

Evaluación de las nuevas variedades de maíz para grano en España

Resultados obtenidos de las variedades de ciclo 700 y transgénicas en el marco de Genvce durante las campañas 2004 a 2006

Grupo para la Evaluación de Nuevas Variedades de Cultivos Extensivos en España (Genvce).

En este artículo se presentan los resultados productivos y agronómicos obtenidos con las nuevas variedades convencionales de maíz grano de ciclo 700 y transgénicas derivadas del MON 810 (ciclo 700 y 600), ensayadas en el marco del Grupo para la Evaluación de Nuevas Variedades de Cultivos Extensivos en España (Genvce) durante las campañas 2004, 2005 y 2006.

Los ensayos que se presentan en este artículo han sido realizados por Institutos y Servicios de ámbito autonómico:

- Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera – Consejería Innovación Ciencia y Empresa – Junta de Andalucía.
- Centro de Transferencia Agroalimentaria – Gobierno de Aragón.
- Servicio de Investigación y Tecnología Agraria de Castilla-La Mancha e Instituto Técnico Agronómico Provincial de Albacete (ITAP).
- Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL).
- Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA).
- Centro de Investigación Finca La Orden-Valdesequera – Junta de Extremadura
- Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural,

Agrario y Agroalimentario (Imidra).

- Instituto Técnico de Gestión Agrícola (ITGA).

La financiación del grupo ha sido realizada por la Oficina Española de Variedades Vegetales (OEVV) del MAPA.

También han participado las empresas productoras de semillas de maíz.

Variedades de maíz transgénicas derivadas del MON 810

El evento MON 810

Las variedades transgénicas son aquellas cuyo material genético se ha modificado mediante técnicas modernas de ingeniería genética, con la introducción de un gen o genes procedentes de otra especie. En el caso del maíz

en España, el cultivo de variedades transgénicas se inició en el año 1998, habiéndose autorizado desde entonces dos modificaciones o eventos (Bt 176 y MON 810) que confieren a las variedades una protección parcial o total frente a los taladros del maíz (*Ostrinia nubilalis* Hbn y *Sesamia nonagrioides* Lef.). En la actualidad únicamente está autorizado el cultivo de variedades de maíz derivadas de la modificación genética MON 810.

Foto inferior izquierda: Tallo de maíz convencional atacado por una larva de *Sesamia nonagrioides* Lef. (arriba) y tallo de maíz transgénico derivado del MON 810 (abajo), sin ataque de taladro. Fuente: Irta-Mas Badia.

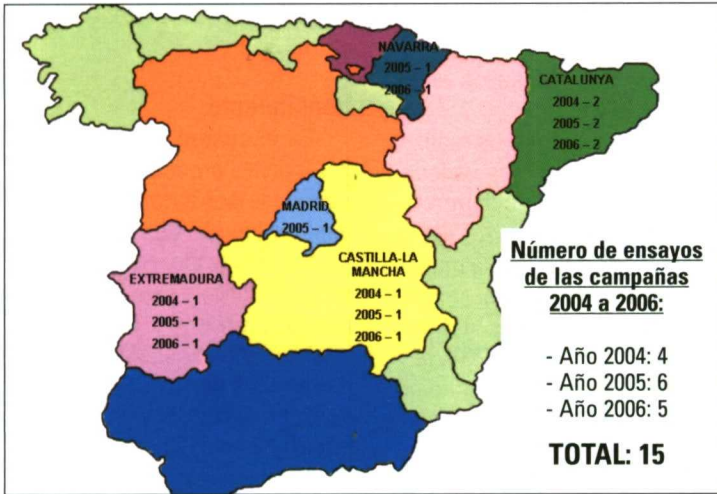
Foto derecha: Ensayo de variedades de maíz de ciclo 700, realizado en la Comunidad Autónoma de Andalucía. Fuente: Raea-Ifapa.

Foto pág. siguiente: Ensayo de variedades de maíz realizado en la Finca La Orden en Extremadura. Fuente: Finca La Orden-Valdesequera.



Figura 1.

ENSAYOS PARA LA EVALUACIÓN DE VARIETADES TRANSGÉNICAS, REALIZADOS EN EL MARCO DEL GENVCE, DURANTE LAS CAMPAÑAS 2004, 2005 Y 2006.



Los taladros del maíz son una de las principales plagas de este cultivo en algunas de las zonas productoras más importantes. Los daños ocasionados pueden ser directos, provocando importantes pérdidas de rendimiento, e indirectos, al aumentar la sensibilidad a la rotura de las cañas, favorecer la presencia de micotoxinas, etc. Todos los híbridos que contienen la modificación genética MON 810 muestran una protección total frente a las larvas de los taladros del maíz como consecuencia de su capacidad de expresar en todas las partes de la planta y durante todo el ciclo vegetativo una proteína que resulta tóxica para estos insectos.

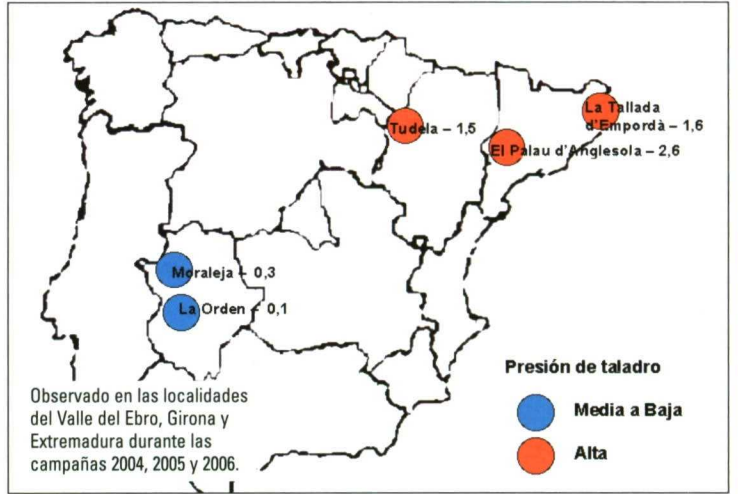
Ensayos de evaluación de variedades transgénicas

En las campañas 2004, 2005 y 2006 se han realizado quince ensayos para la evaluación de variedades transgénicas (figura 1). Éstos se han localizado en las Comunidades de Cataluña (El Palau d'Anglesola –Lleida– y La Tallada d'Empordà –Girona–), Navarra (Montes de Cierzo–Tudela), Madrid (Aranjuez), Castilla-La Mancha (Las Tiesas –Albacete–) y Extremadura (La Orden –Badajoz– y Moraleja –Cáceres–). Se han realizado ensayos en todas las principales zonas de cultivo de variedades transgénicas, con la excepción de la Comunidad de Aragón.



Figura 2.

ATAQUE MEDIO DE LOS TALADROS DEL MAÍZ *OSTRINA NUBILALIS* HBN. Y *SESAMIA NONAGRIOIDES* LEF. (NÚMERO DE LARVAS POR PLANTA).



Cuadro I.

Varietas transgénicas y sus isogénicas convencionales ensayadas en el marco de la red Genvce, durante las campañas 2004, 2005 y 2006.

Varietas transgénicas	Varietas isogénicas convencionales	Año de entrada en la red Genvce	Empresa comercializadora	Fecha de inscripción en el registro español de variedades comerciales
ARISTIS Bt	ARISTIS	2004	LIMAGRAIN IBÉRICA	11/03/2003
CAMPERO Bt		2004	LIMAGRAIN IBÉRICA	16/02/2004
CUARTAL Bt	CUARTAL	2004	ARLESA SEMILLAS	16/02/2004
DKC6575	TIETAR	2004	MONSANTO	11/03/2003
JARAL Bt		2004	SEMILLAS FITÓ	16/02/2004
PR33P67	PR33P66	2004	PIONEER HI-BRED	11/03/2003
PR32P76		2005	PIONEER HI-BRED	09/09/2004
BELES SUR		2006	LIMAGRAIN IBÉRICA	6/10/2006
DKC6041YG		2006	MONSANTO	31/08/2005
HELEN Bt		2006	LIMAGRAIN IBÉRICA	31/08/2005
PR32R43		2006	PIONEER HI-BRED	31/05/2005

El ataque de los taladros en las variedades convencionales ha cambiado en función de las localidades de ensayo (figura 2). En las localidades del Valle del Ebro (Montes de Cierzo-Tudela y el Palau d'Anglesola) y Girona se ha observado una presencia elevada de taladros, obteniéndose un número superior a 1,5 larvas por planta. Sin embargo, en los ensayos de Extremadura la presencia de taladros ha sido menor.

Los ensayos se han realizado en parcelas pequeñas (24 - 30 m²) formadas por cuatro hileras de

maíz separadas 0,73 - 0,75 m. La mayoría de los controles se han realizado en las dos hileras centrales. El diseño ha sido de bloques al azar o fila-columna latinizado con tres o cuatro repeticiones.

Varietas ensayadas

Durante los últimos tres años se han ensayado en total once variedades de maíz transgénicas derivadas del MON 810 (cuadro I), pertenecientes a los ciclos 700 y 600. Todos los híbridos evaluados están inscritos en el Registro de Variedades Comerciales español, siendo en conse-

cuencia su cultivo autorizado en España. Las variedades Aristis Bt, Campero Bt, Cuartal Bt,

DKC6575, Jaral Bt, PR33P67 han cumplido su tercer año de ensayo en Genvce y han terminado

su período de evaluación en el grupo. La variedad PR32P76 se ha ensayado dos campañas (2005 y 2006) y Beles Sur, DKC6041YG, Helen Bt y PR32R43 se han incluido por primera vez en los ensayos en la campaña 2006.

cionales están distribuidas al azar, pudiéndose situar unas al lado de las otras, es posible observar alguna planta transgénica con un inicio de ataque de taladro.

Cuadro II.

Índice productivo medio respecto a Aristis de las variedades de maíz transgénico e isogénicas convencionales, ensayadas en el marco del Genvce durante los años 2004, 2005 y 2006.

Variedades	ÍNDICE PRODUCTIVO MEDIO (%)					
	Campañas 2004, 2005 y 2006		Campañas 2005 y 2006		Campaña 2006	
PR33P67 *	111,9	A	117,8	A	111,8	A
DKC 6575 *	109,1	A	109,8	A	105,0	A
JARAL BT *	107,8	A	111,1	A	108,3	A
ARISTIS BT *	107,3	A	110,1	A	106,8	A
CAMPERO BT*	106,4	A	105,6	A	103,9	A
CUARTAL BT *	105,4	A	110,0	A	109,7	A
TIETAR	105,3	A	108,6	A	102,5	A
PR33P66	104,6	A	106,1	A	104,7	A
CUARTAL	100,3	A	104,8	A	100,4	A
ARISTIS	100,0	A	100,0	A	100,0	A
PR32P76 *			112,0	A	112,8	A
BELES SUR *					114,6	A
DKC6041YG *					113,1	A
HELEN BT *					110,4	A
PR32R43 *					106,1	A
Media de los ensayos	12.914 kg/ha		13.206 kg/ha		12.951 kg/ha	
Significación de las variedades	$p = 0,0082$		$p < 0,0001$		$p = 0,0805$	
Coefficiente de variación	8,69%		8,11%		6,57%	

* Variedades transgénicas.

La separación de medias se ha realizado con el test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$). Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

En todos los ensayos realizados se han incluido las variedades de maíz convencional Aristis, Cuartal, Tiétar y PR33P66, que son isogénicas (sin la modificación MON 810) de las variedades transgénicas Aristis Bt, Cuartal Bt, DKC6575 y PR33P67, respectivamente. La comparación de los resultados de las variedades transgénicas con el de sus isogénicas ha permitido cuantificar los efectos derivados de la protección frente a los taladros que incorporan los híbridos transgénicos.

El ataque medio de taladros que se ha observado en las variedades transgénicas antes de la cosecha ha sido prácticamente nulo; mientras que en sus isogénicas convencionales ha sido elevado, con un valor medio próximo a una larva por planta (**figura 3**). Debemos considerar que los híbridos transgénicos derivados del MON 810 presentan una protección total frente a los taladros; si bien en ocasiones en los ensayos de microparcels, donde las variedades transgénicas y conven-

Rendimiento

En el **cuadro II** se muestran los índices productivos medios obtenidos por todas las variedades, en función de los años que se han ensayado. Se han observado diferencias significativas de producción entre variedades cuando se han considerado conjuntamente los ensayos de las campañas 2005 y 2006 (dos años) y también de 2004, 2005 y 2006 (tres años). Aún así, en ningún caso el test de separación de medias ha clasificado las variedades en función de su rendimiento.

En el conjunto de los tres años, cabe destacar principalmente las variedades transgénicas PR33P67, DKC6575, Jaral Bt y Aristis Bt, que han presentado unos índices productivos medios respecto a Aristis del 112, 109, 108 y 107%, respectivamente. También cabe remarcar los rendimientos de la variedad transgénica PR32P76, que se ha ensayado únicamente dos campañas, habiendo presentado un índice medio del 112%. Entre las que se han ensayado únicamente un año cabe destacar el com-

Figura 3.

NÚMERO MEDIO DE LARVAS POR PLANTA OBSERVADO EN LAS VARIEDADES TRANSGÉNICAS EN COMPARACIÓN CON SUS ISOGÉNICAS CONVENCIONALES EN LAS CAMPAÑAS 2004, 2005 Y 2006.

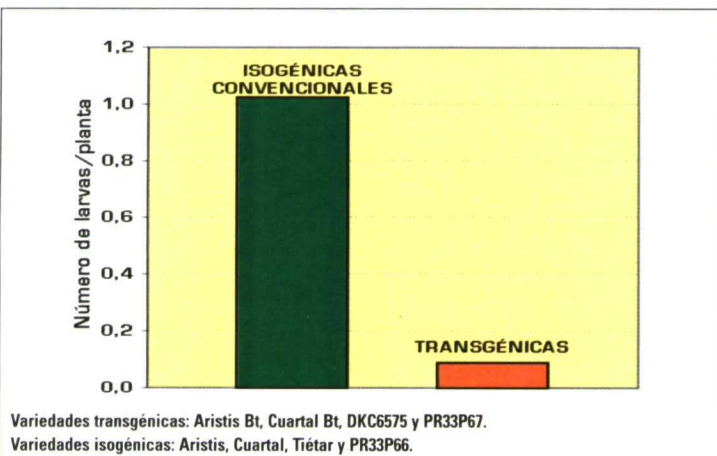
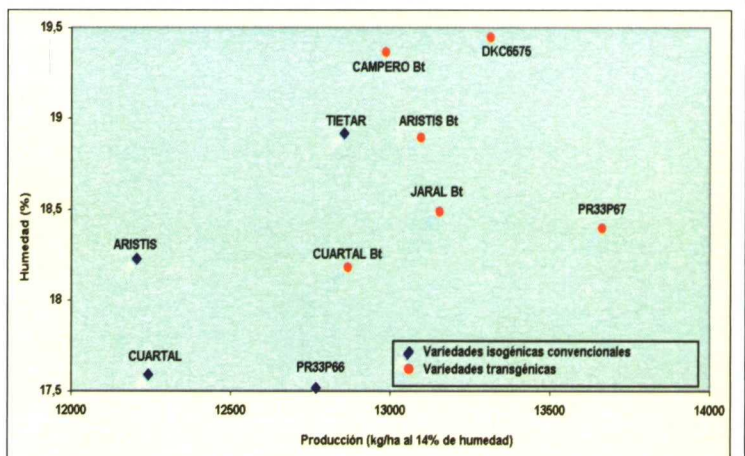


Figura 4.

RELACIÓN ENTRE LA PRODUCCIÓN Y LA HUMEDAD DE LAS VARIEDADES TRANSGÉNICAS E ISOGÉNICAS CONVENCIONALES ENSAYADAS LAS CAMPAÑAS 2004 A 2006.



portamiento de Beles Sur, DKC6041YG y Helen Bt, que junto con PR33P67 y PR32P76, han sido las únicas variedades que han presentado producciones que han superado en más de un 10% los rendimientos de Aristis.

En la **figura 4** se muestran de forma conjunta la producción y la humedad del grano obtenidas por todas las variedades ensayadas durante los últimos tres años. Normalmente las variedades más apreciadas por los agricultores son las que presentan simultáneamente una alta capacidad de producción y una baja humedad del grano en el momento de la cosecha. En este sentido, cabe destacar a PR33P67 que, siendo una de las variedades transgénicas que ha presentado una mayor capacidad de producción, también ha mostrado uno de los menores valores de humedad. Se ha observado que las variedades transgénicas han presentado una mayor producción y tam-

bién una mayor humedad en comparación con sus isogénicas convencionales.

Las producciones de las variedades transgénicas Aristis Bt, Cuartal Bt, DKC6575 y PR33P67 no han sido significativamente superiores a las de sus isogénicas convencionales Aristis, Cuartal, Tiétar y PR33P66 (**cuadro III**). En el conjunto de todos los ensayos realizados los tres últimos años la producción media de las variedades transgénicas ha sido 717 kg/ha superior a la de sus isogénicas convencionales.

Las variedades transgénicas más productivas (PR33P67, DKC6575, etc.) han mostrado un comportamiento más inestable que sus isogénicas convencionales, situándose en un mayor número de casos entre las variedades que han mostrado los mayores rendimientos. Éste es debido a su mayor capacidad de producción en las situaciones con mayores rendimientos, donde las va-



Mazorca de una variedad transgénica. Fuente: Imidra.

Cuadro III.

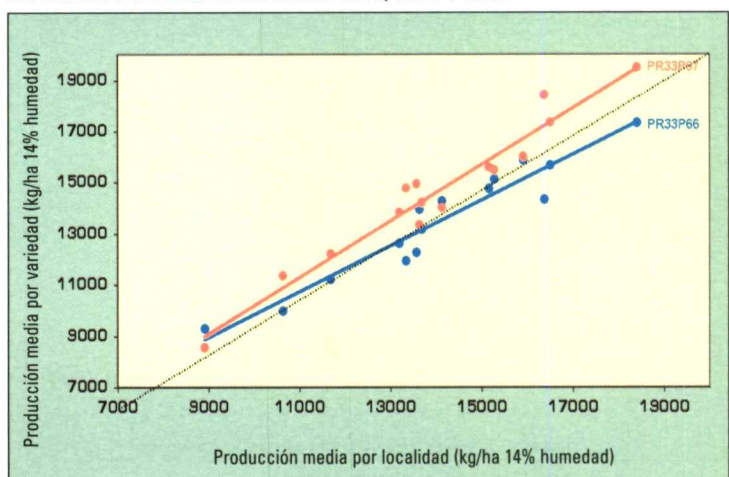
Producción de las variedades de maíz transgénico y de sus respectivas isogénicas convencionales, obtenida en el marco de Genvece, durante los años 2004, 2005 y 2006.

Variedades	Producción (kg/ha 14% humedad)	Índice productivo (%)
Transgénicas	13.234	102,5
Isogénicas convencionales	12.517	96,9
Media del ensayo (kg/ha)	12.914 kg/ha al 14% de humedad	
Significación del contraste	p = 0,9802	

Variedades transgénicas: Aristis Bt, Cuartal Bt, DKC6575, PR33P67.
Variedades isogénicas: Aristis, Cuartal, Tiétar y PR33P66.

Figura 5.

PRODUCCIÓN MEDIA DE LAS VARIEDADES PR33P67 Y PR33P66 EN COMPARACIÓN CON LA PRODUCCIÓN MEDIA DE LAS LOCALIDADES DE ENSAYO DE LAS CAMPAÑAS 2004, 2005 Y 2006.



riedades transgénicas, al no ver limitada su productividad por los ataques de taladro, pueden expresar mejor su potencial productivo (**figura 5**).

Se ha observado un comportamiento distinto de las variedades en función del ambiente. Con el objetivo de facilitar la interpretación de la interacción variedad por ambiente, se han agrupado las localidades de ensayo en cinco zonas geográficas:

1. Albacete. Incluye los ensayos de la localidad de Las Tiesas. Representa una agrupación de tres ensayos.
2. Extremadura. Incluye los ensayos de las localidades de La Orden y Moraleja. Representa una agrupación de tres ensayos.
3. Girona. Incluye los ensayos de la localidad de La Tallada d'Empordà. Representa una agrupación de tres ensayos.
4. Lleida. Incluye los ensayos

de la localidad de El Palau d'Anglesola. Representa una agrupación de tres ensayos.

5. Navarra. Incluye los ensayos de la localidad de Montes de Cierzo-Tudela. Representa una agrupación de tres ensayos.

No se han observado diferencias significativas de producción entre las zonas geográficas preestablecidas ($p = 0,9208$). Tampoco se ha observado una interacción variedad por zona geográfica significativa ($p = 0,1658$), lo que implica un comportamiento homogéneo de todas las variedades en todas las zonas. Sin embargo, si comparamos los rendimientos de las variedades transgénicas Aristis Bt, Cuartal Bt, DKC6575 y PR33P67 con el de sus isogénicas convencionales Aristis, Cuartal, Tiétar y PR33P66, se han observado rendimientos significativamente superiores de los híbridos transgénicos en las

Cuadro IV.

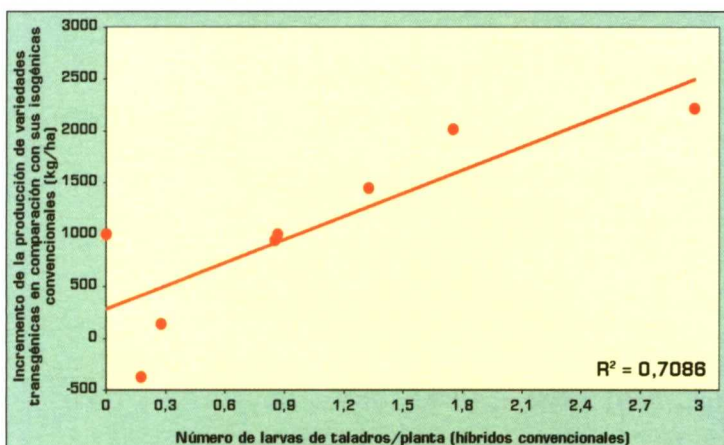
Índice productivo de las variedades de maíz transgénico y de sus respectivas isogénicas convencionales, obtenido en el marco de Genvece.

Varietades	Albacete	Lleida	Navarra	Extremadura	Girona
Transgénicas	100,0	102,9	106,8	101,1	104,4
Isogénicas convencionales	100,0	97,1	93,2	98,9	95,6
Media de los ensayos (kg/ha)	15.640	13.169	11.602	13.357	14.932
Significación del contraste	$p = 0,9891$	$p = 0,0562$	$p = 0,0020$	$p = 0,4674$	$p = 0,0010$

Ensayos realizados durante los años 2004, 2005 y 2006 en las zonas de Albacete, Lleida, Navarra, Extremadura y Girona. La separación de medias se ha realizado con el test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$).

Figura 6.

INCREMENTO DE PRODUCCIÓN DE LAS VARIETADES TRANSGÉNICAS EN COMPARACIÓN CON SUS ISOGÉNICAS CONVENCIONALES, EN FUNCIÓN DEL ATAQUE DE TALADRO.



Varietades transgénicas: Aristis Bt, Cuartal Bt, DKC6575, PR33P67.
Varietades isogénicas: Aristis, Cuartal, Tiétar y PR33P66.

zonas de Girona y Navarra y con una probabilidad próxima a la significación en la zona de Lleida (**cuadro IV**). En consecuencia, la protección contra los ataques de taladros presente en las variedades transgénicas habría sido interesante principalmente en las zonas del Valle del Ebro (Navarra y Lleida) y de Girona, habiendo resultado unos mayores rendimientos en los híbridos transgénicos en comparación con sus isogénicos convencionales. Por el contrario, esta protección no habría representado una ventaja en las zonas de Albacete y Extremadura.

En la **figura 6** se puede observar el incremento de producción de las variedades transgénicas en comparación con sus isogénicas convencionales en función del ataque del taladro. Se ha observado que cuanto mayor ha

sido el ataque de éste mayor ha sido también el aumento de producción observado en las variedades transgénicas en comparación con sus isogénicas convencionales. Los híbridos transgénicos, como es lógico, han representado una ventaja principalmente en las localidades con una mayor presión de los taladros. Se ha observado un incremento de la producción atribuible a la protección contra estos lepidópteros de 745 kg/ha por cada larva presente por planta.

Parámetros agronómicos

En los **cuadros V y VI** se pueden observar los valores medios de las variables agronómicas que se han evaluado en las campañas 2004, 2005 y 2006.

Se han observado diferencias significativas entre variedades en la humedad del grano du-

rante la cosecha. Los valores de humedad más altos han correspondido a DKC6575, Campero Bt, Aristis Bt, Tiétar, etc., todos ellos híbridos de ciclo 700; mientras que los más bajos han correspondido a PR33P66, Cuartal, Cuartal Bt, etc., todos ellos híbridos de ciclo 600. Las variedades transgénicas han presentado una humedad más alta que sus isogénicas convencionales (0,6% superior), con unos valores próximos a la significación ($p = 0,1008$). Los híbridos que han presentado una mayor altura de la planta y de inserción de la mazorca han sido PR33P66, PR33P67, Aristis Bt y Campero Bt; mientras que los más bajos han sido Cuartal, DKC6575, Jaral Bt y Tiétar. Las variedades transgénicas Aristis Bt y Cuartal Bt han presentado una mayor altura del nudo de inserción de la mazorca que sus respectivas isogénicas convencionales Aristis y Cuartal. Los mayores niveles de rotura de la planta se han observado en algunas variedades de

maíz convencional, principalmente en PR33P66 y Aristis.

Consideraciones finales

- Los ataques más importantes de los taladros del maíz se han observado en el Valle del Ebro y Girona.

- Las variedades transgénicas derivadas del MON 810 han mostrado una protección total frente a los taladros del maíz.

- Las variedades transgénicas han presentado producciones más elevadas que sus isogénicas convencionales en las localidades con una mayor presión de taladros: Lleida, Navarra y Girona.

- Entre las variedades que se han ensayado durante tres campañas han destacado PR33P67, DKC6575, Jaral Bt, Aristis Bt, etc.; entre las ensayadas dos campañas PR32P76; y entre las ensayadas una campaña Beles Sur y DKC6041YG, entre otras.

- Las variedades transgénicas han presentado una humedad del grano en el momento de la cose-

Ensayo de variedades de la localidad de Aranjuez, en la Comunidad Autónoma de Madrid. Fuente: Imidia.



Cuadro V.

Floración femenina respecto la media del ensayo, humedad del grano, altura de la planta y de inserción de la mazorca y plantas rotas de las variedades transgénicas y de sus isogénicas.

VARIETADES	Floración femenina (días)	Humedad del grano (%)	Altura de la planta (cm)	Altura nudo de inserción de la mazorca (cm)	Plantas rotas (%)
ARISTIS	0	18,2 BCD	251 BC	115 BCD	16
ARISTIS Bt*	+1	18,9 ABC	260 AB	128 A	9
CAMPERO Bt*	-2	19,4 AB	261 AB	119 AB	9
CUARTAL	0	17,6 D	245 C	108 D	12
CUARTAL Bt*	0	18,2 CD	252 BC	119 ABC	5
DKC6575*	+1	19,4 A	249 C	108 D	1
JARAL Bt*	-2	18,5 ABCD	244 C	109 CD	4
PR33P66	+1	17,5 D	263 A	119 AB	16
PR33P67*	+1	18,4 ABCD	263 A	119 AB	2
TIETAR	0	18,9 ABC	249 C	106 D	8
Media del ensayo	16-jul	18,5	253115	8	
Nivel de significación de las variedades	-	p < 0,0001	p < 0,0001	p < 0,0001	-
Número de ensayos	15	16	15 12	6	

* Variedades transgénicas

La separación de medias se ha realizado con el test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$).
Ensayadas en las campañas 2004, 2005 y 2006.

cha ligeramente superior al de sus isogénicas convencionales. Por el contrario, han mostrado una mayor resistencia frente a la rotura de las cañas. Las variedades transgénicas Aristis Bt y Cuartal Bt han presentado una altura de inserción de la mazorca más elevada en comparación con sus respectivas isogénicas convencionales Aristis y Cuartal.

Variedades de ciclo 700

Ensayos de evaluación de variedades de ciclo 700

Durante las campañas 2005 y 2006 se han realizado 29 ensayos, que se han considerado válidos. Éstos se han distribuido en las principales zonas de cultivo de maíz de ciclo 700 y concretamente en las autonomías de Andalucía, Aragón, Castilla-La Mancha, Cataluña, Extremadura, Madrid y Navarra.

El diseño de los ensayos ha sido en fila-columna latinizado o bloques al azar, con tres o cuatro repeticiones por cada variedad. El tamaño de la parcela elemen-

Cuadro VI.

Floración femenina respecto la media del ensayo, humedad del grano, altura de la planta y de inserción de la mazorca y plantas rotas de las variedades transgénicas en comparación con sus isogénicas convencionales.

Variedades	Floración femenina (días)	Humedad del grano (%)	Altura de la planta (cm)	Altura nudo inserción mazorca (cm)	Plantas rotas (%)
Transgénicas	+1	18,7	256	119	4
Isogénicas convencionales	0	18,1	252	112	13
Media de los ensayos (kg/ha)	+1	18,4	254	115	9
Significación del contraste	-	p = 0,1008	p = 0,2679	p = 0,0006	-

La separación de medias se ha realizado con el test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$).
Ensayadas en las campañas 2004, 2005 y 2006.

Cuadro VII.

Variedades de maíz de ciclo 700 ensayadas en el marco de la red Genvce, durante las campañas 2005 y 2006.

Variedades	Año de entrada en la red GENVCE	Registro	Empresa comercializadora
ELEONORA (T)		Testigo	PIONEER HI-BRED
HELEN (T)		Testigo	LIMAGRAIN IBÉRICA
VARENNE	2004	Comunitario	MAISADOUR
LARIGAL	2005	Comunitario	SEMILLAS BATLLE
NK-ARMA	2005	Español	SYNGENTA SEEDS
PR32W86	2005	Comunitario	PIONNER HI-BRED
ABILIO	2006	Comunitario	MAISADOUR
ES BRONCA	2006	Comunitario	ARLESA SEMILLAS
GUADIANA	2006	Español	LIMAGRAIN IBÉRICA
KARATE	2006	Comunitario	K.W.S.
NK-FACTOR	2006	Español	SYNGENTA SEEDS

tal ha variado entre 24 y 30 m². Cada parcela ha estado formada por cuatro hileras de maíz, excepto en los ensayos de Aragón, que han sido dos, realizándose la mayoría de las determinaciones en las dos hileras centrales.

Variedades ensayadas

En las campañas 2005 y 2006 se han ensayado nueve variedades nuevas de maíz de ciclo 700, junto con los testigos Eleonora y Helen (cuadro VII). Las variedades NK-Arma, Guadiana, NK-Factor y el testigo Helen son las únicas que proceden del Registro de Variedades Comerciales español. La variedad Varenne se empezó a ensayar en la red el año 2004, habiendo cumplido su tercer año de ensayo, y en consecuencia ha terminado su período de evaluación en el grupo. Los híbridos Larigal, NK-Arma y

PR32W86 se han ensayado durante dos campañas. Por su parte, Abilio, Es Bronca, Guadiana, Karate y NK-Factor se han evaluado por primera vez durante esta campaña.

Rendimiento

En el cuadro VIII se pueden observar los índices productivos medios de todas las variedades en función de los años que se han ensayado. Se han observado diferencias significativas de producción entre variedades; si bien en el análisis conjunto de las campañas 2005 y 2006 el test de separación de medias no establece grupos de variedades en función del rendimiento obtenido. Sin embargo, si se considera únicamente el año 2006, Helen y Es Bronca han mostrado rendimientos significativamente superiores a Larigal y Abilio.



Los testigos Helen y Eleonora se han situado entre los híbridos con mayores producciones. Con los resultados de dos años, cabe destacar el comportamiento de PR32W86, con unos rendimientos un 3,6% inferiores respecto al testigo Helen, pero superiores en un 1% respecto al testigo Eleonora; si bien sin diferencias significativas entre ellas. El comportamiento de PR32W86 es especial-

mente interesante si se tiene en cuenta su humedad, inferior tanto a Helen como Eleonora (figura 7).

Las variedades Helen y PR32W86 son las que ha mostrado una menor estabilidad genotípica y a la vez se han comportado en más de la mitad de los ensayos como las variedades más productivas. La inestabilidad de estas variedades ha sido debida a su gran capacidad de produc-

Cuadro VIII.

Índice productivo medio de las variedades de maíz de ciclo 700 respecto a los testigos Helen y Eleonora, ensayadas en el marco del Genvce durante las campañas 2005 y 2006.

Variedades	ÍNDICE PRODUCTIVO MEDIO (%)			
	Campañas 2005 y 2006		Campaña 2006	
HELEN (T)	102,3	A	102,7	A
PR32W86	98,7	A	97,1	AB
ELEONORA (T)	97,7	A	97,3	AB
NK-ARMA	95,8	A	95,3	AB
VARENNE	95,4	A	94,2	AB
LARIGAL	91,5	A	88,8	B
ES BRONCA			99,0	A
GUADIANA			96,9	AB
NK-FACTOR			95,6	AB
KARATE			94,5	AB
ABILIO			89,4	B
Media de los ensayos	14.308 kg/ha		13.976 kg/ha	
Índice 100	14.766 kg/ha		14.630 kg/ha	
Significación de las variedades	p < 0,0001		p < 0,0001	
Coefficiente de variación	5,89%		5,95%	

La separación de medias se ha realizado con el test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$).

Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Cuadro IX.

Índice productivo de las variedades de ciclo 700, obtenido en el marco de Genvce, durante los años 2005 y 2006 en función de la productividad media de los ensayos.

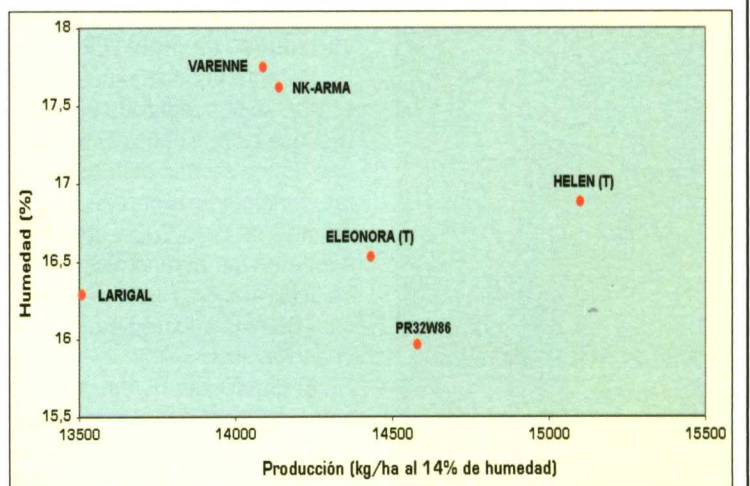
Variedades	ZONA PRODUCTIVA					
	Baja		Media		Alta	
HELEN (T)	100,2	A	101,0	A	104,2	A
PR32W86	92,8	A	102,5	A	100,6	A
ELEONORA (T)	99,8	A	99,0	A	95,8	AB
NK-ARMA	96,5	A	95,6	A	94,6	AB
VARENNE	94,5	A	99,4	A	93,9	AB
LARIGAL	94,2	A	94,4	A	88,1	B
Media del ensayo	11.633 kg/ha		14.155 kg/ha		17.004 kg/ha	
Índice 100	12.076 kg/ha		14.348 kg/ha		17.678 kg/ha	
Nivel de significación de las variedades	p = 0,4917		p = 0,2305		p < 0,0001	



Parcela de una variedad de maíz convencional afectada por los taladros. Fuente: Irta-Mas Badia.

Figura 7.

RELACION ENTRE LA PRODUCCIÓN Y LA HUMEDAD DE LAS VARIETADES DE CICLO 700 ENSAYADAS LAS CAMPAÑAS 2005 Y 2006.



ción cuando las condiciones de cultivo les han sido favorables. NK-Arma ha sido el híbrido más estable entre los ensayados las campañas 2005 y 2006.

Se ha observado un comportamiento cambiante de las variedades en función del ambiente, y de forma particular entre las localidades de ensayo. Con el objetivo de facilitar la interpretación de la interacción variedad por ambiente, se han agrupado las localidades de ensayo de las dos últimas campañas en tres zonas, en función de la producción media de los distintos ensayos considerados. Así, se han establecido las zonas productivas:

- Alta: ensayos cuya producción media ha sido superior a 16.000 kg/ha.

- Media: ensayos cuya producción media ha estado comprendida 13.000 y 16.000 kg/ha.

- Baja: ensayos cuya producción media ha sido inferior a 13.000 kg/ha.

Se ha observado una interacción variedad por zona productiva

significativa ($p = 0,0094$), lo que indica una respuesta diferencial de las variedades en función de las zonas productivas preestablecidas. Las variedades Helen y PR32W86 han presentado una mejor adaptación relativa en los ensayos con mayores rendimientos, donde sus producciones han sido significativamente superiores a las de Larigal (**cuadro IX**).

Parámetros agronómicos

En el **cuadro X** pueden observarse los valores de las variables agronómicas que se han obtenido en los ensayos realizados durante las campañas 2005 y 2006.

Las variedades que han presentado una floración femenina más precoz han sido Helen y Larigal; mientras que la más tardía ha sido Eleonora. Los valores más elevados de humedad han correspondido a Varenne y NK-Arma; mientras que los más bajos a PR32W86 y Larigal. Las variedades que han presentado una mayor altura de la planta han sido

Cuadro X.

Floración femenina respecto la variedad Eleonora, humedad del grano, altura de la planta y de inserción de la mazorca y plantas rotas de las variedades de ciclo 700.

VARIETADES	Floración femenina (días)	Humedad del grano (%)	Altura de la planta (cm)	Altura inserción mazorca (cm)	Plantas rotas (%)
ELEONORA (T)	0	16,5 BC	284 C	121 A	12
HELEN (T)	-3	16,9 B	292 B	117 AB	9
LARIGAL	-3	16,3 CD	272 D	104 C	6
NK-ARMA	-1	17,6 A	271 D	119 AB	8
PR32W86	-2	16,0 D	300 A	118 AB	18
VARENNE	-1	17,7 A	281 C	116 B	17
Media del ensayo	29 de junio	16,8	283116	11,7	
Nivel de significación de las variedades	-	$p < 0,0001$	$p < 0,0001$	$p < 0,0001$	-
Número de ensayos	23	34	23	24	3

* Variedades transgénicas

La separación de medias se ha realizado con el test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$). Ensayadas en las campañas 2004, 2005 y 2006.

PR32W86 y Helen; mientras que las más bajas han sido Larigal y NK-Arma. De éstas, Larigal ha sido la que ha presentado una al-

tura de inserción de la mazorca más baja. Se ha observado rotura de cañas en únicamente tres ensayos, donde Varenne y PR32W86 son las variedades que han presentado un mayor porcentaje de plantas rotas por debajo de la mazorca.

Consideraciones finales

- Después de tres años de ensayos, la variedad Varenne ha terminado su período de evaluación en Genvce, habiendo presentado un índice productivo medio del 99% respecto a Eleonora.

- Entre las variedades que se han ensayado durante dos años ha destacado PR32W86, que ha presentado una mejor adaptación relativa en los ambientes más productivos. Sin embargo, no ha diferido significativamente del resto de las variedades.

- Entre las variedades ensayadas un año han destacado Es Bronca, Guadiana, entre otras.

- Los mayores valores de la humedad del grano han correspondido a Varenne y NK-Arma y los más bajos a PR32W86. Ésta última variedad es la que ha presentado una mayor altura de la planta y también la que se ha visto más afectada por la rotura de las cañas, junto con Varenne. ■



Parcela de una variedad de maíz transgénico. Fuente: Irta-Mas Badia.