

Evolución de la utilización de variedades mejoradas genéticamente

Las variedades más demandadas por los agricultores son la soja, el maíz y el algodón

En este artículo se analiza la evolución positiva de los principales cultivos genéticamente mejorados en todo el mundo y los beneficios que obtienen con éstos los agricultores, lo que justifica este crecimiento.

● David Carpintero.

Monsanto Agricultura España S.L.

Desde 1996, la superficie cultivada en todo el mundo con variedades genéticamente mejoradas sigue subiendo año tras año a un ritmo que refleja la satisfacción de los agricultores. La superficie global sembrada con variedades genéticamente mejoradas fue de 44,2 millones de hectáreas en el año 2000, que equivale a una superficie que casi duplica la extensión total del Reino Unido. Los beneficios aportados por estas variedades van desde una mayor rentabilidad, mayor comodidad de cultivo, menor aporte de insecticidas, hasta mayor seguridad para el medio ambiente. En palabras de Jacques Diouf, director general de la FAO, «es evidente que la tecnología de la ingeniería genética y los organismos modificados genéticamente tienen el potencial de mejorar sustancialmente la eficiencia y productividad de la producción agrícola». Actualmente, numerosos agricultores de varios países se benefician de estas ventajas en el cultivo de soja, maíz, algodón y colza.

Variedades mejoradas genéticamente de soja

Las variedades de soja tolerante a herbicida fueron, con gran diferencia, el cultivo genéticamente mejorado más extendido en todo el mundo y se cultivaron de forma comercial en seis países en el año 2000: Estados Unidos, Argentina, Canadá, México, Rumanía y Uruguay; con una superficie total de 25,8 millones de hectáreas. Los agricultores dispusieron para ello de más de 1.000 variedades distintas de soja Roundup Ready® y 150 compañías de semillas diferentes entre las que poder elegir.

Originaria de Asia, la soja era un cultivo minoritario a principios de siglo en Estados Unidos. En los años 30, se desarrolló un plan de mejora basado en la adaptación de variedades foráneas, y entre los años 40 y 70 se desarrolló un plan de mejora vegetal que condujo a incrementos de cosecha superiores al 25%, así como una mejora notable de la calidad. Todos los cultivares comerciales actuales se han obtenido por cruces artificiales. Desde los años 70, el esfuerzo se fue enfocando a la mecanización, racionalización y mejora de las técnicas de cultivo. De esta forma ya en 1994, un 50 % de la superficie de soja de Estados Unidos estaba bajo alguna forma de agricultura de conservación. Cuando la biotecnología se fue conociendo



Cultivo de soja en una explotación americana.

más, enseguida se pensó en que era la forma ideal de obtener variedades resistentes a herbicidas de acción sistémica, ya que los esfuerzos de la mejora clásica en este sentido habían sido vanos hasta entonces.

Una vez absorbido por la planta, el herbicida glifosato inhibe la enzima EPSPS lo que provoca que la planta no sintetice las proteínas necesarias. Los científicos de Monsanto descubrieron en los años 80 una bacteria cuya enzima EPSPS era altamente resistente a la acción del glifosato y el gen responsable se introdujo en células de soja mediante el método de aceleración de partículas. Así, en 1996 - y después de multitud de ensayos e investigaciones - se introdujeron comercialmente por primera vez variedades de soja Roundup Ready® a disposición de los agricultores de Estados Unidos.

Los agricultores americanos han aceptado ampliamente estas variedades genéticamente mejoradas de soja por los beneficios y comodidades que resultan de usar un herbicida como Roundup® que por su acción sistémica es una perfecta solución para el control de malas hierbas. Su amplia utilización ha facilitado el que los agricultores americanos hayan gastado en herbicida en 1998, 380 millones de dólares menos que en 1995. Si se descuentan a esto los 160 millones de dólares pagados por el uso de la tecnología, todavía resulta un ahorro anual de 220 millones de dólares.

Además, otro de los efectos favorables más apreciados entre los agricultores, es que la utilización de variedades de soja Roundup Ready® no impone limitaciones a la rotación, ni obliga a intervalos de espera antes de la siguiente siembra para evitar la acción residual de algunos herbicidas.

El cultivo de la soja Roundup Ready® ha alcanzado también una importancia relativa muy alta en Argentina, donde en una amplia ma-

yoría de la superficie dedicada a este cultivo (más de un 90%) se siembran este tipo de variedades. La amplia difusión del concepto de agricultura de conservación en este país es, sin lugar a dudas, uno de los factores que sostienen esta fuerte demanda de las variedades de soja Roundup Ready® por parte de los agricultores argentinos.

Otro gran productor de soja es Brasil, donde la comercialización de las variedades Roundup Ready no cuenta aún con todos los permisos necesarios y donde sus agricultores de soja se ven obligados a una espera que cada día se hace más difícil de soportar, especialmente a aquellos pertenecientes a estados cercanos a la frontera con Argentina.

Variedades mejoradas genéticamente de maíz

Durante el año 2000 se sembraron en total 8,9 millones de hectáreas con variedades de maíz genéticamente modificado. Las variedades de maíz Bt resistente a insectos se sembraron en un total de 6,8 millones de hectáreas y los principales países donde se cultivaron fueron Estados Unidos, Canadá, Argentina, y en menor medida Sudáfrica, España y Francia. El maíz tolerante a herbicida se cultivó en 2,1 millones de hectáreas durante el año pasado.

El taladro es una plaga de origen europeo que afecta a los productores de maíz en amplias zonas del planeta. Pasa los inviernos como pupa entre los residuos de las cosechas y sobrevive a la congelación de un modo asombroso. En el caso de *Ostrinia* - que es el taladro más habitual en Estados Unidos -, las hembras adultas dejan los residuos de las cosechas al comenzar las temperaturas más templadas y comienzan el ritual para atraer a los machos adultos que llegan a emparejar una hembra cada día durante sus 7/9 días de vida adulta. Las larvas se alimentan de las hojas al nacer y después se refugian en el interior de la planta dejando el característico taladro. De esta forma se llega hasta las 5 ó 6 generaciones a lo largo de una campaña de maíz. Existen estudios que indican que de 3 a 5 larvas por planta provocan reducciones de cosecha de entre un 12% y un 18%. Además, de estas pérdidas, los vientos de otoño y la humedad quiebran numerosas cañas, resultando en sustanciales pérdidas en la cosecha. Los insecticidas actuales sólo ofrecen, en el mejor de los casos, unas tasas de éxito de un 80% en primera generación y de un 67% en segunda generación, y los costes de una aplicación de insecticida se acercan a las cinco mil pesetas por hectárea. En el caso de España, además tenemos ataques de *Sesamia*.

El *Bacillus thuringiensis* (Bt) es una bacteria presente en la naturaleza que engloba cerca de 60 proteínas cristalizadas (Cry) distintas. La variedad de Bt kurstaki incluye cuatro tipos de proteína: CryIA(a), CryIA(b), CryIA(c), CryIIA, y CryIIB, que controlan lepidópteros; la variedad de Bt israelensis controla mosquitos y moscas; la variedad de Bt tenebrionis controla el escarabajo de la patata.

Los híbridos de maíz mejorados genéticamente para producir en sus tejidos alguna de las proteínas Bt que controlan lepidópteros, fueron comercializados por primera vez en Estados Unidos en 1996. En estos años se han obtenido incrementos promedio debidos al Bt de 11,7 bushels por acre en 1997, y de 4,2 bushels por acre, en 1998. Teniendo en cuenta un rendimiento de maíz promedio de 130 bushels de maíz por acre resulta en unos incrementos promedio de cosecha en Estados Unidos de un 9% y de un 3% respectivamente gracias al maíz Bt.

Hay que tener en cuenta que, lógicamente, los incrementos de cosecha debidos a la utilización de híbridos de maíz Bt son función del nivel de ataque de taladro, y que en circunstancias de ataque severo de taladro (tan común en zonas de Huesca, Badajoz y Albacete) estos incrementos de cosecha se elevan muy considerablemente. Además, es importante resaltar los beneficios medioambientales



Imagen de una mazorca dañada por el taladro.

asociados al uso de híbrido de maíz Bt. Los 6,8 millones de hectáreas sembrados con maíz Bt ha ahorrado la aplicación de importantes cantidades de insecticida, lo que posibilita que el año que más hectáreas de maíz Bt ha habido en Estados Unidos ha sido el año en que la población de mariposas monarcas se ha incrementado en un 30% con respecto al año anterior.

Los híbridos de maíz resistente a herbicida fueron comercializados por primera vez en el año 1997. Los principales beneficios que presenta este tipo de variedades en cuanto a control de malas hierbas son:

- Control de un amplio espectro de malas hierbas.
- Excelente seguridad para el cultivo.
- Control de malas hierbas constante.
- Flexibilidad en el momento de aplicación.

Variedades mejoradas genéticamente de algodón

Durante el año 2000, hubo 5,3 millones de hectáreas sembradas con variedades de algodón genéticamente mejorado. El algodón resistente a herbicida se sembró en 2,1 millones de hectáreas; el algodón resistente a insectos se cultivó en 1,5 millones de hec-

táreas; y el algodón con las dos características Bt y resistente a herbicidas se sembró en 1,7 millones de hectáreas.

Las variedades de algodón resistentes a insectos aportan importantes beneficios para los agricultores que ya las siembran en países como Estados Unidos, México, Argentina, Australia y China:

- Reducen la dependencia de insecticidas: Las cifras pueden variar según los niveles de infestación y la plagas, pero de acuerdo con los datos obtenidos en los ensayos realizados en España en 1998 y 2000, los agricultores se ahorrarían una media de 15,8 litros de insecticida por hectárea. Los datos conocidos de China -primer productor mundial de algodón y con un creciente uso de variedades resistentes a insectos- reflejan que la disponibilidad de estas variedades ha permitido a sus agricultores de algodón pasar, en algunos casos, de aplicar unos 15-20 tratamientos de insecticidas a sólo 1-2 tratamientos cuando siembran algodón resistente a insectos.

- Obtienen un mejor control de las orugas de las cápsulas, lo que conduce a mayores producciones de fibra: Los sistemas tradicionales basados en las aplicaciones de insecticida no pueden evitar que para cuando se realiza un tratamiento de insecticida, las larvas de lepidópteros ya han realizado un daño que se puede evitar con la acción inmediata de la proteína Bt presente en los tejidos de la planta genéticamente modificada. Esta ventaja puede resultar en incrementos de cosecha de hasta un 12-14%

- Protegen al algodón sin perjudicar a los insectos beneficiosos: con todas las ventajas de los sistemas de lucha integrada contra plagas.

- Facilitan que se obtenga la mejor tasa de retención de cápsulas en primera posición: una de las claves para la autorregulación de las plantas de algodón y un factor importante en la determinación de las producciones finales.

- Ahorran tiempos y recursos invertidos en la aplicación de insecticidas: es un hecho que los agricultores de algodón cada vez invierten más esfuerzo en el control de las orugas de las cápsulas, a menudo sin el éxito deseado.

- Evitan algunos riesgos para los agricultores derivados del manejo de ciertos insecticidas

- Incrementan el beneficio neto por hectárea: una de las claves a manejar en un futuro entorno de mayor competencia con terceros países. Los datos que llegan de Sudáfrica y de China hablan de incrementos de un 27% y de un 57%, respectivamente, en los ingresos netos por hectárea de algodón.

Es importante destacar que estos beneficios pueden ser conseguidos tanto por grandes, como por pequeños agricultores, ya que no hay necesidad de realizar inversiones en equipamientos o maquinaria para usar esta tecnología.

Variedades de remolacha resistente a herbicidas

El cultivo de la remolacha, tanto en sus vertientes forrajeras como azucarera, es eminentemente europeo; por tanto, el desarrollo comercial en sus países de cultivo está ligado a la reanudación de las aprobaciones de cultivos genéticamente modificados a nivel de Comisión Europea.

Este tipo de variedades tienen una buena consideración por parte de los agricultores de remolacha de toda Europa, ya que es uno de los cultivos donde la biotecnología aporta más ventajas. Los programas actuales de herbicidas para remolacha son caros, complejos y, en algunos casos, pueden dañar el cultivo. Además, a menudo ofrecen un control incompleto y a veces se hace necesaria la escarda manual si se quiere obtener un control adecuado.

De acuerdo con los ensayos realizados en España durante los últimos cinco años, aquellos agricultores que usen las variedades de



Pol. Ind. Ntra. Sra. de los Angeles, C/ Sevilla P-28

Tel: 979 - 16 53 30 Fax: 979 - 72 93 15

34004 Palencia

E-mail: comercialovlac@arrakis.es

remolacha Roundup Ready® sólo tendrán que realizar dos aplicaciones de 3 litros/ha. de Roundup o bien tres aplicaciones de 2 litros/hectárea, con el consiguiente importante ahorro económico por hectárea para el agricultor.

Los principales beneficios que, además, aportan este tipo de variedades de remolacha genéticamente mejorada son:

- Control flexible de un amplio espectro de malas hierbas.
- Mejor seguridad para el cultivo.
- Producciones equivalentes a las obtenidas con escarda manual.

El futuro próximo de las variedades mejoradas genéticamente

El Departamento de Agricultura (USDA) de Estados Unidos ha anunciado un significativo incremento en el uso de variedades genéticamente modificadas durante el año 2001, especialmente en soja y en algodón, mientras que el maíz permanece estable en un 25%

En este informe se estima que el 63 % de la soja serán variedades genéticamente modificadas, frente a un 54%, correspondiente al año 2000.

También se anuncia que el 64% de todo el algodón en el 2001 serán variedades genéticamente mejoradas, que sube desde un 61% del año pasado.

Además, continúa en diversos países la comercialización de variedades mejoradas genéticamente en otros cultivos como la bata-



Las variedades MG de algodón reducen la dependencia de insecticidas.

ta, la calabaza, el clavel, el tomate o la papaya. Como ejemplo curioso, destacar el desarrollo en Estados Unidos del tabaco sin nicotina y sin nitrosaminas de la compañía Vector Tobacco.

Así mismo continúa tomando fuerza la poco conocida expansión de la biotecnología en China donde hace poco un informe del Ministerio Chino de Ciencia y Tecnología hecho público declaraba que cuenta con 47 especies de plantas transgénicas que incluyen 103 genes distintos, resaltando los avances en resistencia a plagas y enfermedades, mejora de la calidad, resistencia a herbicidas y control de la seguridad de la biotecnología vegetal

En España, nuestros investigadores continúan consiguiendo importantes avances, como el recientemente publicado del Doctor Martínez Zapater, que ha conseguido variedades de naranjos que pueden alcanzar la producción de fruta en un periodo muy inferior al tradicional. ■

BIBLIOGRAFÍA

"La agricultura española ante el reto de la biotecnología". Francisco García Olmedo, Gonzalo Sanz-Magallón y Enrique Marín de Palma. Prólogo de Pedro Barato. Colección Tablero. Instituto de Estudios Económicos, 2001.

"Plantas transgénicas (preguntas y respuestas)". Sociedad Española de Biotecnología, 2000. (Biotecnología en pocas palabras I).

"La biotecnología aplicada a la agricultura. Sociedad Española de Biotecnología, 2000". (Colección: Vida Rural). Eumedia, S.A.

James, C. 2000. Global Status of Commercialized Transgenic Crops: 2000. ISAAA Briefs No. 21: Preview. ISAA: Ithaca, NY.



Imagen de un ensayo de remolacha Roundup Ready®.