

# Continuar mejorando el algodón

Una de las primeras aplicaciones de la biotecnología a la agricultura es el algodón resistente a las orugas

*Con una población cada día más alejada del mundo rural, deberemos tener presente que será necesario realizar un esfuerzo cada vez mayor para explicar cómo se producen las fibras y alimentos, y el trabajo e inversión que tienen que realizar los agricultores para que los ciudadanos dispongan de ellos. Con esto, además de acercar los problemas del mundo rural a las ciudades, mejoraremos la aceptación de las soluciones que los avances científicos pueden ofrecer.*

● **Concepción Novillo y Jaime Costa.** Dres. ingenieros agrónomos. Monsanto España.

La aplicación de las técnicas del ADN recombinante para la mejora de variedades cultivadas está vertiendo tantos ríos de tinta y rodeándose de tantos mitos que resulta difícil, en medio de esta maraña de emociones y especulaciones, abordar un diálogo sosegado, donde se busquen los puntos de encuentro. El debate que plantean algunos grupos radicales llega a cuestionar, incluso, que la revolución técnica y científica que ha tenido lugar en el campo en las últimas décadas haya sido un motor de desarrollo económico y social en los países desarrollados, no sólo para los que han decidido quedarse en el medio rural, sino para todos aquellos que viven en las ciudades y que se benefician de una mayor oferta de alimentos sanos y baratos que la que conocieron sus antepasados.

El algodón mejorado genéticamente, para resistencia a las orugas de las cápsulas, constituye una de las primeras aplicaciones de la moderna biotecnología a la agricultura. La importancia socioeconómica de este cultivo en muchos países del mundo, incluido el nuestro, y los problemas que el control de plagas ocasiona determinan el gran interés por continuar mejorando la resistencia de las variedades utilizando las nuevas herramientas que la ciencia proporciona a los mejoradores. Con ánimo de aportar datos que permitan al lector de **Vida Rural** conocer los resultados de los ensayos realizados en Andalucía y cuál está siendo su impacto en los países donde su cultivo se ha autorizado, expondremos una breve revisión de las distintas experiencias.

## ¿Por qué se ha mejorado el algodón?

En términos globales, la sanidad vegetal sigue ocupando en la actualidad uno de los apartados más importantes de pérdidas de producción y gastos en el cultivo del algodón. En el caso concreto de las plagas, a pesar de que este cultivo no es mayoritario en superficie, absorbe un 24% del mercado mundial de insecticidas y se estima que todavía las pérdidas causadas por los insectos fitófagos suponen un 15% de la producción potencial de fibra. Cifra que puede llegar al 27% cuando se añaden las pérdidas por competencia de malas hierbas.

Si se añade a esta situación la creciente demanda social de una



Figura 1. Cápsula de algodón dañada por gusano rosado (dcha).

agricultura sostenible y más respetuosa con el medio ambiente, entenderemos la necesidad de seguir buscando nuevos métodos de lucha contra plagas. Por otra parte, en las últimas décadas se ha puesto de manifiesto que esta protección debe pasar por programas de manejo integrado, donde además de los métodos físicos y químicos se priorice la resistencia de las variedades.

Aunque la mejora tradicional contaba con programas para la resistencia a plagas y enfermedades, las nuevas técnicas que ahora se añaden permiten introducir mejoras de una forma más rápida, precisa y segura, al tiempo que posibilitan explotar muchas más fuentes.

## Proteínas naturales que protegen al algodón

Curiosamente, el grupo de insecticidas con la mayor selectividad conocida hasta el momento no se ha originado en ningún laboratorio, sino que se encuentra en la propia naturaleza, en bacterias comunes del suelo, de la especie *Bacillus thuringiensis* (Bt). Descubiertas en Japón a principios de siglo, la comercialización de preparaciones a base de las proteínas, donde reside la actividad insecticida, y esporas comenzó a finales de los años treinta en Europa.



Figura 2. Insectos auxiliares en algodón: *Coccinella septempunctata*.

Los miles de aislados recogidos en todo el mundo se agrupan en casi medio centenar de variedades que presentan distinta especificidad, y dentro de cada variedad se encuentran proteínas que sólo son efectivas contra un grupo de insectos, llegando incluso a tener distinta toxicidad para insectos que pertenecen al mismo género. Esta especificidad, derivada de su modo de acción, ha hecho que numerosos estudios hayan acreditado a los insecticidas Bt como el grupo de plaguicidas más inocuo frente a humanos, insectos beneficiosos y otros organismos no objetivo, y que sean ampliamente utilizados como insecticidas biológicos.

En 1988, científicos de Monsanto lograron introducir el gen CryIA(c) de *B. thuringiensis* var *kurstaki*, que codifica una de las proteínas activas frente a orugas de las cápsulas, en el ADN de células de algodón. A partir de una transformación con éxito se regeneró la planta completa, de la cual se han ido derivando las distintas variedades que comercialmente se conocen como variedades Bollgard® (marca registrada de Monsanto) y, genéricamente, como algodón Bt. La utilización de un promotor constitutivo, precediendo al gen, hace que la producción de la proteína Bt, y por tanto la protección, sea continua y en toda la planta, incluyendo los botones florales y cápsulas donde se desarrollan las fibras de algodón.

Los primeros ensayos en campo con estas variedades comenzaron en 1990 bajo la supervisión del Departamento de Agricultura de EE.UU. (USDA). En 1996 se autorizó su comercialización en este país, tras ser revisados tanto los parámetros agroambientales como de seguridad de uso y consumo de fibra y semilla, por los departamentos de EE.UU.: USDA, FDA y EPA.

## Ensayos en Andalucía

En Andalucía, donde se concentra más del 90% de la superficie total nacional de algodón, destacan entre los problemas fitosanitarios del cultivo los daños causados por las larvas de las especies plaga: *Helicoverpa armigera*, *Pectinophora gossypiella* y *Earias insulana*, llamadas comúnmente heliothis, gusano rosado y earias respectivamente, o, conjuntamente, orugas de las cápsulas. Estas tres especies ocasionan importantes daños al cultivo al alimentarse de botones florales y cápsulas, y, en conjunto, implican más del 50% de las aplicaciones insecticidas a lo largo del cultivo.

Tras los ensayos preliminares de las campañas de 1996 y 1997, se contó con cinco campos de ensayos distribuidos a lo largo del valle del Guadalquivir durante 1998. El seguimiento detallado de los mismos incluía tanto evaluaciones semanales de la protección frente a las especies mencionadas, como seguimiento de la fenología del cultivo. Otro aspecto muy importante valorado en estos ensayos fue la evolución de las poblaciones de insectos auxiliares en las parcelas de los distintos tratamientos, comparando siempre la variedad convencional tratada de acuerdo con las prácticas de manejo de plagas en la zona con la misma variedad mejorada genéticamente Bollgard, sin tratar, y contando con un testigo consistente en la variedad convencional sin tratar.

Durante aquella campaña, los ataques de *H. armigera* fueron especialmente intensos, con una continua puesta de huevos que hacía difícil el control mediante los tratamientos que se vienen utilizando contra esta especie, y a pesar de utilizarse un alto número de

aplicaciones con insecticidas de amplio espectro, los datos registrados en todos los ensayos mostraron una mejor protección en las variedades Bollgard comparada con la ofrecida a través de tratamientos insecticidas convencionales.

Como resultado medio de todos los ensayos, estas variedades ofrecieron un ahorro de 4,6 aplicaciones en las que se consumieron 15,8 l/ha de insecticidas, necesarios para proteger las variedades convencionales en la alternativa actual. Gracias a la protección a través de las aplicaciones insecticidas, se evitaron unas pérdidas medias de cosecha que alcanzaron el 19% en las parcelas no tratadas, pero la autoprotección ofrecida por Bollgard no sólo evitó las pérdidas de cosecha y los tratamientos, sino que ofreció un incremento medio del 12%. Las razones que explican estas importantes diferencias se deben probablemente tanto a la fuerte infestación registrada aquel año, como a la mejor protección de las cápsulas situadas en las primeras posiciones, principales contribuyentes a la producción final.

Las imágenes que ofrecían los campos de ensayo al final del ciclo del cultivo expresan claramente la importancia de contar con métodos eficaces para proteger el algodón y las ventajas de utilizar variedades resistentes.

Como resultaba esperable, las evaluaciones de insectos auxiliares, componentes importantes en los programas de manejo integrado de plagas, mostraron que la protección del algodón con Bollgard es mucho más respetuosa con las poblaciones de Orius, Nabis y otros auxiliares importantes, que los tratamientos insecticidas utilizados

actualmente. Así, los niveles recogidos en éstas parcelas resultaron similares a los encontrados en el testigo con la variedad convencional sin tratar, mientras que se observó un drástico efecto de los insecticidas sobre estas especies, tras múltiples aplicaciones en las parcelas tratadas.

## Experiencia comercial en otros países

En el primer año de su autorización, las variedades Bollgard alcanzaron el 12% del algodón cultivado en EE.UU. (5,8 millones de hectáreas en 1996) lo que suponía el mayor éxito conocido en la introducción de nuevas variedades. Las razones que justifican este alto interés por los agricultores derivan de las ventajas y beneficios que encuentran en su cultivo, siendo especialmente importantes en aquellas áreas donde los problemas de control de plagas son mayores. Otros países como Australia, México, China, Argentina y Sudáfrica han ido sumándose a su autorización, incorporando el gen Bollgard a sus variedades.

Los ensayos previos a la autorización y la experiencia comercial constatan una disminución considerable del uso de insecticidas de síntesis tras la autorización del cultivo de estas variedades<sup>(1)</sup>. En un estudio realizado en EE.UU., se estima que gracias a esta tecnología hay un ahorro anual superior al millón de litros de insecticidas en aquel país. Los datos procedentes de China, donde existen poblaciones de insectos con alta resistencia a los insecticidas químicos, son aún más significativos y hay estimaciones de que el cultivo de estas variedades puede llegar a reducir las 15-20 aplicaciones utilizadas en algodón convencional, por 1-2 con las variedades resistentes<sup>(2)</sup>. Los incrementos de producción están ligados al nivel de ataque de plaga que reciba el cultivo y, así, bajo fuertes infestacio-



Figura 3. Comparación de parcelas en un campo de ensayos en Sevilla. Izda.: algodón convencional testigo. Dcha.: algodón Bollgard.

nes, como las que sufren en algunas zonas de China o Sudáfrica, se han obtenido incrementos de producción que superan el 30%.

El ahorro de productos formulados implica además un menor consumo de recursos no renovables, necesarios para la fabricación, envasado, distribución y aplicación de los mismos. En este sentido, una estimación basada en los resultados de los ensayos en nuestro país muestra que si la mitad de la superficie sembrada con algodón hubiera incorporado esta tecnología, se habría evitado aquel año la aplicación de 790 toneladas de productos.

### Seguridad de las variedades mejoradas genéticamente

La novedad de estos avances y las posibilidades que abren han hecho que las administraciones de todo el mundo articulen sus legislaciones bajo el criterio de precaución, que significa que cada una de estas mejoras son evaluadas "caso por caso". También es destacable que, antes de que los productos llegaran al mercado, la legislación fue desarrollada bajo las pautas recomendadas por comités de expertos, como los de la FAO, Organización Mundial de la Salud y otras instituciones de reconocido prestigio.

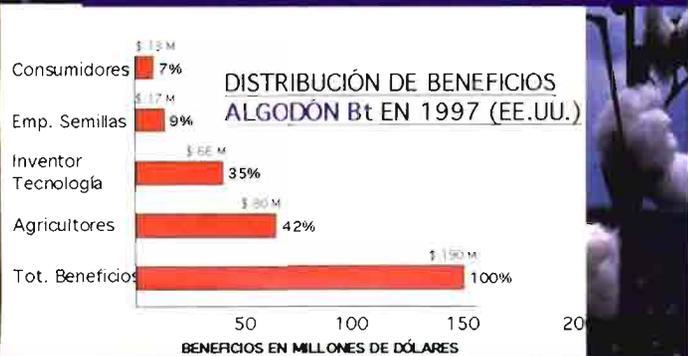
En el proceso de aprobación se evalúan las características que corresponden a la mejora introducida (gen, proteína a la que da lugar, etc.) y el cultivo mejorado en sí (comportamiento agronómico, impacto sobre especies no objetivo, etc.), y tanto desde el punto de vista medioambiental, como con respecto a su seguridad de uso para alimentación humana o para fabricación de piensos. Ninguna de estas evaluaciones es requerida para variedades que se hayan mejorado por otras técnicas, incluyendo aquellas en las que la metodología es mucho más agresiva con el genoma de la planta e impredecible en los resultados.

El historial de uso de la proteína Bt que producen las variedades Bollgard es impecable y los resultados de los millones de hectáreas que se cultivan en todo el mundo son la prueba fehaciente de que no existe mayor riesgo que el derivado del cultivo de algodón convencional, mientras que, por el contrario, se pueden conseguir importantes ventajas agronómicas y ambientales.

### ¿A quién benefician estas mejoras?

La experiencia comercial de varios años en EE.UU. de nuevo ofrece la posibilidad de analizar cómo se están repartiendo los beneficios que esta tecnología está generando y así un reciente estudio muestra que los beneficios del cultivo de variedades Bollgard durante 1997 se distribuyeron principalmente entre agricultores, que recibieron el 42%, seguidos de los inventores de la tecnología, con

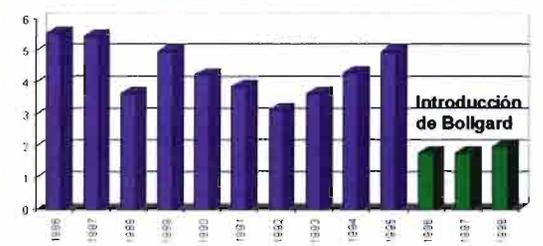
Fig 6. VALOR AÑADIDO POR LAS NUEVAS VARIEDADES...



FUENTE: Falck-Zepeda, Traxler and Nelson, 1999. USDA Economic Research Service

Fig 4. REDUCCIÓN DE APLICACIONES INSECTICIDAS EN ALGODÓN...

Número de tratamientos insecticidas contra las orugas de las cápsulas en los seis principales estados americanos



COMPARACIÓN EN 1998:

Algodón convencional: 5.3 aplicaciones  
 Algodón Bt: 1.4 aplicaciones  
 Resultado neto: > 2 Mill. tratam/ha evitados  
 > 1 Mill. l. insecticidas ahorrados

FUENTE: Gianessi & Carpenter, National Center for Food and Agricultural Policy, July 1999

Fig 5. RECURSOS PARA PROTEGER AL ALGODÓN SEGÚN DISTINTAS ALTERNATIVAS...



La información contenida en la semilla sustituye a un proceso consumidor de recursos no renovables

un 35%, quedando el resto repartido entre empresas de semillas y consumidores<sup>(1)</sup>.

Desgraciadamente, muchos consumidores, alejados cada día más de la actividad agrícola, no perciben qué pueden aportar estas mejoras en un corto plazo para su economía y/o salud. Estudios como el realizado recientemente por el CEJA, donde un 40% de los escolares europeos aseguraban que el algodón lo producen las ovejas o proviene de los árboles, dificultan que las mejoras técnicas en agricultura se consideren un avance en la sociedad. Sin embargo, son los consumidores los que ahora pueden acceder a muchos medicamentos y otros productos de uso diario que han sido obtenidos gracias a la modificación genética de microorganismos, y sería un error prohibir la aplicación de estas técnicas a la producción de alimentos porque, con ello, cerrarían las puertas a una agricultura más sostenible y a numerosos proyectos de los que ellos mismos serán los principales beneficiarios.

Los interesados en recibir una copia del trabajo que recoge los resultados de los ensayos en Andalucía (Bol. San. Veg. Plagas, 25: 383-393), pueden solicitar separatas a Sonia Mallavia. Tel.: 91 343 27 22. Fax: 91 343 27 27. ■

### BIBLIOGRAFÍA

- (1) Gianessi L. P. and Carpenter J. E. 1999. Agricultural Biotechnology: Insect Control Benefits. National Center for Food and Agricultural Policy.
- (2) James C. 1998 Global Review of Commercialized Transgenic Crops: 1998. ISAAA Briefs.
- (3) Falck-Zepeda J.B., Traxler G. and Nelson R.G. 1997. Rent creation and distribution from biotechnology innovations: The case of Bt cotton and herbicide-tolerant soybeans in 1997. Economic Research Service. USDA.