

## Resultados en España con variedades de algodón, protegidas genéticamente contra las orugas de las cápsulas

C. NOVILLO, J. SOTO y J. COSTA

Las variedades de algodón modificadas genéticamente, derivadas del evento de transformación en la línea Coker 312, denominado línea IPC 531\*, han incorporado a su información genética un gen de la bacteria del suelo *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, que codificando la producción de una proteína insecticida por la propia planta les confiere resistencia frente a diversos lepidópteros plaga. Los ensayos en Andalucía por tercer año consecutivo confirman su protección frente a los daños causados por las orugas de las cápsulas *Helicoverpa armigera* (Hb.), *Pectinophora gossypiella* (Saund.) y *Earias insulana* (Boisd.). Además de evitar gran parte de los tratamientos insecticidas (15,8 l/Ha en los ensayos durante 1998), se ha comprobado su respeto hacia cinco especies de artrópodos auxiliares, por lo que estas variedades constituyen una herramienta de gran interés para ser considerada en los programas de control integrado de plagas, en algodón.

NOVILLO, C., SOTO, J. y COSTA J.: Monsanto España, S.A. División Agricultura. Avda. Burgos 17, 10.ª - 28036 MADRID.

**Palabras clave:** *Helicoverpa armigera*, *Pectinophora gossypiella*, *Earias insulana*, *Bacillus thuringiensis*, fauna auxiliar, algodón Bt, IPC 531.

### INTRODUCCIÓN

La sanidad vegetal sigue ocupando en la actualidad uno de los apartados más importantes de pérdidas de producción de fibra y gastos en el cultivo del algodón. En el caso concreto de las plagas, a pesar de que este cultivo absorbe un 24% del mercado mundial de insecticidas (COLLIOT y LE ROUX DE BRETAGNE, 1993) se estima que todavía las pérdidas causadas por los insectos fitófagos suponen un 15% de la producción potencial de fibra (OERKE *et al.*, 1994). Esta situación unida a la creciente demanda social de una agricultura sostenible y más respetuosa con el medio ambiente, hace necesario seguir trabajando en la búsqueda de nuevos métodos de control que puedan ser incorporados a los programas de control integrado.

Los grandes avances acontecidos durante las últimas décadas en el campo de la biología molecular de plantas han abierto una vía de enorme interés para mejorar la resistencia a plagas de las plantas cultivadas (BOULTER, 1993; ESTRUCH *et al.*, 1997; GARCÍA-OLMEDO, 1998). Las primeras realizaciones derivadas de esta estrategia, que ya han sido comercializadas, son las plantas denominadas genéricamente «plantas Bt», porque incorporan a su material genético distintos genes que codifican las  $\delta$ -endotoxinas que produce la bacteria del suelo *Bacillus thuringiensis*. Entre los distintos cultivos que han incorporado esta estrategia de protección se encuentran las variedades de algodón que incorporan el evento de transformación obtenido por Monsanto en la línea Coker 312 denominada línea IPC 531\*, por el

\* Estas variedades se comercializan en EE.UU. y otros países con el adjetivo Bollgard®

que incorporan a su información genética un gen procedente de la bacteria del suelo *B. thuringiensis* var. *kurstaki*. La proteína que codifica este gen protege a las variedades que lo incorporan de los daños causados por larvas de lepidópteros que se alimentan de botones florales y cápsulas.

Tras numerosos años de investigación en laboratorio y campo (1988-1995), y después de ser evaluadas por distintas instituciones en E.E.U.U. (FDA, USDA y EPA), estas variedades fueron aprobadas y comercializadas por primera vez en 1996. Desde entonces otros países como Australia, Méjico, China, Argentina y Sudáfrica, se han ido sumando a la aprobación de su cultivo, alcanzándose el año pasado una cifra superior a 1.200.000 Has en todo el mundo. La autorización para su comercialización en Europa se encuentra pendiente de aprobación, contando con el informe favorable del Comité Científico de Plantas (DG XXIV, 1998).

En Andalucía, donde se concentra más del 90% de la superficie total nacional, la protección del cultivo frente a plagas sigue ocupando un capítulo importante de insumos y gastos a lo largo del ciclo del cultivo (SÁNCHEZ-MALO, 1991), si bien el programa ATRIA, que lleva funcionando desde 1979, ha aportado importantes avances en la implementación de un manejo integrado de las plagas (ALVARADO y DURÁN, 1996; DURÁN, 1999).

Entre los problemas fitosanitarios destacan las especies *Helicoverpa armigera* (Hübner), llamada comúnmente heliothis, *Pectinophora gossypiella* (Saunders), conocida como gusano rosado y *Earias insulana* (Boisduval) a la que se suele denominar earias. Estas tres especies ocasionan importantes daños al cultivo al alimentarse de botones florales y cápsulas (Fig 1), y en conjunto, implican más del 50% de los tratamientos insecticidas a lo largo del cultivo (ALVARADO y DURÁN, 1996).

Desde 1996 se han llevado a cabo ensayos de campo en Andalucía obteniendo resultados consistentes con la experiencia comer-



Fig. 1. - Daños por larvas de *H. armigera* en cápsulas de algodón. Dcha: cápsula de algodón modificada genéticamente, resistente. Izda: cápsula de algodón convencional, susceptible.

cial de otros países (ORTIZ, E., SERRANO, A. y TORRENT, P., datos no publicados). En este trabajo se presentan los ensayos llevados a cabo durante 1998, así como los resultados y conclusiones que se han podido obtener de los mismos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

En 1998 se establecieron 5 ensayos, cuatro de ellos localizados en la provincia de Sevilla (Dos Hermanas, Las Cabezas de San Juan, Lebrija y San José de la Rinconada) y uno en Jaén (Marmolejo). El diseño experimental en todos ellos fue de bloques al azar, con 6 repeticiones de tres tratamientos: variedad IPC 531 a la que no se aplicó ningún tratamiento insecticida contra los lepidópteros plaga *H. armigera*, *P. gossypiella* y *E. insulana*; su correspondiente línea isogénica no modificada (variedad de algodón convencional) a la que se protegió contra las larvas de los lepidópteros mencionados siguiendo las aplicaciones insecticidas que se vienen utilizando en este cultivo; y como tercera variable la variedad de algodón convencional exenta de aplicaciones insecticidas contra las especies citadas. Las dimensiones de cada parcela experimental fueron 11,4 × 40 m.

La evaluación de la protección frente a fitófagos plaga se realizó mediante un muestreo semanal de 20 plantas al azar, en cada parcela experimental, siguiendo los protocolos que se detallan a continuación. En el caso de *H. armigera* y *E. insulana*, se examinaba toda la planta para evaluar el número de huevos y larvas, anotando el estadio de las mismas, así como el número de botones florales y cápsulas dañadas. El seguimiento de *P. gossypiella*, se estableció mediante conteo de «farolillos» en las flores para la 2.<sup>a</sup> generación de esta especie y evaluación en cápsulas receptoras para las posteriores. Para llevar a cabo un seguimiento de las poblaciones de adultos, se instalaron dos trampas de feromonas de tipo funnel por especie, en cada uno de los campos.

Otros insectos plaga como pulgones, (*Aphis gossypii*) araña roja (*Tetranychus urticae*) o mosca blanca (*Bemisia tabaci*) se evaluaron a partir de conteos del número de ninfas y adultos en hojas tomadas al azar.

La evaluación de los niveles de artrópodos auxiliares (Géneros *Orius*, *Nabis* y *Geocoris*, *Chrysoperla carnea* y distintos coccinélidos principalmente) así como de diversas chinches fitófagas (Géneros *Creontiades*, *Lygus* y *Oxycarenus* principalmente) fueron evaluadas mediante el método de la «sábana» (ALVARADO, *et al.*, 1998a; 1998b), utilizando un paño blanco de dimensiones 1 x 1 m (Fig 2). Finalmente la incidencia de larvas de lepidópteros defoliadores como *Spodoptera exigua* y *S. littoralis* se fue registrando mientras



Fig. 2. - Evaluación de fauna auxiliar y chinches fitófagas en ensayos de campo, mediante muestreo con «sábana».

se realizaba alguna de las evaluaciones mencionadas.

Los tratamientos insecticidas aplicados en las parcelas experimentales con la isolínea no modificada, tratada contra *H. armigera*, *E. insulana* y *P. gossypiella*, se realizaron en las mismas fechas y con los mismos productos que el agricultor colaborador aplicó en sus parcelas contiguas, siguiendo los umbrales de tratamiento recomendados (ALVARADO y DURÁN, 1996). Los tratamientos contra especies distintas de las mencionadas se aplicaron a todas las parcelas, eligiendo productos específicos para las parcelas de algodón modificado genéticamente cuando los productos empleados por el agricultor tenían efecto sobre las tres especies mencionadas.

Cuadro 1. - Oviposición de *H. armigera* en los distintos tratamientos de los ensayos

Tratamiento	Σ huevos en 20 plantas <sup>1</sup>				
	D. Hermanas	Las Cabezas	Lebrija	San José R.	Marmolejo
IPC 531	72,0 ± 8,2 a	57,0 ± 5,3 a	53,5 ± 4,4 a	149,0 ± 17,9 a	7,6 ± 1,7 a
CONVENCIONAL NT	69,3 ± 4,0 a	60,0 ± 2,6 a	51,2 ± 2,9 a	155,3 ± 40,1 a	11,2 ± 3,0 a
CONVENCIONAL T	76,8 ± 6,9 a	52,8 ± 3,5 a	60,5 ± 5,4 a	147,5 ± 18,7 a	10,4 ± 2,3 a

(<sup>1</sup>) Medias ± ES de los conteos acumulados desde la segunda semana de Junio a la primera de Septiembre, excepto en el ensayo de Marmolejo, donde los conteos se prolongaron durante Septiembre (N = 6). Las medias seguidas de la misma letra, no muestran diferencias significativas (P = 0,05; Test de Dunnett).

Cuadro 2. - Larvas de *H. armigera* supervivientes (>3<sup>rd</sup> estadio) en los distintos tratamientos

Tratamiento	$\Sigma$ No. larvas en 20 plantas <sup>1</sup>			
	D. Hermanas	Las Cabezas	Lebrija	San José R.
IPC 531	1,3 ± 0,9 a	1,3 ± 0,6 a	0,5 ± 0,2 a	0,3 ± 0,2 a
CONVENCIONAL T	8,0 ± 0,8 b	9,0 ± 1,5 b	3,2 ± 0,6 b	5,7 ± 1,2 b
CONVENCIONAL NT	16,0 ± 0,9 c	18,3 ± 3,2 c	9,3 ± 1,0 c	15,2 ± 2,0 c

<sup>1</sup> Medias ± ES de los conteos acumulados desde la segunda semana de Junio a la primera de Septiembre (N = 6). Las medias seguidas de la misma letra, no muestran diferencias significativas (P = 0,05; Test de Dunnet).

Cuadro 3. - Botones florales y cápsulas dañados en los distintos tratamientos

Tratamiento	$\Sigma$ Botones y cápsulas dañados/20 plantas <sup>1</sup>			
	D. Hermanas	Las Cabezas	Lebrija	San José R.
IPC 531	14,7 ± 2,6 a	14,3 ± 3,1 a	8,3 ± 2,2 a	8,5 ± 1,6 a
CONVENCIONAL T	74,8 ± 4,9 b	127,0 ± 9,0 b	63,0 ± 3,5 b	79,2 ± 9,2 b
CONVENCIONAL NT	214,0 ± 17,6 c	256,0 ± 14,1 c	153,3 ± 12,9 c	178,0 ± 18,1 c

<sup>1</sup> Medias ± ES de los conteos acumulados desde la segunda semana de Junio a la primera de Septiembre (N = 6). Las medias seguidas de la misma letra, no muestran diferencias significativas (P = 0,05; Test de Dunnet).

Estas aplicaciones se realizaron mediante equipos de tratamientos estándar acoplados al tractor, utilizando un volumen de caldo 300-400 l/Ha y a presión de 10-12 bares.

Una vez alcanzada la madurez final del cultivo, se tomaron 15 plantas al azar de cada tratamiento y se realizó un mapeo de las plantas para determinar la retención de frutos en cada posición de las ramas fructíferas.

La cosecha tuvo lugar en el momento en el que más del 90% de las cápsulas se encontraban abiertas. Se utilizó una cosechadora estándar de cuatro hileras, de modo que se recogieron los 8 surcos centrales de cada parcela experimental (304 m<sup>2</sup>).

## RESULTADOS

Durante 1998 tuvo lugar un ataque intenso y generalizado de *H. armigera* en toda la cuenca del Guadalquivir, registrándose constantes puestas de huevos. En el cuadro 1 se

indican las medias resultantes de los conteos llevados a cabo en los distintos tratamientos de cada campo de ensayo. En estos resultados destaca el alto número de puestas encontradas y la distribución aleatoria de las mismas entre las distintas parcelas experimentales, no encontrándose diferencias significativas entre las distintas variables. La elevada incidencia de esta especie hizo necesario aplicar un elevado número de tratamientos insecticidas, alcanzándose una media de 4,2 aplicaciones en las parcelas con algodón convencional tratado.

*P. gossypiella* tuvo menor incidencia en las localidades donde se situaban los ensayos. La tercera especie objeto de estudio, *E. insulana*, sólo ocasionó problemas importantes en el ensayo situado en Marmolejo (Jaén). Considerando las tres especies mencionadas, se registró una media de 5,6 tratamientos insecticidas a lo largo del ciclo del cultivo. Las materias activas utilizadas fueron endosulfán (2-3 l/Ha), y mezclas de éste con

metomilo (1-1,5 l/Ha) contra *H. armigera*, piretroides (0,75-1 l/Ha) contra *P. gossypiella* y mezclas de estos productos contra *E. insulana*. El volumen medio de insecticidas utilizado para proteger al algodón convencional contra estas tres especies alcanzó 15,8 l/ha.

Los tratamientos contra pulgón fueron a base de carbosulfán (1,5 l/Ha) o dimetoato (1,5 l/Ha). Para araña roja se aplicó dicofol más tetradifón (1-3 l/Ha) en dos localidades, propargita (2 l/Ha) o abamectina (0,3 l/Ha) en otras dos y no fue necesario aplicar ningún tratamiento en Jaén. En la primera semana de Septiembre, el ensayo situado en Lebrija (Sevilla) sufrió una fuerte infestación de *S. littoralis* realizándose un tratamiento generalizado a toda la parcela con endosulfán (3 l/Ha) y metomilo (11/Ha). El valor resultante de los tratamientos dirigidos a todas estas especies fue de 2 aplicaciones por parcela. No fue necesario realizar ningún tratamiento adicional contra alguna de

estas especies en las parcelas con algodón IPC 531.

A pesar de la elevada presión de larvas de *H. armigera*, no fue necesario aplicar tratamientos complementarios en las parcelas experimentales con la variedad IPC 531 y el número de larvas de *H. armigera* supervivientes fue significativamente inferior al encontrado en las parcelas tratadas con insecticidas orgánicos de síntesis (Cuadro 2). Consecuentemente, el número de botones y cápsulas dañados por esta especie fue significativamente inferior en las parcelas de algodón IPC 531 (Cuadro 3).

En la figura 3 se representa la evolución estimada de los daños registrados en cada uno de los tratamientos, en el ensayo localizado en Las Cabezas de San Juan (SE), figura que se repitió en los otros ensayos localizados en esta provincia. Aquí puede apreciarse el control parcial encontrado en las parcelas de algodón convencional tratado frente al excelente control observado en las parcelas con IPC 531.

**Daños por larvas de *H. armigera* sobre órganos fructíferos**  
Ensayo en Las Cabezas de San Juan (SE), 1998

Botones y cápsulas dañados/Ha

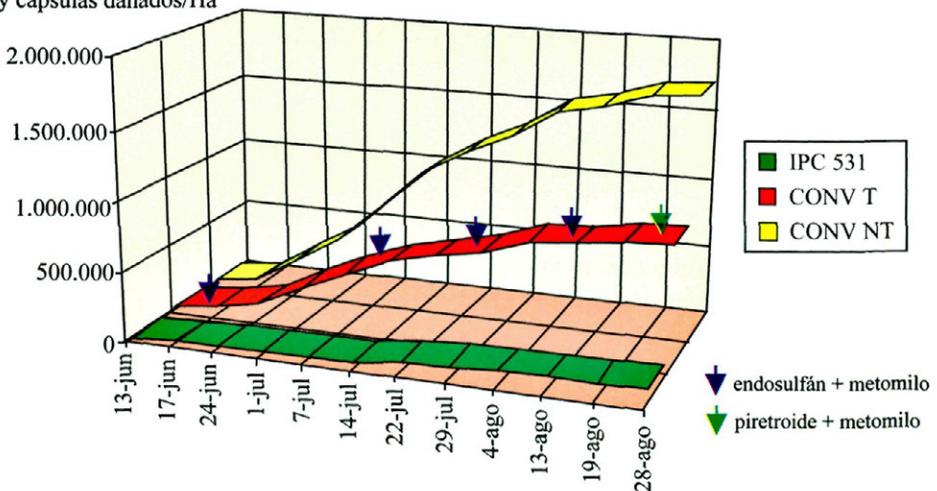


Fig. 3. - Evolución de los daños causados por larvas de *H. armigera* sobre botones florales y cápsulas. (CONV T: variedad convencional de algodón protegida con tratamientos insecticidas; CONV NT: la misma variedad sin aplicar tratamientos insecticidas; IPC 531: variedad protegida genéticamente).

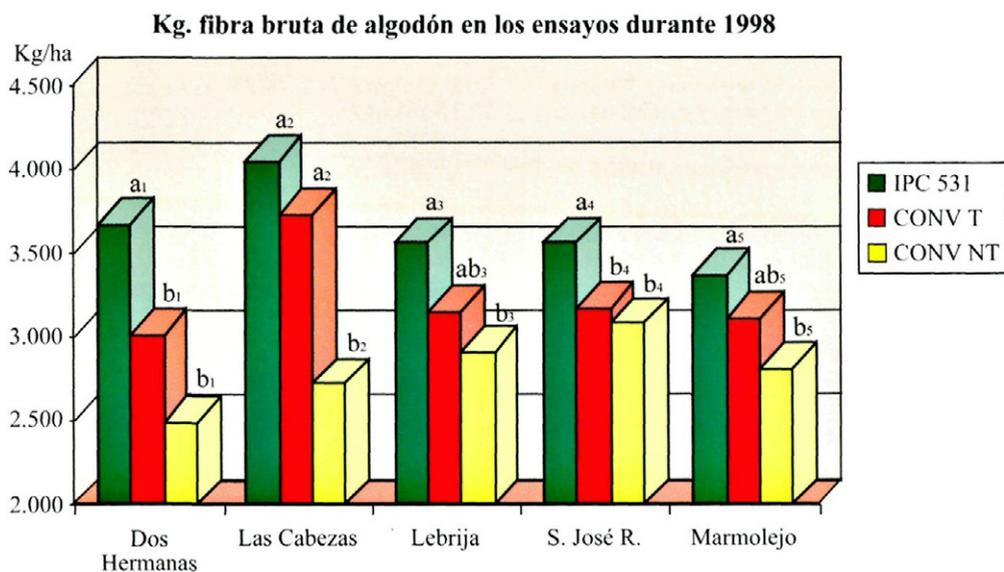


Fig. 4. - Producción media de fibra bruta de algodón, estimada en los ensayos de campo durante 1998. (N = 6). Las medias seguidas de la misma letra no difieren significativamente (P = 0,05, Test de Duncan).

Cuadro 4. - Larvas de *E.insulana* supervivientes (>3<sup>rd</sup> estadio) y daños en los distintos tratamientos. Ensayo en Marmolejo (J)

Tratamiento	Σ No. larvas / 20 plantas <sup>1</sup>	Org dañados / 20 plantas <sup>2</sup>
IPC 531	0,0 ± 0,0 a	3,0 ± 1,5 a
CONVENCIONAL T	3,0 ± 0,5 b	58,6 ± 7,8 b
CONVENCIONAL NT	7,8 ± 1,5 c	62,6 ± 5,8 b

<sup>1</sup> Medias ± ES de los conteos acumulados desde la segunda semana de Junio hasta finales de Septiembre (N = 6). Las medias seguidas de la misma letra, no muestran diferencias significativas (P = 0,05; Test de Dunnet).

Cuadro 5. - Retención de frutos en las dos primeras posiciones de las ramas fructíferas

Tratamiento	% Retención de frutos en 1. <sup>a</sup> y 2. <sup>a</sup> posición <sup>1</sup>			
	D. Hermanas	Las Cabezas	Lebrija	San José R.
IPC 531	48,6	74,8	80,8	83,4
CONVENCIONAL NT	41,3	43,3	53,5	63,7
CONVENCIONAL T	41,0	60,2	68,4	73,3

<sup>1</sup> Valoraciones realizadas en la última semana de Agosto sobre 15 plantas al azar de cada tratamiento (Plant Mapping Program, 7.0; Texas A&M).

En el ensayo localizado en la provincia de Jaén, donde tuvo lugar un ataque importante de *E. insulana*, también se constató una protección efectiva en la variedad IPC 531, frente a una protección parcial de los productos insecticidas aplicados de acuerdo a las prácticas actuales (Cuadro 4).

Los conteos realizados para evaluar la protección frente a larvas de *P. gossypiella*, mostraron siempre un control muy alto en la variedad IPC 531, si bien en ninguno de los campos de ensayo se detectaron ataques de gran importancia económica, al no tener importancia la segunda generación, y tener lugar la tercera cuando el número de cápsulas receptivas constituía un porcentaje bajo respecto del total.

La mejor protección en la variedad IPC 531 frente a los daños causados por larvas de *H. armigera*, principal problema fitosanitario durante la campaña 98, dio como resultado una mayor retención de frutos en las primeras posiciones de las ramas fructíferas (Cuadro 5) y se tradujo finalmente en un incremento de producción frente a los programas convencionales de protección aplicando insecticidas orgánicos de síntesis (Fig. 4).

Por otro lado, la evaluación de los niveles de fauna auxiliar ha dado como resultado una mayor protección de diversas chinches auxiliares. En la figura 5 se representa los niveles de *Orius* spp. estimados a partir de los muestreos con «sábana» y en la figura 6 los correspondientes a *Nabis* spp. Las tendencias observadas en esta figuras muestran un acusado efecto negativo de los insecticidas sobre estas especies frente a unos niveles del mismo orden en parcelas no tratadas o con la variedad IPC 531. Estas diferencias se repitieron para las otras especies más frecuentes como *Geocoris* spp y *Deraeocoris* spp., si bien las dos especies representadas fueron más numerosas en todos los ensayos. El seguimiento de los niveles poblacionales de larvas de *Chrysoperla carnea* fue el único que no mostró diferencias notables entre las distintas estrategias de protección, pero en ningún caso se detectó que en las parcelas con algodón IPC 531 las poblaciones de artrópodos auxiliares evaluadas por este método se vieran afectadas por la modificación genética, aparte de la propia dinámica de las poblaciones (Fig. 7).

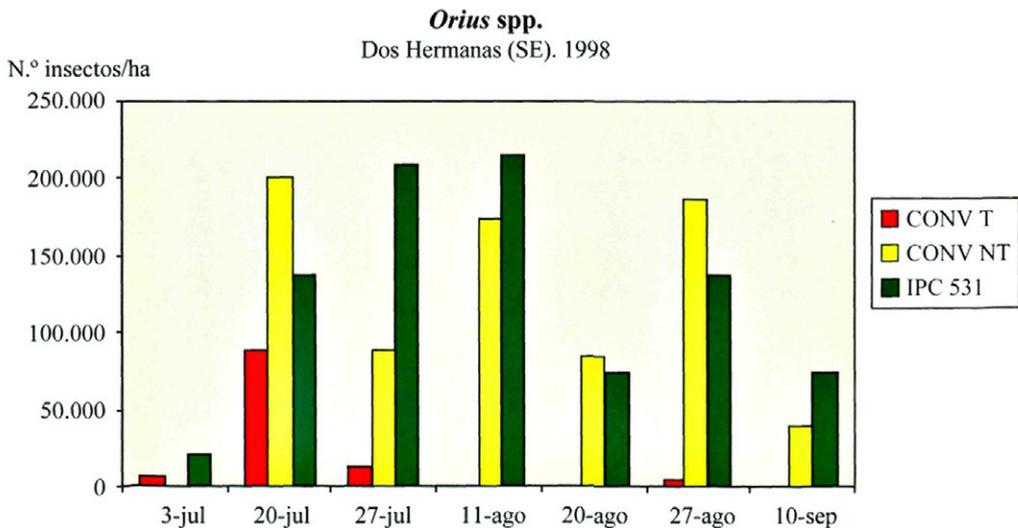


Fig. 5. - Niveles medios de *Orius* spp. estimados a partir de muestreo con sábana (N=4). Los tratamientos aplicados en las parcelas tratadas fueron: endosulfán (8/6; 16/6); endosulfán + metomilo (6/7); endosulfán (13/7); endosulfán + piretroide (23/7); piretroide (7/8; 24/8).

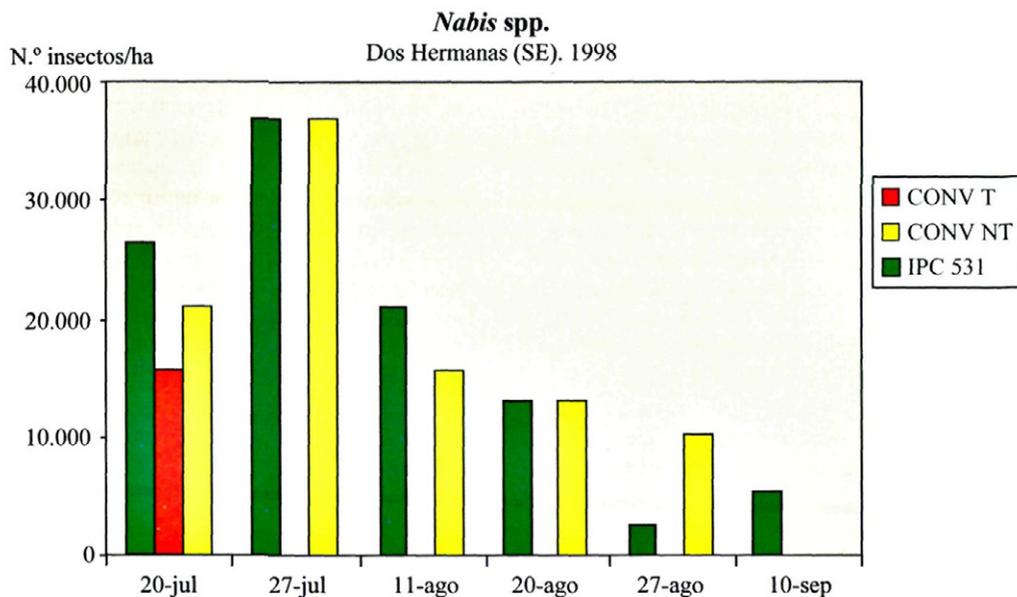


Fig. 6. - Niveles medios de *Nabis spp.* estimados a partir de muestreo con sábana (N = 4). Los tratamientos aplicados en las parcelas tratadas fueron los indicados en la Fig.5.

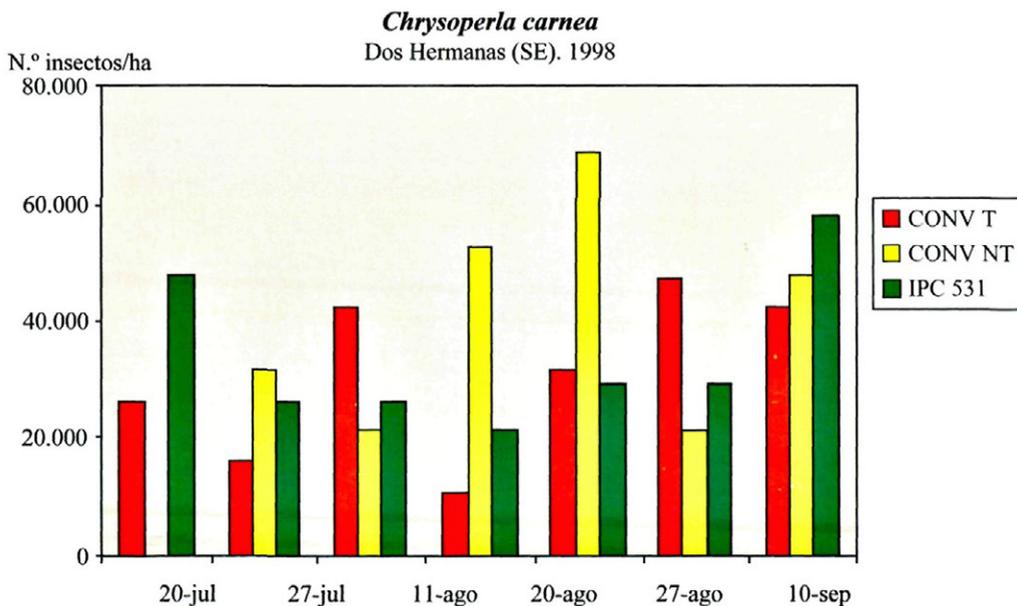


Fig. 7. - Niveles medios de *Chrysoperla carnea* estimados a partir de muestreo con sábana (N = 4). Los tratamientos aplicados en las parcelas tratadas fueron los indicados en la Fig.5.

## DISCUSIÓN

Las variedades de algodón protegidas contra insectos IPC 531 constituyen una de las primeras aplicaciones de las técnicas de ADN recombinante en la mejora de la resistencia a plagas (PERLACK *et al.*, 1990). Después de diversos años de ensayo y comercialización en distintos países, se ha podido comprobar su eficacia frente a distintas especies de lepidópteros plaga (CARLSON *et al.*, 1998; BENNETT, 1998) y los beneficios ambientales y económicos de esta estrategia de protección (MULLINS y MILLS, 1999).

*H. armigera* constituye en la actualidad uno de los problemas fitosanitarios clave del cultivo del algodón en Andalucía y en muchos otros países. La importancia de los ataques de esta plaga y la selección de poblaciones resistentes a un gran número de insecticidas determina que existan importantes dificultades para realizar un control adecuado de esta especie, sin perturbar el complejo de artrópodos que constituyen la fauna auxiliar (DURÁN, 1999). Durante 1998 y bajo pobla-

ciones muy altas de esta especie, los resultados de los ensayos de campo son consistentes con la experiencia comercial en otros países y con los resultados de ensayos llevados a cabo en Andalucía durante los años anteriores. La distribución aleatoria de las puestas muestra la elevada y homogénea incidencia de esta especie durante la campaña 98, sobre las distintas parcelas experimentales y contrasta con el número de larvas supervivientes y órganos fructíferos dañados, que siempre fue significativamente superior en los programas convencionales de protección del algodón. Esta mayor eficacia puede explicarse considerando que al utilizar la resistencia intrínseca de la planta el agente de fitoprotección está presente desde el momento en que la larva comienza a alimentarse del tejido vegetal, por lo que el control se realiza desde el primer estadio larval. Las ventajas de esta estrategia resultan aún más importantes cuando se dirige a plagas con hábitos endófitos como ocurre con *P. gossypiella* (ALVARADO *et al.*, 1986), o en las que resulta difícil el seguimiento de las poblaciones, como es el caso de *E. insulana*.



Fig. 8. - Campo de ensayo en Las Cabezas de San Juan (SE). Izda: variedad de algodón convencional. Dcha: variedad de algodón modificada genéticamente, resistente a lepidópteros.

Por otra parte, este tipo de protección presenta importantes ventajas medioambientales y una mayor seguridad para los usuarios, al encontrarse confinado el producto protector en la planta (sólo afectará a los insectos fitófagos que tratan de dañar la planta) y por la alta especificidad de la proteína expresada (FISCHHOFF, 1996). Los ensayos de campo con variedades de algodón IPC 531, en Andalucía, confirman estas premisas y así, pese al tamaño de las parcelas experimentales se observaron diferencias significativas en las poblaciones de los heterópteros depredadores más frecuentes en el algodón como *Orius* spp, *Nabis* spp, *Geocoris* spp y *Deraeocoris* spp. (DURAN *et al.*, 1998a). Las razones que podrían justificar por qué los resultados de la evaluación de las poblaciones de *Chrysoperla carnea* no muestran el mismo efecto negativo de los insecticidas aplicados son una mayor resistencia a los insecticidas utilizados y/o que el método de evaluación no sea el más adecuado para esta especie. En cualquier caso, los niveles registrados en las parcelas de algodón IPC 531 muestran la oportunidad que estas variedades ofrecen para utilizar la lucha biológica en los programas de control y para evitar los desequilibrios que conducen a la aparición de plagas secundarias.

La mejor protección ofrecida por la variedad IPC 531, se reflejó en una retención

mayor de frutos y un cultivo mejor protegido (Figura 8), cuya producción de fibra bruta fue superior en un 12% a la obtenida con los programas de control que actualmente están utilizándose con las variedades convencionales.

Para lograr estos beneficios será importante que el algodón resistente a insectos sea manejado de forma adecuada, en primer lugar, incluyéndolo en los programas de manejo integrado que permitan maximizar la capacidad de estas variedades para controlar las plagas objetivo y favorezcan el control biológico de otras plagas, y en segundo lugar, implementando un manejo adecuado de la resistencia, incluyendo el mantenimiento de zonas refugio con variedades convencionales, que asegure la durabilidad de su eficacia, mientras se previene y retrasa la aparición de poblaciones de insectos resistentes. En esta tarea se requerirá el compromiso de los agricultores y la colaboración de los técnicos integrantes de los programas de manejo integrado de plagas en algodón.

## AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo fue realizado gracias a la colaboración de los agricultores: Javier Fernández, Manuel Fernández, José Pedrajas, Francisco Díaz, Leopoldo Parias y José Muñoz.

## ABSTRACT

NOVILLO C.; J. SOTO y J. COSTA, 1999: Resultados en España con variedades de algodón, protegidas genéticamente contra las orugas de las cápsulas. *Bol. San. Veg. Plagas*, 25 (3): 383-393.

Genetically modified cotton derived from Coker 312 line identified as IPC 531\*, is tolerant to certain lepidopteran pests by expressing an insecticidal protein from the soil bacteria *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*. By third consecutive year, field trials in Andalusian region confirmed its protection from *Helicoverpa armigera* (Hb.), *Pectinophora gossypiella* (Saund.) y *Earias insulana* (Boisd.) larvae damages. In addition to avoid a high number of insecticidal treatments (15.8 l/Ha in field trials during 1998), it has been proved its respect to five species of beneficial arthropods. These characteristics make insect resistant cotton a useful tool to be considered in integrated pest management for cotton.

**Key words:** *Helicoverpa armigera*, *Pectinophora gossypiella*, *Earias insulana*, *Bacillus thuringiensis*, beneficial arthropods, Bt cotton, IPC 531.

## REFERENCIAS

- ALVARADO, M., y DURÁN, J. M., 1996: Incidencias climáticas y fitosanitarias en los cultivos españoles durante 1995: Algodón. *Phytoma España*, 77: 18-23.
- ALVARADO, M.; DURÁN, J. M.; ARANDA, E.; PAEZ, J. I.; DE LA ROSA, A.; SERRANO, A., y VEGA, J. M., 1986: Ensayo de productos y técnicas de lucha contra gusano rosado (*Pectinophora gossypiella* Saund.) en algodón. 2º *Symposium Nacional de Agroquímicos*. Sevilla.
- BENNETT, A. L., 1998. Performance of genetically transformed Bt-cotton in South Africa, and implications for emerging, small scale farmers. *World Cotton Research Conference 2*. Athens. Greece.
- BOULTER, D., 1993 Insect pest control by copying nature using genetically engineered crops. *Phytochemistry*, 34: 1453-1466
- CARLSON, G. A.; MARRA, M. C., y HUBBELL, B. J., 1998: Yield, Insecticide Use, and Profit Changes from Adoption of Bt Cotton in the Southeast. pp. 973-974. *Proceedings Beltwide Cotton Conf.*, National Cotton Council, Memphis. U.S.A.
- COLLIOT, F., y LE ROUX DE BRETAGNE, L., 1993: Lutte contre les ravageurs. Evolution du marche mondial des produits. *International Conference on Pests in Agriculture*, 1: 1-9. Montpellier. France.
- DG XXIV. 1998. Opinion of the Scientific Committee on Plants on the genetically modified cotton line, insect-tolerant notified by the Monsanto Company (notification C/ES/96/02). 14 of July. 6 pág.
- DURÁN, J. M.; ALVARADO, M.; SERRANO, A., DE LA ROSA, A., y ORTIZ, E., 1998a: Chinchas auxiliares del algodón en Andalucía Occidental. *Bol. San. Veg. Plagas*, 24: 113-126.
- DURÁN, J. M.; ALVARADO, M.; SERRANO, A., DE LA ROSA, A., y ORTIZ, E., 1998b: Contribución al conocimiento de las chinchas (*Heteroptera*) fitófagas del algodón en Andalucía Occidental. *Bol. San. Veg. Plagas*, 24: 817-828.
- DURÁN, J. M., 1999: La producción integrada y el algodón en Andalucía. 6.º *Symposium Nacional de Sanidad Vegetal*. Sevilla.
- ESTRUCH, J.; CAROZZI, N.; DESAI, N.; DUCK, N.; WARREN, G. y KOZIEL, M., 1997: Transgenic plants: An emerging approach to pest control. *Nature Biotechnology*, 15: 137-141.
- D., AND FISCHHOFF, D. A., 1996: Insect-resistant crop plants pp. 214-227. En *Biotechnology and Integrated Pest Management*. Persley, G. J. (ed.). C.A.B. International, Wallingford, U.K.
- GARCÍA OLMEDO, F., 1998: La tercera revolución verde. Plantas con luz propia. Editorial Debate S.A. Madrid. 209 pp.
- MULLINS, J. W. y MILLS, J. M., 1999: Economics of Bollgard versus non-Bollgard cotton in 1998. *Proceedings Beltwide Cotton Conf.*, National Cotton Council, Memphis. U.S.A.
- OERKE, E. C.; DEHNE, H. W.; SOCHENBECH, F. y WEBER, A., 1994 Crop Production and Crop Protection. Estimated losses in major food and cash crops. Ed. Elsevier. Amsterdam. 808 pp.
- PERLACK, F. J.; DEATON, R. W.; ARMSTRONG, T. A.; FUCHS, R. L.; SINS, S. R.; GREENENPLATE, J. T. y FISCHHOFF, D. A., 1990: Insect resistant cotton plants. *Bio/Technology* 8: 939-943.
- SÁNCHEZ-MALO, J. L., 1991: ATRIA-Algodón, un programa de lucha integrada contra las plagas del cultivo del algodón. *Phytoma España*, 33: 35-40.

(Recepción: 4 junio 1999)  
(Aceptación: 11 julio 1999)