

Un algodón  
que se defiende solo

# NUEVAS VARIEDADES BOLLGARD\*



Cápsula de algodón atacada por *H. armigera*

Algodón protegido  
contra orugas.

Por: Concepción Novillo,  
Javier Soto y Jaime Costa<sup>1</sup>

## LAS PLAGAS DEL ALGODÓN

Entre las plagas más importantes del algodón se encuentran los lepidópteros pertenecientes a los géneros *Helicoverpa*, *Earias* y *Pectinophora*, conocidos comúnmente como heliothis, earias y gusano rosado respectivamente. Estas especies se alimentan de botones y cápsulas reduciendo substancialmente el rendimiento de este cultivo en cantidad y calidad de fibra.

El control de estas plagas resulta costoso y difícil, particularmente en los casos de gusano rosado y earias por los hábitos

endófitos de sus larvas. Hasta este momento la única forma de lucha contra estas plagas con la que contaban nuestros agricultores, residía básicamente en el uso de insecticidas orgánicos de síntesis.

Dentro de los programas de lucha integrada a que se llevan a cabo en las zonas algodonerías se intenta hacer un uso racional de estos productos, tratando de respetar en la medida de lo posible los insectos auxiliares, que en el caso de España incluyen especies pertenecientes a los géneros *Orius*, *Nabis*, *Deraeocoris*, *Geocoris* y *Chrysopa*, entre otros. Sin embargo, la baja capacidad discriminativa de los mencionados insecticidas hace muy difícil llevar a cabo un buen control de las plagas, sin afectar a los artrópodos auxiliares.

## BIOTECNOLOGÍA Y PROGRAMAS DE LUCHA INTEGRADA

Los recientes avances en biología molecular de plantas han revolucionado la mejora tradicional de plantas cultivadas y han abierto nuevas e interesantes posibilidades en la mejora dirigida a luchar contra los insectos plaga.

Así se pueden obtener plantas genéticamente modificadas que expresando una proteína con efecto tóxico para una plaga, causen la muerte únicamente de los insectos que tratan de dañar la planta, evitando los desequilibrios que producen los tratamientos poco específicos y que fomentan la aparición de plagas secundarias, como la araña roja.

Otra de las ventajas de esta nueva tec-

(1) Ing. Agrónomos

(\*) Bollgard es una marca registrada de Monsanto

nología es que al encontrarse el agente de control dentro de la propia planta, está presente desde el comienzo del ataque, y el control de la plaga es mucho más eficaz. Finalmente se hace posible el control de plagas que por sus hábitos alimentarios se desarrollan dentro de la planta y hacían imposible acceder hasta ellas con los tratamientos insecticidas convencionales.

Monsanto ha sido consciente desde el primer momento de la importancia que estas nuevas técnicas tendrían en la agricultura del futuro y ha destinado una gran cantidad de recursos para utilizar esta nueva tecnología en la búsqueda de soluciones y/o mejoras del sector agrícola.

Una de las realizaciones con las que cuenta en la actualidad son variedades de algodón que incorporan su gen Bollgard y se autoprotegen de las orugas plaga mencionadas. Estas plantas, por las características que veremos ahora son una herramienta de gran utilidad para incorporar a los programas de lucha integrada que se vienen practicando en nuestro país. Su empleo debe permitir aumentar la cantidad y calidad de fibra producida, con un menor coste para los agricultores y un mayor respeto al medio ambiente.

#### **BACILLUS THURIGIENSIS: UNA BACTERIA SELECTIVA**

Es sorprendente que el grupo de insecticidas con la mayor selectividad conocida hasta el momento no se haya originado en un laboratorio sino que se encuentra en la propia naturaleza y concretamente procede de una bacteria común del suelo: *Bacillus thuringiensis*.

Desde principios de siglo se conoce la capacidad de esta especie para producir cristales de proteínas con propiedades insecticidas, pero lo más importante es que cada una de las numerosas razas de *B. thuringiensis* produce un conjunto de proteínas y cada una de estas es letal exclusivamente para ciertos insectos, no teniendo ningún efecto sobre otros organismos: personas, animales e incluso otros insectos.

Desde los años 30, esta bacteria se ha estado utilizando en pulverizaciones dirigidas a luchar contra numerosas plagas agrícolas y forestales, si bien su rápida biodegradación en condiciones de campo ha limitado su empleo a mayor escala.

#### **VARIETADES BOLLGARD: UN ALGODÓN QUE SE DEFIENDE SOLO**

Gracias al descubrimiento de que las propiedades insecticidas de *B. thuringiensis* residían en una proteína y a las avanzadas técnicas de biología molecular, científicos de Monsanto lograron obtener el gen de *B.*

*thuringiensis* que produce una las proteínas activas frente a las orugas plaga del algodón e introducirlo en el ADN de una célula de algodón. A partir de esta célula transformada, se consiguió reproducir una planta completa de algodón protegido contra insectos.

Las variedades de algodón Bollgard, contienen por tanto un gen procedente de la bacteria natural *B. thuringiensis* var. *kurstaki*, que permite a la propia planta producir pequeñas cantidades de una proteína insecticida (Bt) y defenderse de los daños causados por las larvas de las orugas. De esta forma se consigue que el algodón sin-

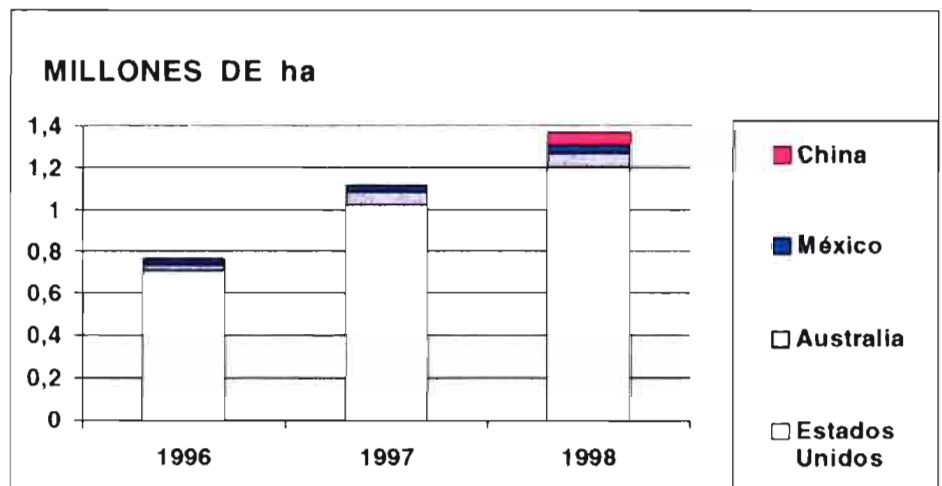
tetice su propia protección contra orugas, continuamente y en los órganos que son atacados por las larvas. Bastará con que las pequeñas orugas, después de salir del huevo, ingieran un poco de tejido vegetal para que mueran rápidamente.

Los primeros ensayos en campo con estas variedades comenzaron en 1990 bajo la supervisión del Departamento de Agricultura de los EEUU (USDA) y en 1996 se autorizó su comercialización en este país.

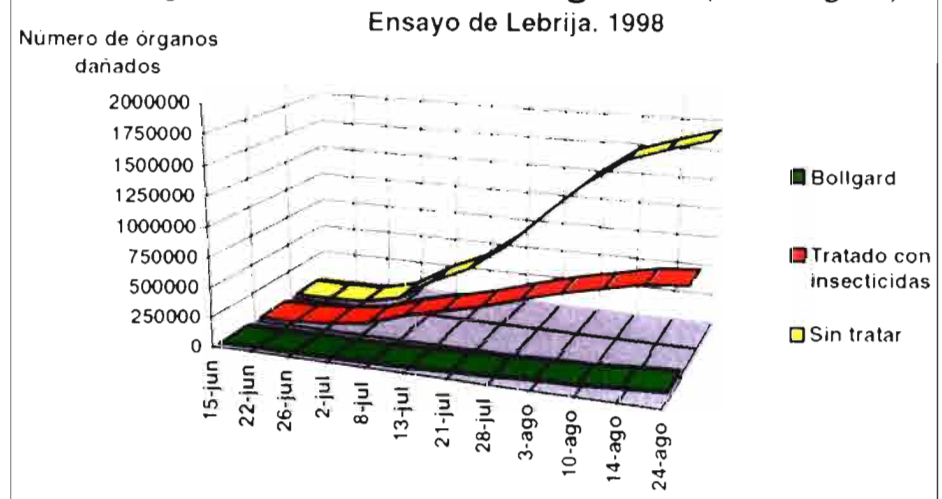
En ese primer año, 5.700 agricultores sembraron variedades Bollgard en más de 700.000 ha. Esta superficie representaba el

**Figura 1.**

### **Superficie con variedades de algodón Bollgard en USA, Australia, México y China**



**Figura 2. Heliotis en algodón (*H. armigera*)**



12% del algodón en EEUU (5.8 Mha en 1996) cifra nunca alcanzada en la introducción de nuevas variedades. Desde entonces, la superficie de las variedades de algodón protegidas con Bollgard ha aumentado de forma sostenida, habiendo sido autorizado recientemente en China, Argentina y Sudáfrica (Fig. 1). Para el año 1998, se estima que la superficie sembrada de algodón Bollgard en EEUU superará el millón de has.

### RESULTADOS CON ALGODÓN BOLLGARD EN ESPAÑA

De acuerdo con la Directiva Europea 90/220, la aprobación en España de variedades genéticamente modificadas como Bollgard requiere la autorización por mayoría cualificada de todos los estados miembros de la Unión Europea. Este proceso se inició en Diciembre de 1996 y se espera que la Comisión Europea emita su decisión en los próximos meses.

En 1996, 1997 y 1998, se han ensayado distintas variedades de algodón Bollgard en Andalucía. En estos ensayos se ha llevado a cabo un detallado seguimiento sobre el control de las variedades Bollgard frente a las distintas plagas de lepidópteros. Para ello se ha analizado el control observado en las parcelas con variedades Bollgard, las cuales no se trataron con insecticidas contra estas plagas, frente al nivel de protección en las variedades isogénicas convencionales tratadas y sin tratar. Los tratamientos contra otras plagas como pulgones o ácaros se aplicaron por igual a todas las parcelas cuando fue necesario.

A pesar de unos ataques moderados en los ensayos de 1996 y 1997, los resultados obtenidos respecto a la eficacia contra heliothis, earias y gusano rosado fueron consistentes con la experiencia comercial en EEUU.

Durante 1998, los ataques de heliothis han sido muy intensos, haciendo necesaria la aplicación de 3-4 tratamientos antes de finales de Julio. Los resultados preliminares muestran que pese a la gran cantidad de puestas de huevos observadas, el control de las larvas en las parcelas Bollgard, ha sido muy bueno (fig. 2), encontrándose un número de larvas y daños inferior al de las parcelas con múltiples tratamientos insecticidas.

Otro aspecto muy importante a valorar en estos ensayos ha sido la evolución de las poblaciones de insectos auxiliares, por su contribución en los programas de lucha integrada en algodón. Este seguimiento ha mostrado que la protección con Bollgard es mucho más respetuosa con las pobla-



ciones de *Orius*, *Nabis* y otros auxiliares importantes, que los tratamientos insecticidas utilizados actualmente, registrándose índices similares en las parcelas sin tratamientos y en las de variedades Bollgard.

### MANEJO DE LA RESISTENCIA

La aparición de insectos resistentes a insecticidas de síntesis es un problema ampliamente documentado en algodón, llegando a hacerse inviable su cultivo por esta razón en algunos países. En muchos casos el uso inadecuado de los insecticidas ha acelerado estos procesos y la falta de eficacia ha conllevado a un incremento de las dosis necesarias para controlar las plagas.

El gran valor de las variedades Bollgard está sujeto a los mismos riesgos, por lo que es recomendable un buen manejo que evite o al menos retrase lo máximo posible la aparición de resistencias. Monsanto ha sido la primera empresa que ha comercializado un producto con un plan de manejo de la resistencia. Este plan, que debe adaptarse después a las condiciones específicas de cada zona, se basa en los siguientes puntos clave:

- Conseguir una alta expresión de la proteína insecticida durante todas las fases del cultivo con el fin de que la descendencia del cruce entre los posibles insectos resistentes y los susceptibles sea también sensible (la resistencia a Bt generada en

condiciones de laboratorio ha resultado ser siempre recesiva).

- Establecer zonas refugio sembradas con variedades convencionales: el 20% de la superficie total de algodón si es tratada con insecticidas - diferentes del Bt - contra orugas, o el 4% en caso de que no reciban ningún tratamiento insecticida. En el caso concreto de España, la conveniencia de los refugios dependerá de la proporción de campos sembrados con variedades Bollgard en cada zona, la movilidad de cada especie y de la existencia de plantas espontáneas donde las orugas sensibles a Bollgard puedan multiplicarse.

- Finalmente, estas variedades deben ser incorporadas a los programas de manejo integrado y como tales se recomiendan todas las prácticas aconsejadas en los mismos: medidas culturales como el arranque y quema o enterrado de restos lo antes posible para disminuir la presión de selección, rotación de cultivos, etc.

### UNA LABOR CONTINUA DE INVESTIGACIÓN

Para evitar la aparición de resistencias y para salvaguardar el valor de esta tecnología Monsanto continúa investigando en la búsqueda de otros genes con distintos modos de acción que puedan proteger al algodón. Asimismo sigue trabajando junto a los agricultores para ofrecerles nuevas alternativas en el control de malas hierbas como las variedades de algodón Roundup Ready\* que mejorarán la rentabilidad y permitirán una mayor sostenibilidad de este cultivo.

(\*) Roundup Ready es una marca registrada de Monsanto

### REFERENCIAS:

- ALVARADO, M. y DURAN, J.M. 1996. Incidencias climáticas y fitosanitarias en los cultivos españoles durante 1995: Algodón. *Phytoma España* 77, 18-23.
- ALVARADO, M., E. ARANDA, J.M. DURAN, J.L. JIMÉNEZ, J. MATEOS y P. TORRENT. 1997. TRIANA algodón. Programa informático para el manejo integrado. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. 155 p.
- GARCÍA OLMEDO, F., 1998. La Tercera Revolución Verde. Plantas con luz propia. Editorial Debate, Madrid, 209 p.
- PEFEROEN, M., 1997. Progress and Prospects for field use of Bt genes in crops. *Trends in Biotechnology*, 15: 173-177.
- TABASHNIK, B., 1994. Evolution of Resistance to *Bacillus thuringiensis*. *Annual Review of Entomology*, 39: 47-79.