unos 500 millones de toneladas anuales). Cabe destacar que el Gobierno de China se ha marcado el objetivo de producir 540 millones de toneladas de grano en 2020 (Xinhua, 2009a); éste será un reto formidable si aumenta la frecuencia y gravedad de las sequías y continúan bajando los niveles freáticos. En julio de 2009, la superficie afectada por la sequía en China aumentó rápidamente hasta alcanzar la Región Autónoma de Mongolia Interior, la Región Autónoma de Xinjanag Uyugur, Jilin, Shanxi y Liaoning (Xinhua, 2009b). Casi 7 millones de personas usuarias de más de un tercio de millón de vehículos se vieron físicamente involucradas en la lucha contra la sequía, que afectó al abastecimiento de agua potable y agua para el riego en las zonas más perjudicadas. Posteriormente, la devastación causada por la sequía en el norte y el noreste se agravó por las fuertes inundaciones provocadas por el tifón Morakot en el sur de China en agosto: los episodios extremos de sequía seguidos de inundaciones pueden ser representativos de los nuevos retos que plantearán el cambio climático y el calentamiento global.

Australia

Este país ha sufrido graves sequías desde 2004, y en los anales figuran 2006 y 2007 como los dos peores años de sequía de la historia desde que comenzaron a llevarse registros hace 117 años; se calcula que más del 40 % de la agricultura del país sufre todavía los efectos devastadores de la sequía de esos años, que en su peor momento fueron tan duros que grandes ríos como el Murray se secaron por completo.

Estados Unidos

En 2009, el estado de Texas sufrió su peor sequía en más de 50 años. Las pérdidas ocasionadas al sector agrícola texano, que está valorado en 20.000 millones de dólares, se cifran en 3.500 millones (The Economist, 2009d). Esa sequía fue la peor desde 1917 y se calcula que el 88 % del territorio texano padeció una de escasez de agua fuera de lo normal, mientras que el 18 % padeció los efectos más severos de la sequía. El Gobernador de Texas declaró zona catastrófica buena parte de su territorio. Para empeorar las cosas, la sequía aumenta las probabilidades de que se declaren incendios difíciles de controlar. En junio y julio, Austin registró temperaturas de tres dígitos (Fahrenheit) durante más de la mitad del tiempo: 39 de un total de 61 días. En California, la sequía tam-

bién fue la peor desde que se llevan registros, de modo que miles de hectáreas de cultivos en hilera quedaron en barbecho. La escorrentía procedente de la nieve de las altas sierras que suministran agua a los embalses fue el 49 % de la normal. También otros estados de EE.UU. padecieron sequía, como Florida, Georgia, Carolina del Norte y Carolina del Sur. Se cree que la meteorología de 2009, tanto las sequías como las inundaciones, estuvo notablemente influenciada por los fenómenos de El Niño (caluroso y húmedo) y La Niña (frío y seco). La Niña, que se asocia a las aguas más frías del Pacífico, agravó los problemas creados por la sequía en EE.UU., produciendo un clima más seco en los estados sureños del país y en el resto del continente americano.

América del Sur

En Argentina, la peor sequía en 50 años causó importantes pérdidas en la producción de grano, especialmente en el estado de Córdoba. Brasil, que es el segundo exportador de soja del mundo, se vio asimismo afectado. Otros países de América del Sur también padecieron sequía en 2009, como México, Paraguay, Uruguay, Bolivia y Chile, donde La Niña impidió que las nubes lluviosas penetrasen en Chile y en el subcontinente sudamericano.

Oriente Próximo y Asia Central

Los países de estas regiones también sufrieron sequías que causaron pérdidas en las cosechas, que en el caso del trigo alcanzaron un 20 %. Los embalses de estas regiones están en niveles bajos y existe la preocupación de que la reducción de las cosechas limiten la capacidad del agricultor de conservar simiente para la siguiente temporada de cultivo. Algunos de los países de esta región también soportan una situación de inestabilidad política y guerra, que reduce seriamente las posibilidades que tienen estos países de hacer frente a los devastadores efectos de la sequía. Entre los países de estas dos regiones que padecieron sequía en 2009 se cuentan Irak, Siria, Afganistán, Jordania, los Territorios Palestinos, Líbano, Israel, Bangladesh, Myanmar, Tayikistán, Turkmenistán, Tailandia, Nepal, Pakistán, Turquía, Kirguistán, Chipre e Irán.

Europa

Europa fue la única gran región agrícola del mundo que apenas padeció la sequía en 2009, si bien países como España y Portugal han sufrido sequías importantes en los últimos años.

La extensión global de la sequía en 2009 no es un buen presagio de futuro, si se cumplen las predicciones de que la mayor frecuencia y gravedad de las sequías afectará más a los países en desarrollo que a los países industrializados. Es evidente que en estas circunstancias, en que la sequía será todavía peor, la tolerancia biotecnológica a la sequía tendrá un enorme valor.

Uso eficiente del nitrógeno (UEN)

El nitrógeno y el agua fueron insumos externos indispensables para el éxito sin precedentes que tuvo la Revolución Verde en la década de 1960, tanto en el trigo como en el arroz. La agricultura consume el 70 % del agua dulce del mundo y existe una urgente necesidad de resolver la creciente escasez del suministro global, cuando los niveles freáticos de países tan poblados como China descienden rápidamente. También es igualmente urgente la necesidad de incrementar el uso eficiente del nitrógeno a fin de reducir la dependencia de los fertilizantes nitrogenados de origen fósil y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y la contaminación de las fuentes de agua por las pérdidas de nitrógeno. Se estima que la mitad de los átomos de nitrógeno que contiene el organismo humano provienen de amoníaco de origen fósil (Ridley, 2009). Los fertilizantes nitrogenados tienen un coste global aproximado de 100.000 millones de dólares anuales. Se calcula que hasta dos terceras partes de los fertilizantes nitrogenados que aplican los agricultores de todo el mundo se pierden por escorrentía, lixiviación y gasificación. A su vez, las pérdidas de nitrógeno producen grandes proliferaciones de algas que asfixian a otras formas de vida en las «zonas muertas» de los estuarios y deltas de todo el mundo, como el estuario del Mississippi en Estados Unidos o el inmenso delta del Mekong en el Sureste Asiático. El nitrógeno del suelo también se pierde cuando se convierte en gas de óxido nitroso, que es 300 veces peor para el calentamiento global que el dióxido de carbono. Aunque los cambios en las prácticas agronómicas pueden reducir el consumo de nitrógeno

a la mitad sin penalizar el rendimiento, también se observan avances prometedores en el campo de los cultivos biotecnológicos potenciadores del uso eficiente del nitrógeno (UEN). Algunos de estos productos agrobiotecnológicos más avanzados, que estarán disponibles en un plazo aproximado de 5 años, pueden incrementar el uso eficiente del nitrógeno hasta en un 30 %, mientras que los resultados iniciales de algunos productos experimentales indican que podrían alcanzarse porcentajes de hasta el 50 % (Ridley, 2009). Los cultivos biotecnológicos ya han reportado importantes beneficios en términos de incrementos de rendimiento y reducción de las aplicaciones de pesticidas, y los cultivos biotecnológicos UEN prometen generar beneficios adicionales de aquí a cinco años o quizá algo más. The Economist publicó recientemente que **«los cultivos modificados genéticamente están revelándose como un milagro medioambiental sin paliativos»**. Ridley (2009) opina que es probable que el movimiento agroecológico ataque a la tecnología UEN y recomiende que se sustituya el fertilizante sintético por estiércol y leguminosas. Sin embargo, señala que para ello habría que quintuplicar la cabaña vacuna global, pasando de 1.200 millones de cabezas a 7.000 u 8.000 millones (Smil, 2004), y se pregunta dónde pastaría este gigantesco rebaño mundial.

El trigo biotecnológico: ¿una realidad a corto plazo?

En un reciente artículo, Jeffrey L. Fox (2009) planteaba la pregunta: «¿qué ha pasado con el trigo biotecnológico?». A mediados de 2009, varios avances coincidentes en el tiempo anunciaron el posible retorno del trigo biotecnológico, que lleva parado cinco años, desde que Monsanto abandonó su programa de trigo RR[®] en 2004 por falta de apoyo de productores y consumidores. Cinco hechos fundamentales explican el cambio de opinión con respecto al trigo biotecnológico. Primero, nueve importantes organizaciones trigueras (de Estados Unidos, Canadá y Australia) se comprometieron **«a trabajar para alcanzar el objetivo de sincronizar la comercialización de los eventos biotecnológicos en nuestra producción triguera»**. Segundo, el 75 % de los productores estadounidenses aprueban ahora el trigo biotecnológico (Asociación Nacional de Productores de Trigo, Washington DC, 2009). Tercero, Monsanto compró la empresa triguera WestBred en 2009, lo que indica su intención de volver sobre los pasos del trigo biotecnológico como objetivo a largo plazo, si bien empezará por aplicaciones convencionales y SAM (Monsanto, 2009a). Cuarto, Bayer CropScience anunció una alianza con CSIRO Australia para desarrollar trigo biotecnológico, a fin de aportar «soluciones» a los productores trigueros en el horizonte de 2015 (Bayer CropScience, 2009). Y en quinto y último lugar, después de analizar las actividades biotecnológicas de China en el cultivo del trigo, algunos observadores creen que este país podría ser el primero en comercializar un trigo biotecnológico, posiblemente en un plazo de 5 años (Fox, 2009).

A lo largo de la última década, es evidente que se han reducido las hectáreas de trigo porque este cultivo ha perdido competitividad en comparación con el maíz y la soja, que se han beneficiado de la biotecnología. La productividad del maíz, por ejemplo, ha aumentado a razón de un 1,6 % anual, el porcentaje mínimo necesario para duplicar la producción de alimento en 2050, mientras que el trigo no ha conseguido cumplir este objetivo en ningún momento y ha sufrido déficits de producción.

¿Quiénes son los líderes en la investigación del trigo biotecnológico? Probablemente sea la Academia China de Ciencias Agrícolas (CAAS) quien realice una mayor inversión en este campo. La CAAS desarrolla trigo biotecnológico con una serie de eventos que incluyen resistencia al virus del mosaico amarillo, a la fusariosis de la espiga y al oidio, resistencias a insectos y tolerancia a la sequía y a la salinidad, así como tolerancia a herbicidas, con un grano de calidad mejorada. En 2008, el Gobierno chino ha invertido más en trigo transgénico que en cualquier otro cultivo biotecnológico, y es posible que comience a comercializarlo en un plazo de 5 años (Shiping, 2008; Stone, 2008). La resistencia al virus del mosaico amarillo es el evento más avanzado y es posible que sea el primer trigo transgénico dentro de cinco años. La CAAS no es la única entidad que investiga el trigo biotecnológico en China. En la Universidad Agrícola de Henan, un grupo de 40 investigadores desarrolla una variedad de trigo biotecnológico tolerante a la brotación previa a la cosecha, que actualmente causa unas pérdidas del 20 % de la producción. Los ensayos de campo están en su tercer año y algunos observadores optimistas creen que el trigo tolerante a la brotación podría comercializarse en un plazo de tan sólo 2 o 3 años (Fox, 2009).

La India también considera prioritario el desarrollo de trigo biotecnológico y los fitomejoradores del Instituto Indio de Investigación Agrícola de Nueva Delhi trabajan en el desarrollo de varias líneas tolerantes a la sequía y resistentes a las enfermedades. MAHYCO, la mayor empresa de semillas autóctona de la India, ya comercializa distintas variedades de trigo híbrido convencional y posee una amplia experiencia en el desarrollo del algodón Bt híbrido. La tolerancia a la sequía, aunque es un gran desafío, se revela claramente como el principal evento de interés para las iniciativas de I+D en el trigo tanto en el sector público como en el sector privado.

En los países industrializados, se registra actividad en Estados Unidos y en Australia. El USDA invierte unos 40 millones de dólares anuales en 125 programas orientados a mejorar la calidad del grano y desarrollar tolerancia a la sequía y resistencia a enfermedades. Algunos proyectos han llegado ya a los ensayos de campo. El USDA tiene además un proyecto de colaboración chino-americana con la CAAS, más orientado al mejoramiento convencional y asistido por marcadores. Australia también es un país líder en la investigación del trigo biotecnológico. La CSIRO y Bayer CropScience tienen en marcha un proyecto conjunto para «desarrollar líneas de trigo con mayor potencial de rendimiento y tolerancia al estrés, y otro dedicado al desarrollo de líneas de trigo con una utilización más eficiente del fósforo. Se estima que esta colaboración producirá variedades comerciales en 2015» (Fox, 2009). La Oficina del Regulador de Tecnologías Genéticas de Australia ya ha dado permiso a la CSIRO para realizar ensayos de campo de 16 líneas de trigo biotecnológico con una composición del grano modificada, que comenzaron en julio de 2009 y se prolongarán hasta junio de 2012 (OGTR, 2009). El Departamento de Industrias Primarias de Victoria, en colaboración con la Universidad de La Trobe, ha formado una alianza con Dow AgroSciences para desarrollar líneas de trigo biotecnológico tolerante a la sequía, que ya están en su segundo año de ensayos de campo con resultados prometedores. Las estimaciones más optimistas apuntan a que el trigo genéticamente modificado podría estar listo en un plazo de 5 a 10 años (Departamento de Industrias Primarias, 2009). Syngenta, que tenía un proyecto avanzado para el desarrollo de trigo resistente al *Fusarium*, lo dejó «en espera» hace 5 años, y ahora podría ser un candidato a reconsiderar tras el renovado interés en el trigo biotecnológico. Syngenta, a través de su Fundación para la Agricultura Sostenible, se ha asociado recientemente con el CIMMYT para luchar contra la roya del tallo, utilizando técnicas de mejoramiento asistido por marcadores para desarrollar variedades de trigo resistentes a esta enfermedad (Syngenta, 2009). En julio de 2009, Monsanto anunció un plan de gran calado para su división triguera, que empezaría por el mejoramiento convencional y asistido por marcadores (con el trigo biotecnológico como objetivo a más largo plazo) para incrementar el rendimiento del trigo con eventos de resistencia a la sequía y a las enfermedades, así como de uso más eficiente de los fertilizantes nitrogenados. Monsanto cree que tardará entre 8 y 10 años en presentar el primer trigo biotecnológico. A corto plazo, la prioridad no será el trigo biotecnológico tolerante a herbicidas, sino los «eventos múltiples en distintos tipos de trigo» y la «inserción de genes del maíz en el trigo». Monsanto invierte en recursos humanos a través de su Beca Beachall-Borlaug, que dedica 10 millones de dólares —gestionados por Texas A&M— a financiar estudios del trigo y el arroz realizados por jóvenes becarios específicamente con destino al sector público (Monsanto, 2009b).

Cabe destacar que tanto China como la India consumen toda su producción triguera y tienen una gran dependencia de las importaciones de trigo. Mientras Norteamérica y Europa mantienen una pugna por los cultivos biotecnológicos en el ámbito del comercio internacional, la producción de trigo genéticamente modificado en China y la India se destinaría exclusivamente a los mercados nacionales. Los reguladores de estos países posiblemente estén mucho menos preocupados por el comercio internacional que por satisfacer la urgente necesidad nacional de garantizar la seguridad alimentaria; lo mismo cabría decir de los países importadores de arroz y maíz. Durante los últimos años, las cuestiones que marcaron la dinámica del debate sobre el trigo biotecnológico en 2003 y 2004 han cambiado notablemente. «La industria del trigo ha cerrado el círculo y se ha unido en el apoyo a la estrategia biotecnológica», afirmó Allan Skogen, productor triguero de Dakota del Norte que también preside la organización Growers for Biotechnology (productores en favor de la biotecnología). «**No hay duda de que podemos incrementar la producción si se nos facilitan estas herramientas biotecnológicas. Lo fundamental para los agricultores es la tolerancia a la sequía**», agrega. «**El agua es la clave, y el factor limitador de la producción de trigo**» (Fox, 2009).

Otros cultivos y eventos

Es previsible que se aprueben otros cultivos de mediana extensión antes de 2015. Algunos candidatos podrían ser: las patatas con resistencia a plagas y enfermedades y calidad modificada para uso industrial; la caña de azúcar con eventos de calidad y agronómicos; las bananas resistentes a enfermedades; y las judías resistentes a virus. También cabe prever que aparezcan algunos cultivos biotecnológicos «huérfanos». Por ejemplo, la berenjena Bt podría ser el primer cultivo alimentario biotecnológico disponible en la India en 2010 (si obtiene autorización gubernativa) y podría beneficiar a 1,4 millones de pequeños agricultores pobres. También se desarrollan hortalizas como el tomate, el brócoli, la col y la okra, que requieren la aplicación de grandes cantidades de insecticidas (que podrían reducirse notablemente con un producto biotecnológico). Los cultivos para los pobres, como la yuca, la batata, las legumbres y los cacahuetes también son candidatos al desarrollo biotecnológico. Hay que señalar que varios de estos productos están siendo diseñados en los países en desarrollo por instituciones públicas nacionales o internacionales. El desarrollo de esta amplia cartera de nuevos productos biotecnológicos resulta prometedor para el crecimiento continuado de la agrobiotecnología en el mundo, que el ISAAA estimó que alcanzaría los 200 millones de hectáreas en 2015, cultivadas por un mínimo de 20 millones de agricultores en 40 países.

Los biocombustibles

El empleo de la biotecnología para aumentar la eficiencia de los cultivos alimentarios y forrajeros de primera generación y los cultivos energéticos de segunda generación para producir biocombustibles presenta oportunidades y desafíos. **Aunque cada país debe formular su propia estrategia para los biocombustibles, la seguridad alimentaria debe tener siempre la máxima prioridad y nunca debe ponerse en peligro por la necesidad antagónica de utilizar los cultivos alimentarios y forrajeros para producir biocombustibles.** El uso imprudente de cultivos alimentarios de consumo humano y animal como la caña de azúcar, la yuca y el maíz para producir biocombustibles en países en desarrollo donde existe inseguridad alimentaria podría poner en peligro el cumplimiento de los objetivos de seguridad del suministro si no es posible aumentar la eficiencia de estos cultivos a través de la biotecnología y otros medios, de manera que se puedan cumplir todos los objetivos de producción de alimentos, forrajes y combustibles. La misión fundamental de la agrobiotecnología, tanto en la producción de biocombustibles de primera como de segunda generación, es optimizar y rentabilizar el rendimiento de biomasa/biocombustible por hectárea, a fin de producir combustible a precios más asequibles. Sin embargo, la función más importante de los cultivos biotecnológicos será su contribución al Objetivo de Desarrollo del Milenio (ODM) de garantizar un suministro seguro de alimentos asequibles y reducir la pobreza y el hambre en un 50% hasta 2015.

Crecimiento por región mundial

Es probable que Asia y África registren un crecimiento notablemente mayor en el segundo decenio de comercialización (2006-2015) que en el primero (1996-2005), que fue el decenio de América, aunque Norteamérica mantendrá un crecimiento vital en eventos apilados y Brasil un fuerte crecimiento general.

Gestión responsable de los cultivos biotecnológicos

Seguirá siendo fundamental respetar las buenas prácticas agrarias, como las rotaciones y el manejo de resistencias, del mismo modo que durante el primer decenio. Es preciso mantener una administración y aplicación responsable de las prácticas óptimas, especialmente por parte de los países del Sur, que poco a poco se irán situando en los primeros puestos de la clasificación de grandes productores de cultivos biotecnológicos durante el segundo decenio de comercialización (2006-2015). Se estima que los países en desarrollo sobrepasarán la superficie agrobiotecnológica de los países industrializados antes de 2015.

El Gran Desafío

En un provocador artículo titulado «*Si las palabras fueran comida, nadie pasaría hambre*» (The Economist, 2009b), se habla de que, tras la crisis de los precios de los alimentos de 2008, la comunidad internacional de donantes y de organizaciones para el desarrollo está dando marcha atrás a 30 años de recortes de financiación y ayudas a la agricultura. Cita la frase de ánimo que pronunció Bill Gates en el Premio Mundial de la Alimentación de octubre de 2009, del cual es generoso patrocinador: «*el mundo vuelve a prestar atención a vuestra causa*». En ese mismo discurso, Gates apoyó la utilización de los cultivos biotecnológicos junto con la tecnología convencional en la lucha contra el hambre y en la búsqueda de la autosuficiencia y la seguridad alimentarias. En la Cumbre Alimentaria celebrada en Roma en noviembre de 2009 (la primera desde 2002), se realizó un llamamiento similar al empleo conjunto de las técnicas convencionales y la agrobiotecnología. El alza de los precios alimentarios de 2008, que provocaron disturbios en más de treinta países y el derrocamiento del Gobierno en Haití y Madagascar, galvanizó la atención mundial y reveló la sencilla realidad de que todo hombre, mujer y niño, sea cual sea su religión, color o raza, necesita comer cada día a precios asequibles; la supervivencia es, con diferencia, nuestro instinto más fuerte. Como siempre, son los pobres quienes resultan perjudicados y el año 2008 no fue la excepción; fueron los pobres, no los ricos, quienes pasaron hambre cuando se duplicaron los precios de los alimentos, ya que sólo podían permitirse comer la mitad que antes de la crisis. Más aún, a diferencia de los ricos, que gastan un 20 % de su renta en alimentos, los pobres destinan a este fin el 70 % o el 80 % de los ingresos que consiguen con el sudor de su frente. Resulta inquietante que muchos observadores crean que pronto habrá una nueva crisis alimentaria parecida a la de 2008 si los países donantes y los gobiernos de los países en desarrollo que no tienen seguridad alimentaria no toman medidas para solucionar esta situación. En la primera Cumbre Alimentaria celebrada en Roma en 1974, Henry Kissinger dijo que en 10 años ni un solo niño se iría a la cama sin comer; 35 años después, en la última edición de la Cumbre Alimentaria, y a pesar de las promesas de los ODM de reducir el hambre a la mitad en 2015, se puso de manifiesto que, por primera vez en la historia, más de 1.000 millones de personas se irían a la cama sin comer (Programa Mundial de Alimentos, Naciones Unidas 2009). El Banco Mundial estima que entre 2008 y 2010 habrá 89 millones de personas más subsistiendo con menos de 1,25 dólares diarios y 120 millones subsistiendo con menos de 2 dólares diarios.

Aunque el G-8 adquirió en julio de 2009 el importante compromiso de destinar 20.000 millones de dólares a la agricultura y es positivo el nuevo énfasis en la autosuficiencia, además de la seguridad alimentaria, es importante que estos 20.000 millones sean nuevas donaciones y no aportaciones recicladas y que se reconozca que sólo servirán para financiar tres años (a razón de 7.000 millones de dólares anuales) de las actividades que serán necesarias para proteger la agricultura frente al cambio climático. No obstante, hay que reconocer el importante incremento de las ayudas otorgadas por varias organizaciones clave a la agricultura: el Banco Mundial aumentó su contribución un 50 % hasta alcanzar los 6.000 millones de dólares en 2009; la administración del Presidente Obama ha solicitado al Congreso de EE.UU. que duplique su presupuesto para la agricultura en USAID, con 1.000 millones de dólares en 2010; en el ámbito institucional, se ha creado un nuevo Grupo Específico de Alto Nivel para la agricultura que ha estado trabajando con la Oficina del Secretario General de Naciones Unidas y el célebre economista Jeffrey Sachs defiende la creación de un superfondo global de ayuda a la agricultura, parecido al Superfondo creado para el VIH/SIDA. Sin embargo, más importantes y alentadoras resultan las iniciativas políticas y tecnológicas que se han puesto en marcha en los programas nacionales de los países en desarrollo, no en la comunidad de donantes. Los países africanos comienzan a cumplir las promesas que hicieron en 2003 de destinar el 10 % de sus presupuestos a la agricultura. Muchos países subvencionan la aplicación de semillas y fertilizantes; a modo de ejemplo hay que señalar a Malawi, que ha invertido un 4,2 % de su PIB para triplicar la cosecha de maíz en cuatro años, con lo que un país que era un notable importador (el 40 % de su consumo) de alimentos en 2005 se ha convertido en un importante exportador (el 50 % de su producción) en 2009. Malawi es uno de los primeros países africanos que se comprometió a potenciar el rendimiento de su producción maicera, como ya hizo Sudáfrica, mediante la adopción de cultivos biotecnológicos como el maíz Bt, que actualmente

se produce con éxito en 15 países de todo el mundo (el maíz blanco es el alimento básico de 300 millones de personas en el África subsahariana).

Cuando algunos grandes países productores bloquearon las exportaciones de alimentos durante la crisis de los precios de 2008, algunos países ricos con déficit alimentario dieron prioridad a la adquisición de tierras de cultivo en otros países. En los últimos años, varios países que temían sufrir escasez de alimentos en el futuro han ido comprando tierras de cultivo en otros países a fin de disponer de un suministro de alimento adicional, seguro e independiente. Por ejemplo, los seis Estados miembros del Consejo de Cooperación del Golfo, que en conjunto importan alimentos por valor de 10.000 millones de dólares anuales, han puesto en marcha una estrategia para crear un nuevo «granero en África». Algunos de los países africanos afectados son Mozambique, Senegal, Sudán, Tanzania y Etiopía. La Agencia Central de Estadística de Etiopía informa que 13,3 millones de pequeños agricultores etíopes están desarrollando un millón de nuevas hectáreas de cultivo para inversores extranjeros (The Economist, 2009a). Los críticos consideran que esta compra es un intento de «arrebatar el suelo» a países que están azotados por la pobreza y tampoco tienen seguridad alimentaria, y donde preocupa además la degradación ambiental de las tierras marginales incorporadas a la producción.

El informe del Banco Mundial de 2008 resalta que ***«la agricultura es un instrumento de desarrollo fundamental para alcanzar el Objetivo de Desarrollo del Milenio de reducir la proporción de personas que padecen hambre y viven en la extrema pobreza a la mitad para 2015»*** (Banco Mundial, 2008). Este informe señala que tres de cada cuatro habitantes de los países en desarrollo viven en el medio rural y la mayoría dependen directa o indirectamente de la agricultura para subsistir. **Reconoce además que no es posible superar la extrema pobreza del África subsahariana sin revolucionar la productividad de los millones de agricultores africanos de subsistencia, que en su mayoría son mujeres.** Sin embargo, también pone de relieve el hecho de que en las economías de mayor crecimiento del continente asiático, donde se crea la mayor parte de la riqueza de los países en desarrollo, hay 600 millones de campesinos (frente a los 800 millones de población total del África subsahariana) que sobreviven en condiciones de extrema pobreza que seguirán poniendo en peligro las vidas de millones de estas personas durante decenios. Es un hecho incuestionable que la pobreza es hoy en día un fenómeno rural, ya que el 70 % de las personas más pobres del mundo son pequeños agricultores y campesinos sin tierra que viven y trabajan la tierra. El Gran Desafío reto está en «convertir un problema en una oportunidad», es decir, en transformar la concentración de pobreza en la agricultura en una oportunidad de luchar contra ella compartiendo con los agricultores pobres los conocimientos y experiencias de los agricultores de los países industrializados y en desarrollo que han empleado cultivos transgénicos para aumentar su productividad y, por lo tanto, su renta. El informe del Banco Mundial reconoce que la revolución de la biotecnología y la información ofrece oportunidades únicas para utilizar la agricultura como factor de desarrollo, pero advierte de que existe el riesgo de que los países en desarrollo puedan desaprovechar las oportunidades que ofrece la agrobiotecnología si no hay una clara voluntad política y ayudas internacionales, especialmente para la controvertida aplicación de los cultivos biotecnológicos o transgénicos que son el objeto del presente informe del ISAAA. El **Gran Desafío** es optimizar el empleo de la agrobiotecnología conjuntamente con la tecnología convencional para duplicar la producción de alimento hasta 2015, con menos recursos y de forma sostenible.

Epílogo y el legado de Norman Borlaug

En 2009 se han producido dos sucesos que destacan entre todos los demás. En primer lugar, el fallecimiento, el 27 de noviembre de 2009, de un noble ser humano y amigo personal: el Premio Nobel de la Paz, Norman Borlaug. En segundo lugar, la autorización del arroz y el maíz biotecnológicos por el Gobierno de China. El arroz es el cultivo alimentario más importante del mundo y el sustento de 3.000 millones de personas, casi la mitad de la humanidad; también es el alimento fundamental de los pobres del mundo. El maíz es el cultivo forrajero más importante del mundo y el alimento de los 500 millones de cabezas que integran la cabaña porcina china (el 50 % de la cabaña porcina mundial) y de sus 13.000 millones de pollos, patos y otras aves. La posición de

liderazgo mundial en la que se sitúa China con la autorización del primer arroz biotecnológico y su determinación de utilizar la tecnología —tanto la convencional como la biotecnología— para conseguir la autosuficiencia alimentaria es un acontecimiento trascendental que merece ser emulado por otros países en desarrollo de Asia, África y América Latina, con las tremendas implicaciones que ello podría tener para conseguir un mundo más seguro, más próspero, más justo y más pacífico.

El éxito de Norman Borlaug y la Revolución Verde se debió a su capacidad, tenacidad y dedicación exclusiva a un único objetivo: **aumentar la productividad de trigo por hectárea**; además, asumió la plena responsabilidad de calibrar su éxito o su fracaso en función de la productividad a nivel de granja (no en los campos experimentales) de la producción a nivel nacional y, sobre todo, por su contribución a la paz y a la humanidad. El 11 de diciembre de 1970 —hace 40 años— pronunció su discurso de aceptación del Premio Nobel de la Paz, titulado «**La Revolución Verde, la Paz y la Humanidad**». Hay que destacar el hecho de que **hoy en día tenemos el mismo objetivo** que perseguía Borlaug hace 40 años: **aumentar la productividad agrícola**; la diferencia es que el reto es ahora todavía mayor porque **además necesitamos duplicar la productividad de forma sostenible, utilizando menos recursos, especialmente agua, combustibles fósiles y nitrógeno**, ante los **nuevos desafíos que presenta el cambio climático**. La forma más adecuada y generosa de hacer honor al abundante y magnífico legado de Norman Borlaug es que la comunidad internacional que trabaja con los cultivos biotecnológicos se una en un «**Gran Desafío**». El Norte, el Sur, el Este y el Oeste, con sus sectores público y privado, deberían colaborar en un supremo y noble esfuerzo por optimizar la contribución de los cultivos biotecnológicos a la productividad utilizando menos recursos. **El principal objetivo debe ser la lucha contra la pobreza, el hambre y la malnutrición**, de acuerdo con el compromiso adquirido en los Objetivos de Desarrollo del Milenio para 2015, año que casualmente marca el final de la segunda década de comercialización de cultivos biotecnológicos que comenzó en 2006.

Este Epílogo se cierra con un poema dedicado a Norman Borlaug, amigo personal durante treinta años y primer Patrón Fundador del ISAAA, que salvó a mil millones de personas del hambre y se convirtió en el defensor más ardiente y fiable de los cultivos biotecnológicos por su capacidad para incrementar la productividad agrícola, luchar contra la pobreza, el hambre y la malnutrición, y contribuir a la paz y la humanidad. Borlaug dijo que *«a lo largo de la última década, hemos asistido al éxito de la fitobiotecnología. Esta tecnología ayuda a los agricultores de todo el mundo a obtener mayores cosechas, al tiempo que reduce el consumo de pesticidas y la erosión del suelo. La biotecnología ha demostrado sus ventajas y su seguridad en países que acogen a más de la mitad de la población mundial. Lo que necesitamos es coraje por parte de los líderes de esos países, donde los agricultores siguen sin tener más opción que utilizar métodos más antiguos y menos eficaces. La Revolución Verde y ahora la fitobiotecnología contribuyen a satisfacer la creciente demanda de alimentos, al tiempo que conservan nuestro medio ambiente para las generaciones futuras»*.

Se preocupó, más de lo que otros consideraban aconsejable
Soñó, más de lo que otros consideraban realizable
Se arriesgó, más de lo que otros consideraban seguro
Y esperó, y normalmente consiguió
Lo que otros consideraban imposible



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 5805600 ext. 2234/2845 · Telefax: +63 49 5367216
URL: <http://www.isaaa.org>

For details on obtaining a copy of ISAAA Brief No. 41 - 2009, email publications@isaaa.org