

CAPÍTULO 4

PRODUCCIÓN DE CULTIVOS TRANSGÉNICOS.

Terenti Romero, C. M.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA San Luis. Argentina

1- INTRODUCCIÓN.....	73
2- BREVE RESEÑA HISTÓRICA.....	74
3- SITUACIÓN MUNDIAL DE LOS CULTIVOS TRANSGÉNICOS.....	76
4- CONSIDERACIONES FINALES	77
5- BIBLIOGRAFIA.....	80

1- INTRODUCCIÓN.

Las plantas transgénicas, cultivos transgénicos o genéticamente modificados (GM), se comenzaron a cultivar comercialmente en 1996 y desde ese entonces su adopción global ha aumentado en forma considerable y con tasas sin precedentes en la historia de la agricultura. Este rápido crecimiento de 1,7 a 125 millones de hectáreas en trece años, de los cuales en el 2015 se cultivaron en Argentina 24,5 millones de hectáreas, (maíz, soja y algodón) (Figura N°4.1), refleja la alta admisión de los productores, a esta tecnología. Estos Cultivos GM ofrecen varios beneficios, tales como la reducción de los costos de producción, mayor flexibilidad en el manejo de los cultivos, disminución en el empleo de agroquímicos, mayor rendimiento y calidad; resistencia a insectos y un incremento de biomasa total. De esta forma, los cultivos transgénicos pueden ser diseñados tomando en cuenta el uso posterior en procesos agroindustriales.

En el mejoramiento clásico de las plantas cultivadas, las características fenotípicas de interés son determinadas por genes, siendo transferidas a la progenie mediante cruzamientos. Estos métodos convencionales de mejoramiento se enfrentan a una serie de problemas, como por ejemplo una

reducción del pool génico, incompatibilidad sexual y un determinado tiempo para que se transfieran los caracteres deseables a los cultivares de interés. Este proceso puede durar décadas en especies bianuales, perennes y altamente heterocigotas. Es por ello que la aplicación de herramientas de biología molecular permitió la producción de plantas con nuevas características, las que no podrían haber sido introducidas por las técnicas de mejoramiento tradicional, debido en muchos casos, a incompatibilidades entre las especies involucradas en el cruzamiento. La combinación de técnicas de biología molecular, cultivo de tejidos y transferencia de genes representa una herramienta poderosa para introducir nuevas características. Existen distintos métodos de obtención de material transgénico, y han sido desarrollados para poder transferir y expresar genes de interés en cultivos. La transferencia de los mismos se realiza principalmente por medio de métodos biológicos con vectores bacterianos o virales y por transferencia directa por métodos físicos como bombardeo génico.

2- BREVE RESEÑA HISTÓRICA

Principales logros obtenidos de la investigación transgénica que se inicia en 1981.

1981. Se obtienen los primeros callos vegetales transgénicos.

1983. Se obtienen cultivos de tabaco transgénicos.

1986. Se realizan por primera vez ensayos de campo de cultivos transgénicos, en EE.UU. y Europa. En EE.UU. la Agencia de Protección Ambiental (EPA) aprueba al tabaco como primer cultivo GM.

1987. Se generan cultivos transgénicos resistentes a insectos y herbicidas. También se obtienen cultivos de algodón GM, y se desarrolla la técnica por transferencia directa (bombardeo génico).

1988. Se modifican genéticamente cultivos de soja y arroz, y comienzan los ensayos a campo con cultivos de tomate transgénico de maduración retardada.

1990. La empresa Calgene (Monsanto) de investigación y desarrollo de biotecnología conduce el primer ensayo de campo exitoso con cultivos de algodón GM (tolerantes al herbicida Bromoxynil), y el investigador Michael Fromm, reporta la modificación genética estable del maíz.

1992. Se anuncia la transformación estable de trigo. Se implementan a nivel mundial alrededor de 400 ensayos de campo con cultivos transgénicos.

1994. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) aprueba el primer cultivo de tomate transgénico utilizado como alimento. Los frutos de tomate transgénico GM permanecen firmes por más tiempo, facilitando su uso en la industria y la comercialización.

1995. La EPA (USA) aprueba la soja tolerante a herbicida.

1996. Se aprueba a nivel mundial la comercialización de los primeros cultivos transgénicos (soja, algodón y maíz). Particularmente en Argentina, se aprueba la comercialización de la soja tolerante a glifosato.

1998. En Argentina, se aprueba la comercialización de maíces GM tolerantes al herbicida glufosinato de amonio y resistentes a lepidópteros, y también el algodón GM resistente a lepidópteros.

2001. En Argentina, se aprueba para su comercialización el algodón GM tolerante al herbicida glifosato.

2003. Siete millones de agricultores siembran 67,7 millones de hectáreas de cultivos GM en 18 países. Argentina ocupa el segundo lugar, con 14 millones de hectáreas de soja, maíz y algodón. La adopción asciende al 98%, 50% y 20% de la superficie total para estos cultivos, respectivamente.

2004. Argentina autoriza el primer maíz tolerante a herbicida, anticipándose por primera vez a una aprobación regulatoria de la Unión Europea.

2005. En Argentina se cumplen 10 años de cultivos GM. Los beneficios económicos a nivel nacional acumulados desde el comienzo de su adopción, en 1996; ascienden a 20 mil millones de dólares.

2006. Los cultivos transgénicos alcanzan las 100 millones de hectáreas en todo el mundo.

2007. Argentina siembra maíz con características acumuladas (resistencia a insectos y tolerancia a herbicida) y Brasil autoriza un maíz GM por primera vez, iniciando una etapa de aceleración en las aprobaciones y en la adopción de transgénicos.

2009. Argentina siembra también algodón con características acumuladas (resistencia a insectos y tolerancia a herbicida) y supera las 20 millones de hectáreas de cultivos GM. La adopción representa el 100% de la soja, el 98% del algodón y el 82% del maíz.

2010. Se cumplen 15 años de cultivos GM en la agricultura argentina. Los beneficios acumulados a nivel nacional alcanzan los 72 mil millones de dólares.

2012. Unos 17 millones de agricultores siembran 170 millones de hectáreas de cultivos GM en 28 países. Argentina ocupa el tercer lugar, con casi 24 millones de hectáreas de soja, maíz y algodón. Argentina autoriza la siembra comercial de maíces con cuatro y cinco genes acumulados para el control de malezas e insectos.

2013. Se aprueban en Argentina para su siembra, consumo y comercialización una soja tolerante al herbicida imidazolinona y un maíz resistente a lepidópteros y tolerante a los herbicidas glifosato y glufosinato de amonio. El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca anuncia la renovación y modernización del marco regulatorio Argentino para organismos genéticamente modificados, que acumula 5 aprobaciones comerciales en soja, 20 en maíz y 3 en algodón, además de superar 1.000 autorizaciones para ensayos a campo.

2014. Se aprueba en Argentina para su siembra, consumo y comercialización un maíz resistente a lepidópteros y tolerante a los herbicidas glifosato y glufosinato de amonio.

2015. Se aprueban en Argentina nuevos cultivos transgénicos para siembra, consumo y comercialización tres en soja, uno tolerante a la sequía; otro tolerante a los herbicidas 2,4 D, glifosato y glufosinato de amonio y por último una soja con alto contenido de ácido oleico y tolerante a los herbicidas inhibidores de acetolactato sintetasa (ALS) y glifosato. También se aprueba una papa resistente al virus Y (sigla en inglés PVY), y un algodón tolerante a los herbicidas glifosato y glufosinato de amonio.

3- SITUACIÓN MUNDIAL DE LOS CULTIVOS TRANSGÉNICOS

En el año 2015, 28 países cultivaron 179,7 millones de hectáreas con cultivos transgénicos tales como, maíz, soja, algodón, canola, remolacha azucarera, alfalfa, papaya, calabaza, papa (patata), álamo y berenjena. Estados Unidos con 70,9 millones de hectáreas, Brazil 44,2 millones de hectáreas y Argentina 24,5 millones de hectáreas, el resto para los demás países se muestra en la Figura N° 4.2 y Tabla N° 4.1 (James C, 2015).

En la actualidad los cultivos GM son muy eficientes, compitiendo en el mercado de comercialización y exportación de los mismos. Han permitido además reducir el uso de pesticidas.

4- CONSIDERACIONES FINALES

Los avances biotecnológicos han evolucionado rápidamente en los últimos años y siguen evolucionando día a día. La velocidad de adopción de transgénicos en la Argentina se ve reflejada en un incremento considerable de la superficie cultivada siendo actualmente de 24,5 millones de Has de algodón, maíz y soja, con características deseables. Dichos avances, se han logrado mediante la investigación en ingeniería genética y en el empleo de fondos destinados a ese fin. Esta situación ha permitido en pocos años obtener una elevada producción de cultivos transgénicos en 28 países del mundo, que han sido materia prima para la agroindustria y elaboración de productos y sub-productos alimenticios para la población, conteniendo características mejoradas de interés compatibles con la seguridad alimentaria. En este sentido, se estima que los cultivos transgénicos cumplirán un rol muy importante, abasteciendo de agro-alimentos a la población mundial, intensificándose sustentablemente la producción de los mismos.

Visto el avance que ha tenido la investigación sobre organismos GM se estima que estos cultivos cumplen y cumplirán roles de gran importancia en la producción de agroalimentos, para una población cada vez más hambrienta y necesitada principalmente de proteínas y aminoácidos de calidad.

Figura Nº 4.1: Evolución de los cultivos genéticamente modificados en Argentina (en millones de hectáreas) Fuente: Argenio.

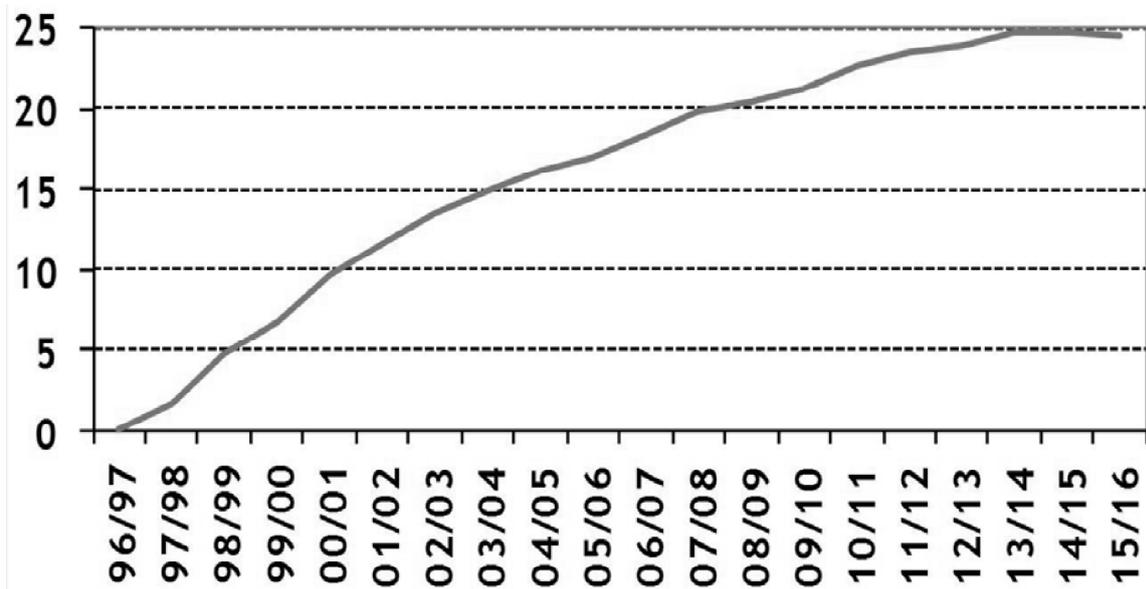


Figura Nº 4.2. Superficie mundial de cultivos GM (1996 – 2015) Biotech en 2015.

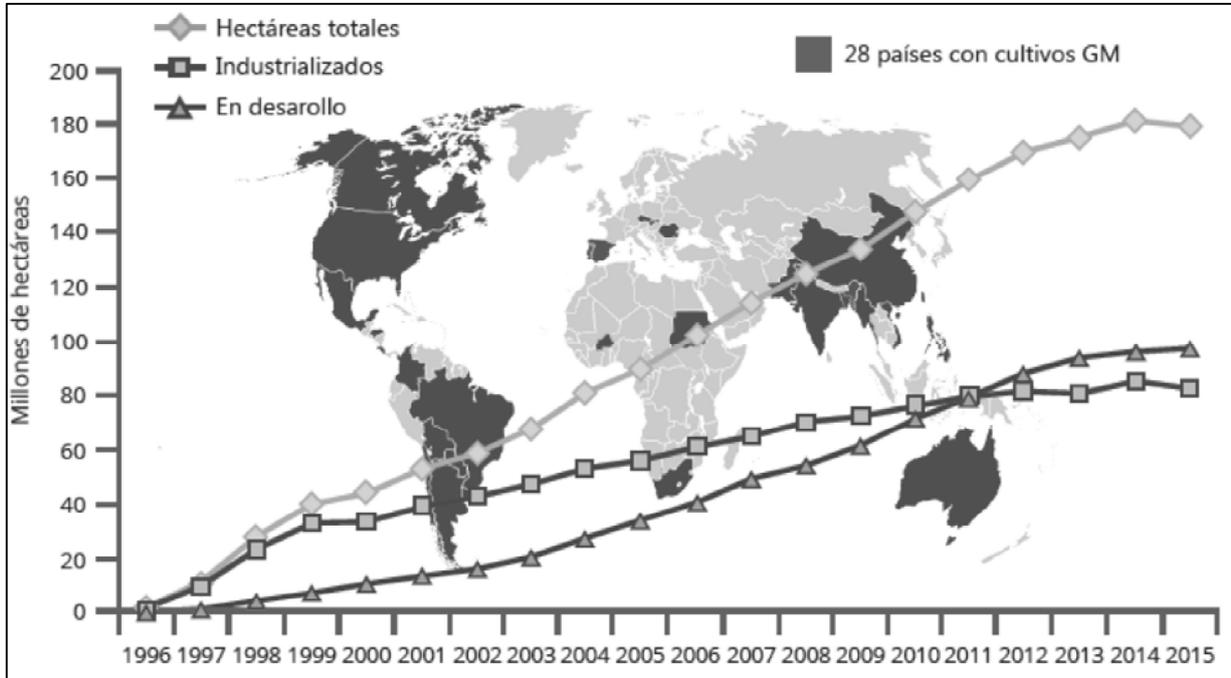


Tabla N° 4.1. Superficie mundial de cultivos GM en 2015.

PAIS	SUPERFICIE (Millones de Has)	CULTIVOS GM
Estados Unidos	70,9	Maíz, soja, algodón, canola, remolacha azucarera, alfalfa, papaya, calabaza, papa
Brasil	44,2	Soja, maíz, algodón
Argentina	24,5	Soja, maíz, algodón
India	11,6	Algodón
Canadá	11	Canola, maíz, soja, remolacha azucarera
China	3,7	Algodón, papaya, álamo
Paraguay	3,6	Soja, maíz, algodón
Paquistán	2,9	Algodón
Sudáfrica	2,3	Maíz, soja, algodón
Uruguay	1,4	Soja, maíz
Bolivia	1,1	Soja
Filipinas	0,7	Maíz
Australia	0,7	Algodón, canola
Burkina Faso	0,4	Algodón
Myanmar	0,3	Algodón
México	0,1	Algodón, soja
España	0,1	Maíz
Colombia	0,1	Algodón, maíz
Sudán	0,1	Algodón
Honduras	<0,1	Maíz
Chile	<0,1	Maíz, soja, canola
Portugal	<0,1	Maíz
Vietnam	<0,1	Maíz
República Checa	<0,1	Maíz
Eslovaquia	<0,1	Maíz
Costa Rica	<0,1	Algodón, soja
Bangladesh	<0,1	Berenjena
Rumania	<0,1	Maíz

5- BIBLIOGRAFIA

Brasileiro A C M, Caneiro V T C 1998. Manual de transformación genética de plantas. EMBRAPA Brasilia 309 pp.

Díaz, Zappacosta, Franzone, Ríos. 2010. II Capitulo 6 Aplicaciones de la transformación genética al mejoramiento vegetal. Biotecnología y Mejoramiento Vegetal II. 243 – 258 pp.

James C. 2015. Resumen ejecutivo ISAAA Informe 51 20° aniversario de la comercialización mundial de cultivos biotecnológicos (1996 a 2015) y hechos destacados de cultivos biotecnológicos en 2015. 27 pp.

Terenti Romero C. M. 2014. Tesis Doctoral en Agronomía: Obtención y evaluación de nuevos materiales de pasto llorón (*Eragrostis curvula* - Schrad. Nees) y desarrollo de protocolos biotecnológicos para su utilización en programas de mejoramiento de la especie. UNS. 229 pp.

<http://argenbio.org/index.php> (Revisado 19/06/2016).

<http://www2.uned.es/experto-biotecnologia-alimentos/TrabajosSelecc/TrinidadSanchez.pdf> (Revisado 19/06/2016)

<http://www.argenbio.org/index.php?action=novedades¬e=712> (Revisado 28/06/2016)