

# CONTRIBUCIÓN DE LA MEJORA GENÉTICA AL INCREMENTO DE LOS RENDIMIENTOS DEL MAÍZ EN CATALUÑA



Campo de ensayo de variedades de maíz de la Tallada d'Empordà a principios de los años 90. Foto: J. Serra.



Planta afectada por el virus MDMV. Las virosis son uno de los principales factores a considerar en algunas zonas del Regadío de Lleida. Foto: J. Serra

## 01 La evolución de los rendimientos del maíz

En Cataluña, el maíz es el cereal que presenta unas mayores producciones de grano por unidad de superficie. Así, a modo de ejemplo, el rendimiento medio de este cultivo en el año 2003 fue de 8.662 kg/ha, cifra que superó en más del doble los de trigo, cebada, avena, centeno y sorgo (Tabla 1). Este hecho es debido al alto potencial de producción que tiene la especie, pero también a otros factores, como el hecho que se cultiva mayoritariamente en parcelas de regadío.

**Tabla 1. Rendimientos de los cereales para grano en Cataluña el año 2003 (Fuente: DAR).**

Cereal	Rendimiento (kg/ha)
Trigo	3.275
Cebada	2.933
Avena	2.046
Centeno	2.105
Arroz	5.554
Maíz	8.662
Sorgo	2.359

Durante el siglo XX se produjo un incremento muy importante de los rendimientos del maíz. En el caso de los Estados Unidos de América, el primer productor mundial, datos del USDA (United States Department of Agriculture), muestran que el rendimiento medio a comienzos de siglo era próximo a 1.700 kg/ha; durante el primer tercio de éste, prácticamente no se incrementó; pero, a partir de mediados de los años 30 y hasta el final, se produjo un aumento anual superior a 100 kg/ha,

resultando a finales de los años 1990 un rendimiento medio próximo a 9.000 kg/ha (Figura 1). Inicialmente se cultivaban poblaciones que se multiplicaban por polinización libre, en que la mejora realizada resultó poco efectiva desde un punto de vista productivo. El aumento más importante de los rendimientos se produjo con la aparición de las variedades híbridas, en los años 30. En primer lugar, se cultivaron híbridos dobles con un incremento anual del rendimiento de 63 kg/ha; pero, a partir

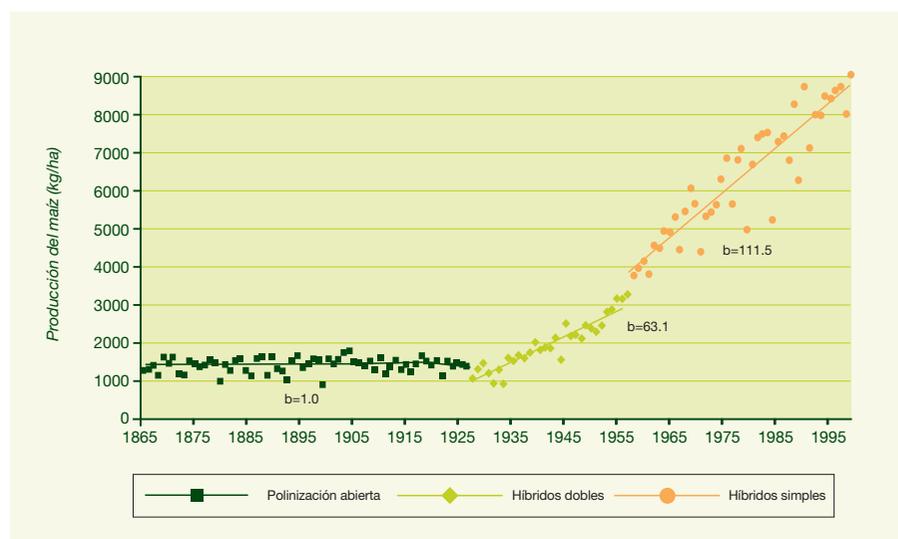


Figura 1. Rendimiento medio del maíz en Estados Unidos (Forrest, 2004).

de los años 60, con la introducción de los híbridos simples, el aumento anual pasó a ser de 112 kg/ha.

En España y en Cataluña el aumento del rendimiento del maíz ha sido similar al de los Estados Unidos, si bien con un rasgo diferencial destacable, puesto que éste no se inició hasta los años 50 (Figuras 2 y 3), debido a la introducción más tardía de las variedades híbridas. En el caso español, durante la primera mitad del siglo XX los rendimientos se mantuvieron estables, con un valor medio de 1.455 kg/ha; entre los años 1950 y 1967 se produjo un incremento anual de 44 kg/ha; y a partir de este último año, de 193 kg/ha. En el caso de Cataluña la evolución ha sido la misma, con un rendimiento medio de 1.355 kg/ha entre 1905 y 1950; un incremento anual de 54 kg/ha entre 1950 y 1967; y de 198 kg/ha a partir de este último año.

El aumento de las producciones es debido tanto a adelantos en la mejora genética, como en las prácticas culturales (control de malas hierbas, fertilización y riego, entre otras). No es fácil determinar la contribución de la mejora genética en el incremento total de los rendimientos, debido al gran número de factores implicados. Duvick (1992) estudió el progreso observado en las producciones de los híbridos de maíz entre 1930 y 1986 y concluyó que una media del 47% del incremento total era debida al progreso genético. Esta mayor capacidad de producción se explicaría principalmente por una mejor adaptación a condiciones de estrés tanto abióticos (calor, déficit de agua y altas densidades, entre otras) como bióticos (virosis, podredumbres de la base de los tallos y barrenadores, entre otras). La contribución de otros factores (fertilizantes, fitosanitarios y trabajo de suelo, entre otras) es muy variable. La mejora de algunas características genéticas (por ejemplo la aptitud por producir a altas densidades de plantas), ha permitido el cambio de prácticas culturales (aumento de la densidad de siembra), ha contribuido a que el cultivo sea más eficiente en la captación y en el uso de los recursos (luz, agua y nutrientes) y ha comportado un incremento de los rendimientos.



Figura 2. Rendimiento medio del maíz en España (Fuente: INE).

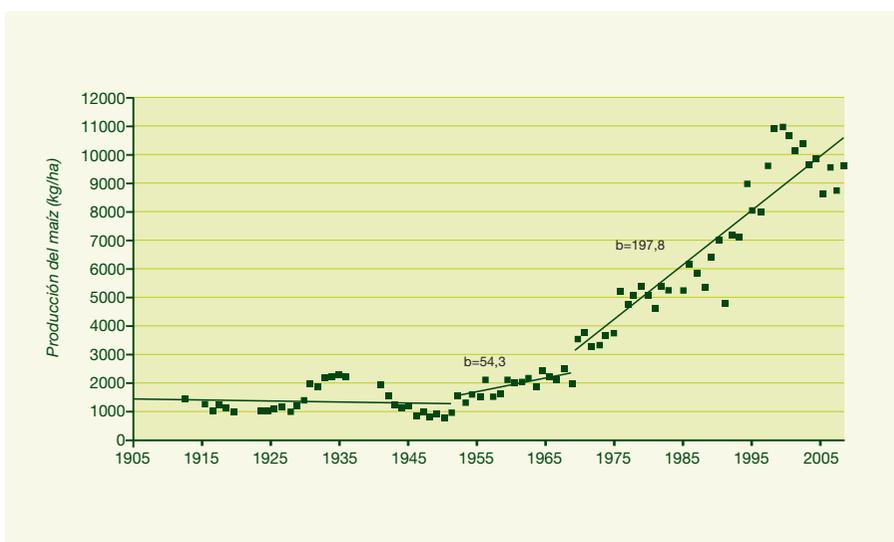


Figura 3. Rendimiento medio del maíz en Cataluña (Fuente: INE).

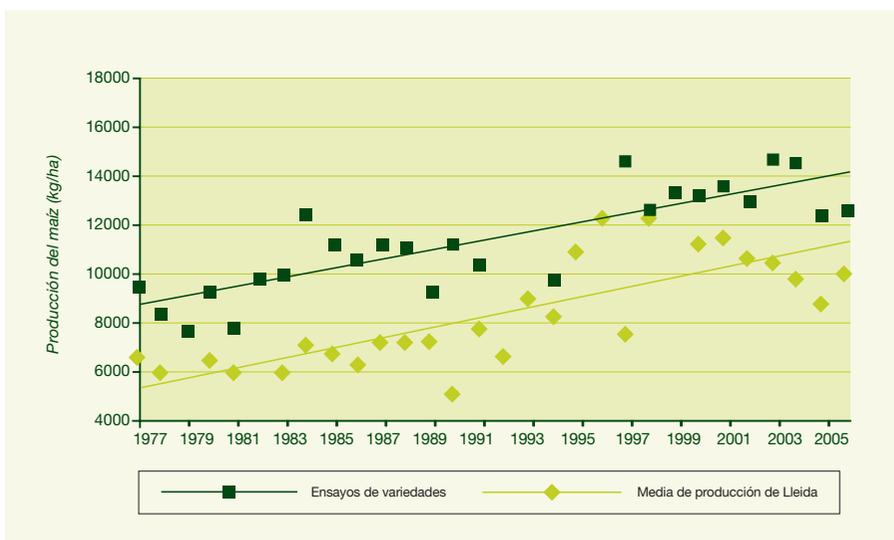


Figura 4. Producción media de los ensayos de evaluación de variedades de maíz realizados en las comarcas de Lleida, en comparación con la producción media de esa misma zona.

## 02 Los ensayos de evaluación de variedades en Cataluña

Desde el año 1977 varias instituciones del ámbito público han realizado ensayos de evaluación de variedades, en las zonas productoras catalanas. Inicialmente, hace falta destacar el trabajo realizado por el antiguo Servicio de Extensión Agraria (SEA) del DARP en todo Cataluña y, en el litoral de Girona por la Fundación Mas Badia. Posteriormente, a partir del año 1995 el Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias (IRTA) tomó el relevo y ahora es la institución que lleva a cabo esta experimentación. El número de ensayos realizados en todo este periodo es elevado (sólo en el periodo 1988-2006, más de sesenta). Aún así, se ha observado una disminución en el número que se hace por año; se ha pasado de los 8-10 a finales del año 1980, a los dos o tres que se realizan en la actualidad.

El rendimiento medio de los ensayos ha aumentado a medida que han pasado los años. Si consideramos el periodo 1977-2006 en la zona de regadíos de Lleida, el aumento anual ha sido de 185 kg/ha (Figura 4); mientras que entre 1983 y 2006 en Girona litoral, de 225 kg/ha (Figura 5). En los dos casos los incrementos observados han sido ligeramente menores que en los rendimientos medios comerciales de cada zona. Por otra parte, las producciones medias de los ensayos del Regadío de Lleida y del Litoral de Girona han sido superiores a las medias de producción comercial de cada zona. Esta diferencia se da porque los ensayos se han realizado normalmente en parcela pequeña, en terrenos de regadío de alta fertilidad y con un mayor cuidado en las prácticas culturales.

## 03 Variedades evaluadas

A lo largo de esta serie de campañas se han ensayado más de 350 variedades de ciclos 800, 700, 600 y 500. En la tabla 2 se puede ob-

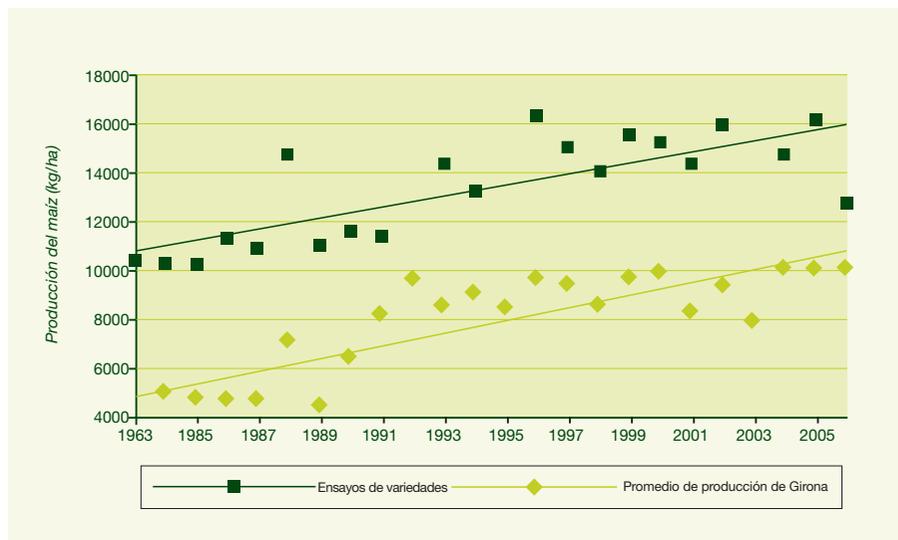


Figura 5. Producción media de los ensayos de evaluación de variedades de maíz realizados en las comarcas de Girona, en comparación con la producción media de esa misma zona.

servar una muestra de las variedades de ciclo 700 y 800 evaluadas entre el 1988 y el 2006. Todas ellas son híbridos simples y COMPA CB, DKC6575, HELEN Bt y PR32P76 son transgénicas, la primera de las cuales con la modificación CG 00256-176 y el resto con la MON 810. En este periodo las que se han ensayado más tiempo han sido DRACMA y ELEONORA, con 14 y 11 años, respectivamente. En Tabla 3 se muestran algunas de las variedades de ciclo 500 y 600 que se han evaluado en esta serie de años; destaca CECILIA como la que se ha ensayado durante más campañas (12). Todas ellas también son híbridos simples, y JARAL Bt y PR33P67 son las únicas transgénicas con la modificación MON 810.

Más de la mitad de los híbridos evaluados se han ensayado sólo durante un año, por el hecho de presentar producciones marcadamente inferiores a las variedades de referencia. Una de las contribuciones más importantes de los ensayos de evaluación varietal ha sido el filtra-

do del nuevo material comercial, que recomienda sólo aquellos híbridos que han expresado un mayor potencial de producción en las zonas productoras catalanas.

## 04 Rendimiento de las variedades

Se ha hecho un estudio para comparar estadísticamente los resultados productivos de los híbridos que se han ensayado durante un mínimo de tres años. Por esto, se han tratado conjuntamente todos los ensayos de la serie histórica mediante el análisis de la varianza multiambiente utilizando varios modelos mixtos de efectos fijos y aleatorios. Como efectos fijos de los diferentes modelos se han considerado el ensayo individual (combinación de año y localidad de ensayo), la zona de cultivo (Regadío de Lleida, Girona litoral e Interior de Girona), el ciclo (800, 700, 600 y 500), así como el tipo de variedad (convencional o transgénica); y como efectos aleatorios la variedad y sus interacciones con el ensayo y la zona de cultivo. Los me-

Variedad COSTANZA, que se caracterizaba por tener las puntas de la mazorca sin rellenar. Foto: J. Serra.



La variedad DRACMA se ensayó entre 1989 y 2004. Foto: J. Serra.



La Red de Evaluación de Variedades de Maíz ha permitido conocer la productividad de los nuevos híbridos, y ha descartado los menos interesantes

**Tabla 2. Muestra de algunas de las variedades de maíz de ciclo 800 y 700 que se han evaluado en Cataluña durante un mínimo de tres años, en ensayos oficiales realizados a partir de 1988, así como los años de ensayo.**

VARIEDADES CICLO 700-800	AÑOS																		
	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06
ADOUR 640	x	x	x	x		x	x												
AE 703	x	x	x	x															
ALIOS	x	x	x	x		x	x												
BIANCA	x	x	x	x		x	x												
IVANA	x	x	x	x															
M-770	x	x	x	x															
NEPRIS	x	x	x	x		x													
P-3183	x	x	x	x		x	x												
PRISMA	x	x	x	x															
XL-72	x	x	x	x															
DRACMA		x	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x		
JUANITA				x		x	x			x	x	x							
COSTANZA				x		x	x		x	x	x	x							
OROPESA							x		x	x	x								
CHAMACO							x			x	x	x							
PEGASO							x		x	x	x	x	x	x	x				
DOÑANA									x	x	x	x	x						
ELEONORA									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
SELE									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
COMPA CB*											x	x	x	x	x	x			
PREGIA											x	x	x	x					
ARISTIS												x	x	x	x		x	x	x
ALICUNDE													x	x	x	x	x	x	
HELEN													x	x	x	x	x	x	x
DKC6535														x	x	x	x	x	
KERMESS														x	x	x	x	x	x
PR32R42														x	x	x	x	x	x
TIETAR														x	x	x	x	x	x
DKC6575*																	x	x	x
HELEN Bt*																	x	x	x
NK-FACTOR																	x	x	x
PR32P76*																	x	x	x
PR32W86																	x	x	x
VARENNE																	x	x	x

\* Variedades transgénicas.

jores predictores lineales no sesgados (BLUPs, "best linear unbiased predictors") del rendimiento medio de cada variedad se han obtenido del ajuste de los mencionados modelos mixtos. La aplicación de esta metodología ha permitido comparar directamente variedades ensayadas en años y condiciones diferentes, y obtener la mejor predicción no sesgada de cada híbrido con independencia de su año de introducción en la red de experimentación y del número de ensayos en que ha sido probada.

El número de variedades que se han incluido en el análisis ha sido de 102, de las cuales 8 corresponden a ciclo 800, 58 a 700, 28 a 600 y 8 a 500.

El número de ensayos considerados ha sido de 63, correspondientes a 17 años y 19 localidades diferentes. Los ensayos se han realizado en los años comprendidos entre el 1988 y 2006; y las localidades más representadas han sido la Tallada d'Empordà (Baix Empordà) con 15 ensayos y el Palau d'Anglesola (Pla de Urgell) con 11. En la agrupación de los ensayos en zonas productoras, 29 corresponden al Regadío de Lleida, 27 al Litoral de Girona y 7 al Interior de Girona, todos ellos en la localidad del Vall d'en Bas.

La cuantificación de la varianza asociada a los efectos aleatorios "variedad" y "variedad por ensayo" ha permitido detectar una importante

variabilidad productiva entre variedades, así como un comportamiento variable de estas en función del ensayo. Tal y como era previsible, los rendimientos también han variado de forma significativa entre los ensayos ( $p < 0.0001$ ). Las producciones medias más bajas se han obtenido en los ensayos de Castellserà 1989, Tèrmens 1989 y les Borges Blanques 1991, con 6.962, 7.781 y 7.942 kg/ha, respectivamente; y las más altas en Vall d'en Bas 2004 y la Tallada d'Empordà 2004 y 1988, con 18.115, 17.310 y 16.788 kg/ha, respectivamente.

En la Figura 6 se pueden observar los rendimientos comparativos de algunas

Tabla 3. Muestra de algunas de las variedades de maíz de ciclo 600 y 500 que se han evaluado en Cataluña durante un mínimo de tres años, en ensayos oficiales realizados a partir de 1988, así como los años de ensayo.

VARIEDADES CICLO 700-800	AÑOS																		
	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06
LUANA	x	x	x	x															
HIDRA						x	x		x	x	x	x							
CECILIA							x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
MARZIA							x		x	x	x	x	x	x					
LERIDIS									x	x	x	x	x						
LUCE									x	x	x	x	x	x	x	x	x		
DK626									x		x	x	x	x	x				
GAMBIER										x	x	x	x						
GIUBILEO										x	x	x	x	x					
TUNDRA										x	x	x	x						
CUARTAL											x	x	x		x		x	x	x
SENEGAL											x	x	x	x	x	x	x		
GOLDUCA												x	x	x	x	x	x		
PR34B23													x	x	x	x	x		
ASTURIAL															x	x	x	x	x
PR33P66															x	x	x	x	x
SANCIA																x	x	x	x
GUADALQUIVIR																	x	x	x
JARAL Bt*																	x	x	x
PR33P67*																	x	x	x
PR34N43																	x	x	x

\* Variedades transgénicas.

variedades de ciclo 700 y 800 a partir de las mejores predicciones (BLUPs). Los menores rendimientos se han observado en las variedades más antiguas AE 703, XL-72 y ADOUR 640, que se empezaron a ensayar a finales de los años 70. La aparición en el mercado de P-3183, a inicios de los años 80, representó un incremento muy destacable de los rendimientos (entre 1.500 y 3.000 kg/ha). Durante esta década pocas variedades superaron claramente a P-3183; en todo caso, se podría destacar BIANCA. No será hasta los años 90, donde DRACMA fue un híbrido de referencia, cuando aparecieron algunas variedades (COSTANZA, ELEONORA y SELE) que superaron los rendimientos de P-3183 en más de 500 kg/ha. A finales de los años 90 se cultivó el primer híbrido transgénico (COMPA CB) que mostró rendimientos similares o algo inferiores a los híbridos de referencia de aquel momento. A partir del año 2000 hace falta destacar las variedades HELEN y PR 32W86 y también las transgénicas DKC6575 , PR32P76 y HELEN Bt con rendimientos que han superado a P-3183 en más de 1.000 kg/ha.

Entre las variedades de ciclo 500 y 600 se han observado diferencias de potencial de pro-

ducción más pequeñas que entre las de ciclo 700 y 800, en parte porque no se han considerado variedades tan antiguas (la más vieja es LUANA, que se empezó a ensayar el año 1984). Durante la mayor parte de la década de los años 1990 la referencia ha sido CECILIA, que ha sido superada por pocos híbridos, destacando SENEGAL y GIUBILEO (Figura 7). A partir del año 2000 han aparecido un número importante de variedades más productivas, entre las que han destacado PR33P67, SANCIA, PR34N43, JARAL Bt, PR33P66 y GUADALQUIVIR. Entre estas hace falta hacer especial mención a PR 33P67, que es una variedad transgénica que ha superado las producciones de CECILIA en más de 1.500

kg/ha y ha mostrado un potencial productivo similar en las mejores variedades de ciclo 700. La autorización de la comercialización de las variedades transgénicas, primero las derivadas del CG 00256-176 el año 1998 (COMPA CB, entre otras), y más adelante las derivadas del MON 810 (PR33P67, DKC6575, entre otras) a partir del 2003, ha representado uno de los cambios más importantes en la oferta varietal. Entre los híbridos transgénicos comerciales, los rendimientos más elevados los han aportado los derivados del MON 810. Comparando estos con los híbridos convencionales, en el conjunto de todas las zonas productoras, no se han observado diferencias significativas de producción, aunque la

**VARIEDADES MÁS SIGNIFICATIVAS EN EL TIEMPO EN LOS CICLOS 700-800**

**P-3183.** Representó el avance genético más importante de los últimos treinta años y fue la referencia durante los años 80.

**DRACMA.** Fue ampliamente cultivada sobre todo los años 90 y es la que se ha ensayado durante más años.

**COSTANZA.** Destacó por su potencial de producción y grano de buena calidad, pero con la punta de las mazorcas sin rellenar.

**COMPA CB.** La primera variedad transgénica con resistencia parcial a los barrenadores.

**ELEONORA.** Todavía hoy es la referencia y se ve superada por pocas variedades.

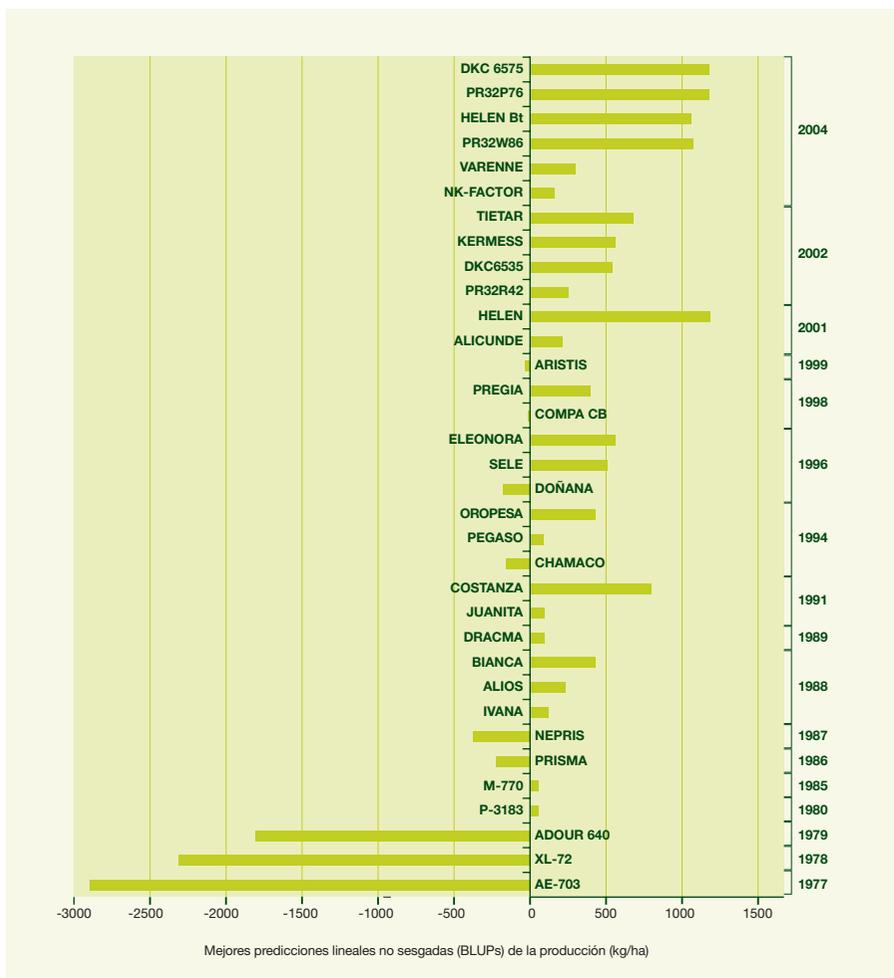


Figura 6. Mejores predicciones lineales no sesgadas del rendimiento de las variedades de maíz de ciclo 700 y 800 más representativas, obtenidas a partir de los ensayos realizados en Cataluña entre el año 1988 y 2006. Se indica también el año de introducción de cada variedad en la red de experimentación.

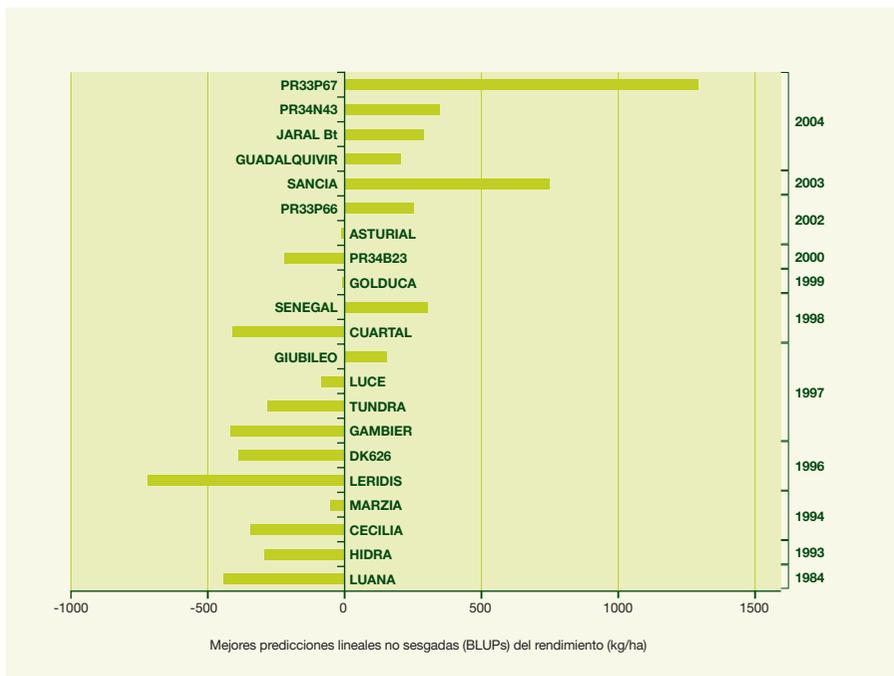


Figura 7. Mejores predicciones lineales no sesgadas del rendimiento de las variedades de maíz de ciclo 500 y 600 más representativas, obtenidas a partir de los ensayos realizados en Cataluña entre el año 1988 y 2006. Se indica también el año de introducción de cada variedad en la red de experimentación.

probabilidad asociada ha sido muy próxima a la significación ( $p=0,06$ ). Pese a esto, sólo algunos pocos híbridos convencionales, entre los cuales hace falta destacar PR32W86 y HELEN (Figura 6), han presentado una capacidad de producción similar a los mejores híbridos transgénicos. Así, los datos sugieren una productividad superior de las variedades transgénicas vs. las convencionales en 1103 kg/ha, que hace falta valorar como importante desde un punto de vista agronómico y económico. Considerando sólo las variedades de ciclos 500 y 600, se han observado producciones significativamente superiores de las variedades transgénicas ( $p=0,004$ ), sobre todo por la alta capacidad de producción que ha mostrado PR33P67 (Figura 7).

Se ha estudiado también el comportamiento de las variedades por zonas productoras. En primer lugar, se han observado diferencias de rendimiento en función de la zona ( $p<0,001$ ), con unos valores medios de 13.359, 13.653 y 12.005 kg/ha en el Interior de Girona, Girona litoral y Regadío de Lleida, respectivamente. Se ha observado un comportamiento diferente de las variedades en función de la zona productiva ( $p<0,001$ )

En la Figura 8 se presentan los índices productivos de algunas variedades de ciclo 700 y 800, respecto a la variedad de referencia P-3183, en las zonas del Regadío de Lleida y del Litoral de Girona, y el año de introducción en los ensayos. De forma similar, en la Figura 9 se presentan los índices productivos de algunas variedades de ciclo 500 y 600, respecto a CECILIA. Si bien el comportamiento de muchas variedades ha sido similar en las dos zonas, en otras no ha sido así. La principal explicación la podemos encontrar en la mayor afectación por la problemática de la virosis que se da en algunas de las zonas productoras del Regadío de Lleida, hecho que implica que las más susceptibles tengan una peor adaptación. La comercialización de la variedad P-3183 representó un incremento muy importante de los rendimientos en las dos zonas, pero proporcionalmente más en el Regadío de Lleida. Muchas de las variedades cultivadas hasta aquel momento (AE 703, ADOUR 640, XL72, entre otras) eran sensibles a virosis, mientras que P-3183 se comportó como un híbrido más tolerante. Así, por ejemplo, el aumento de rendimiento que representó P-3183 respecto a ADOUR 640 en el Regadío de Lleida, estimado en 2297 kg/ha, fue muy superior al observado en el Litoral de Girona (1375 kg/ha). Esta diferente adaptación, la han



Figura 8. Índice productivo respecto a P-3183 de variedades de maíz de ciclos 700 y 800 en función de la zona productora (se indica el año que se ensayaron por primera vez).



Figura 9. Índice productivo respecto a CECILIA de variedades de maíz de ciclos 500 y 600 en función de la zona productora (se indica el año que se ensayaron por primera vez).

mostrado otras muchas variedades como por ejemplo SENEGAL (Figura 9).

**05 Incremento de rendimiento atribuible al progreso genético**

En la Figura 10 se muestra la tendencia general de los rendimientos del maíz en función del año de introducción de los nuevos híbridos. Se ha observado un primer periodo, entre los años 1977 y 1980, año que se empieza a ensayar la variedad P-3183, con un incremento espectacular del rendimiento, de 936 kg/ha y año (R<sup>2</sup>=0,90). A partir del año 1980 la productividad ha continuado aumentando de manera constante; si bien de forma más moderada, 36 kg/ha y año (R<sup>2</sup>=0,22). Estas tendencias no se corresponderían con la evolución de los ren-

dimientos medios en Cataluña, donde se han observado incrementos más importantes en la década de los años 90 que en la de los 80. Si consideramos todo el periodo 1977 a 2006, el aumento de los rendimientos atribuible a la mejora genética ha sido de 70 kg/ha y año (R<sup>2</sup>=0,47). En este mismo intervalo de tiempo el aumento que se ha observado en Cataluña ha sido de 210 kg/ha y año. De esta forma, podemos concluir que la mejora genética, a través de la introducción de nuevas variedades, explicaría aproximadamente un 33% del aumento de los rendimientos que se ha observado en los últimos treinta años. La resta se debería atribuir a otros factores, principalmente la modernización que se ha producido en las técnicas de cultivo.

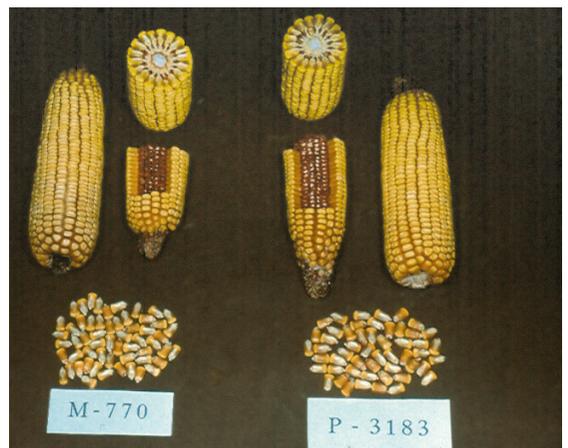


Entre los híbridos de ciclo 500 y 600, CECILIA ha sido la referencia desde mediados de los años 90. En la actualidad ya se empieza a ver superada por otras variedades (se indica el año en que se ensayaron por primera vez).

En la Figura 11 se muestra la evolución de los rendimientos de las variedades de maíz separadas entre ciclos 700-800 y 500-600.

No se han observado diferencias significativas de producción entre los dos grupos de ciclos (p=0,8890), probablemente debido al efecto negativo de las variedades de ciclo 700-800 anteriores a P-3183. De hecho, muchas variedades de ciclo 500-600 se han mostrado menos productivas que las de ciclo 700-800. En el periodo 1984 a 2006 se ha observado un mayor incremento anual del rendimiento en el grupo de variedades de ciclos 500 y 600, en comparación con las de 700-800 (62 vs.

Mazorca y grano de las variedades P-3183 y M-770, que se cultivan los años 80. Foto: J. Serra



Las mejores variedades transgénicas derivadas del MON 810 se sitúan actualmente entre las más productivas

36 kg/ha), con una tendencia a disminuir la diferencia de productividad entre los dos grupos de ciclos de precocidad.

## 06 Consideraciones finales

La introducción de nuevos híbridos de maíz, con un mayor potencial de producción, es uno de los factores que más ha contribuido a aumentar los rendimientos del maíz en Cataluña, y esto explica el 33% del aumento total observado los últimos treinta años. En este marco, las redes de evaluación de variedades de maíz, han sido un elemento clave para el conocimiento de la adaptación del nuevo material. El resultado más destacable de estas ha sido, en primer lugar, descartar los híbridos menos productivos (más de la mitad de las variedades ensayadas no han continuado un segundo año en la red), pero también a la vez recomendar el cultivo de aquellos que han mostrado un mayor interés, entre los cuales encontramos prácticamente todos los que han sido más cultivados por los productores (P-3183, DRACMA, COSTANZA, CECILIA, ELEONORA, entre otras). También hace falta destacar otros resultados más específicos, como la contribución en la mejora de la problemática de las virosis durante los años 70 y 80, que representó un incremento de los rendimientos del orden de 1.500 a 3.000 kg/ha; así como el conocimiento del interés agronómico de las variedades transgénicas con resistencia a los barrenadores (se ha estimado un mayor rendimiento de estas del orden de 1.100 kg/ha en comparación con las convencionales), entre otras. Por esto, se han realizado numerosos ensayos en las principales zonas



En los últimos treinta años, la introducción de nuevas variedades ha contribuido a aumentar los rendimientos del maíz en Cataluña en 70 kg/ha y año, lo que explica el 33% del aumento total de las producciones

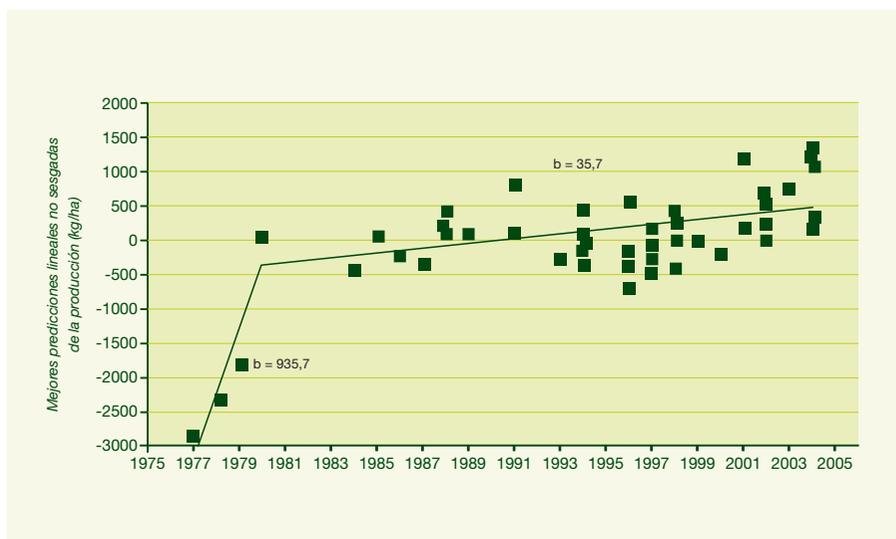


Figura 10. Aumento del rendimiento del maíz entre los años 1977 y 2006 en los ensayos de Cataluña atribuible al progreso genético.



Figura 11. Aumento del rendimiento del maíz entre los años 1977 y 2006 en los ensayos de Cataluña atribuible al progreso genético, en función del ciclo.

productoras y se han transferido los resultados con publicaciones y jornadas dirigidas principalmente a los productores.

## 07 Bibliografía

DUVICK G.N. (1992) "Genetic contribution to advances in yield of U.S. maize" *Maydica*, 37, págs. 69-79.

FORREST, A. (2004) "Background of U.S. Hybrid Corn II" *Breeding, Climate, and Food. Crop Sci*, 44, págs. 370-380.

## 08 Autores



Serra Gironella, Joan  
IRTA Mas Badia.  
joan.serra@irta.es

Voltas Velasco, Jordi  
Universidad de Lleida  
jvoltas@pvf.udl.es

López Querol, Antoni  
IRTA Lleida  
antoni.lopez@irta.es

Capellades Pericas, Gemma  
IRTA Mas Badia  
gemma.capellades@irta.es

Salvia Fuentes, Jordi  
IRTA Mas Badia  
jordi.salvia@irta.es