

## CONCLUSIONES

Se han generado 335 cruces derivados de la población (EC136xEC151)F2, que han sido evaluados con el tester heterótico EC214. Se han encontrado varios cruces cuya producción forrajera supera las 16 tMS/ha. Estos cruces corresponden a las líneas 306, 256, 325, 229, 300, 30, 48, 170 y 209 (EC136xEC151)F2, con 18,55, 16,92, 16,85, 16,75, 16,72, 16,42, 16,24, 16,14 y 16,13 tMS/ha respectivamente. Estas producciones fueron superiores a la media (13,49 tMS/ha) de los siete híbridos comerciales utilizados como testigos. La identificación de estas líneas parentales de los cruces que han presentado mayor producción servirá para desarrollar híbridos y poblaciones de maíz forrajero adaptadas a las condiciones edafoclimáticas de Galicia.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación recibida del INIA, Proyecto RTA2008-00104, así como al contrato de doctores del Sistema INIA-CCAA (L. Campo).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPO L., MONTEAGUDO A.B. Y MORENO-GONZÁLEZ, J. (2009) Evaluación de híbridos experimentales para la producción de maíz grano. En: Reiné R. *et al.* (Eds) *La multifuncionalidad de los pastos: producción ganadera sostenible y gestión de los ecosistemas*, pp 407-412. Huesca, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos
- MALVAR R.A., ORDÁS A., REVILLA P. Y CARTEA M.E. (1996) Estimates of genetic variances in two Spanish populations of maize. *Crop Science*, **36**, 239-242.
- MORENO-GONZÁLEZ J. 1988 Diallel Crossing System in Sets of Flint and Dent Inbred Lines of Maize (*Zea mays* L). *Maydica*, **33**, 37-49.
- MORENO-GONZÁLEZ J., ANDRÉS ARES J.L., ALONSO FERRO R. Y CAMPO RAMÍREZ L. (2004) Genetic and statistical models for estimating genetic parameters for maize seedling resistance to *Fusarium graminearum* Schwabe. *Euphytica*, **137**, 55-61.
- MORENO-GONZÁLEZ J., RAMOS-GOURCY F. Y LOSADA E. (1997) Breeding Potential of european flint and earliness-selected US Corn Belt dent maize populations. *Crop Science*, **37**, 1475-1481.
- SALLERES NEIRA M.B. (2010) *Utilización de marcadores moleculares para la selección y disección de caracteres cuantitativos de maíz grano y forrajero en las zonas húmedas de España*. Tesis doctoral. Universidad de A Coruña, España.
- SAS Institute Inc. (2008) *SAS/Stat User's Guide, Version 9.2*, Cary INC, NC, USA: SAS Institute Inc.
- STEEL, R.G.D. Y TORRIE, J.H. (1985) *Bioestadística: principios y procedimientos*. México DF, México: McGraw-Hill 2ª ed.

# Evaluación de la aptitud combinatoria específica de líneas (EC136 x EC151)F2 para la producción de maíz grano

Evaluation of specific combining ability of (EC136 x EC151)F2 derived lines for maize grain yield

L. CAMPO / J. MORENO-GONZÁLEZ

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM). Instituto Galego de Calidade Alimentaria (INGACAL). Apartado 10. 15080. A Coruña  
laura.campo.ramirez@xunta.es

**Resumen:** El objetivo de este trabajo fue evaluar la Aptitud Combinatoria Específica de trescientas veinticuatro líneas aleatorias derivadas de la población (EC136xEC151)F2 mediante cruzamientos con un probador tester heterótico EC214. Estos cruzamientos más cinco híbridos experimentales y siete testigos fueron evaluados en tres años, estimándose los parámetros de rendimiento grano (REND) y valor agronómico con el fin de determinar las líneas con mejor índice de selección (IS) para producción de maíz grano. Sólo se han encontrado diferencias significativas entre las medias de los cruces (EC136xEC151)F2 x EC214 y los testigos para el REND y la floración femenina, siendo los cruces más precoces y menos productivos que los testigos. A pesar de ello 105 de los cruzamientos evaluados alcanzaron REND superiores a la media de los testigos (8,81 tMS/ha). Respecto al parámetro IS, el 34,6% de los cruces (EC136xEC151)F2 x EC214 superó la media de los testigos. Los cruces de las líneas parentales 288, 138, 54, 77, 65 y 118, así como el híbrido experimental EC215AxB73 superaron en más de un 20% a la media IS de los testigos. En vista de los resultados obtenidos podemos concluir que en general las líneas derivadas de la población (EC136xEC151)F2 presentaron buena aptitud combinatoria para la producción de maíz grano.

**Palabras clave:** *Zea mays* L., índice de selección grano, híbrido.

**Abstract:** The objective of this work was to evaluate the specific combining ability of 324 lines derived from the (EC136 x EC151)F2 population crossed to the heterotic inbred tester EC214. These testcrosses, five experimental hybrids and seven commercial hybrids were evaluated in three years for grain yield and other important agronomic traits, which were combined in a selection index (SI) to determine the lines with the best specific combining ability for hybrid performance. One hundred and five testcrosses yielded higher than the commercial hybrid mean (8,81 tDM/h), whereas 34.6% of the testcrosses were superior to the commercial hybrids mean for the SI trait. Testcrosses involving lines 288, 138, 54, 77, 65 and 118 and the experimental hybrid EC215AxB73, exceeded by more than 20% the commercial hybrid mean for SI. They can be considered as good hybrids for grain yield and lines derived from population (EC136 x EC151)F2 showed a good specific combining ability with tester EC214.

**Key words:** *Zea mays* L., grain selection index, hybrids.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos 40 años se han llevado a cabo procesos de mejora de maíz (*Zea mays* L.) donde a partir de la selección de material autóctono adecuado a las condiciones de la zona y material foráneo de alto rendimiento, se han desarrollado genotipos de maíz con caracteres favorables de interés, como son el rendimiento (Romay *et al.*, 2008), la resistencia a enfermedades, especialmente el vuelco o encamado (Moreno-González *et al.*, 2004), el taladro o la polilla (Sandoya *et al.*, 2010), y la maduración precoz o floración (Alvarez *et al.*, 2002), para su utilización en la zona húmeda del norte de España.

Los caracteres de naturaleza cuantitativa como el rendimiento, poseen muy baja heredabilidad y, por lo tanto, muestran dificultad en mostrar un proceso continuado

y sostenible de selección. El objetivo de los diferentes programas de selección es aumentar la frecuencia de alelos favorables que son responsables de los caracteres seleccionados. Una vez fijados estos alelos hay que cruzar poblaciones o líneas puras que combinen bien entre ellas, es decir, que muestren heterosis, y probarlas en ensayos con repeticiones y diferentes ambientes a fin de obtener híbridos altamente productivos y adaptados a la zona de producción.

## MATERIAL Y MÉTODOS

346 poblaciones F2 del híbrido EC136xEC151 fueron utilizadas como material vegetal de partida. Las líneas puras EC136 y EC151 fueron descritas por Campo *et al.* (2009). En el año 2007, 2009 y 2010 se realizaron progresivamente los cruces *testcross* de las 346 líneas de sus respectivas generaciones de autofecundación derivadas de la población EC136 x EC151F2 por el tester heterótico EC214, perteneciente a germoplasma liso. Las líneas S3, S4 y S5 fueron utilizadas como hembras y polinizadas en campos aislados utilizando como macho la línea pura EC214 que produce híbridos resistentes al encamado. Este paso es necesario para producir suficiente cantidad de semilla del híbrido heterótico a fin de realizar los ensayos de evaluación.

Los ensayos se evaluaron en Puebla de Brollón (Lugo) durante tres años. En el año 2008 el diseño experimental fue un Látice 6x7 con tres repeticiones donde se evaluaron 32 cruces (EC136xEC151)F2-S3 x EC214, tres híbridos experimentales del CIAM y siete híbridos testigos. En el año 2010 el diseño experimental fue un Látice rectangular 8x9 con tres repeticiones y 66 cruces (EC136xEC151)F2-S4 x EC214, un híbrido experimental y cinco híbridos testigos, y en el año 2011 un diseño de bloques incompletos con dos repeticiones donde se evaluaron 232 cruces (EC136xEC151)F2-S5 x EC214, dos híbridos experimentales y tres híbridos testigos. Los híbridos comerciales Anjou290, NKthermo y LG3303, utilizados como testigos, fueron evaluadas en los tres años de ensayos y seis cruces (EC136xEC151)F2-S3 x EC214 más un híbrido experimental fueron evaluados en los años 2008 y 2010. En los tres ensayos el tamaño de la parcela elemental fue de 6,4 m<sup>2</sup> y la densidad de siembra de 7 pl/m<sup>2</sup>.

En vegetación se tomaron datos de vigor temprano (VTE), días hasta la floración femenina (FFEM), porcentaje de encamado (ENC), porcentaje de humedad del grano en la recolección (HUM) y rendimiento grano (REND). El análisis de varianza del porcentaje de encamado (ENC) se realizó con los valores transformados según la expresión  $(ENC+0,5)^{1/2}$  para ajustarlo a una distribución normal. El índice de selección (IS) fue calculado teniendo en cuenta el REND en porcentaje sobre la media del ensayo como efecto positivo, y las desviaciones ponderadas de ENC, HUM y FFEM respecto a sus medias respectivas como efectos negativos (Campo *et al.*, 2009).

El análisis de varianza se realizó mediante el procedimiento (PROC GLM) del programa estadístico SAS (SAS System, v.9.2) donde los híbridos, 324 cruces (EC136xEC151)F2 x EC214, más los 5 híbridos experimentales, más los 7 testigos, fueron considerados como factor fijo, mientras que los años, las repeticiones y los bloques dentro de las repeticiones fueron factores aleatorios. Las medias de cada híbrido fueron obtenidas por mínimos cuadrados (LSD). Para incrementar la precisión del análisis en

las medias de la producción de cada ensayo individual, se ajustaron a la variable concomitante número de plantas (Npl), a fin que las variaciones en el número de plantas por parcela no pueda afectar al rendimiento final. Además se estimó el error residual de cada año con el fin de realizar un análisis de varianza combinado, que fuera ponderado, por el inverso de la raíz cuadrada del error asociado al año. Esto nos permitió obtener medias LSD con menor error asociado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de varianza combinado se han encontrado diferencias significativas entre los híbridos tanto para rendimiento como para el resto de caracteres agronómicos excepto en encamado (tabla 1). También hubo diferencias significativas entre los años de ensayos para REND, HUM, FFEM y ENC, pero no para VTE.

Las medias de los caracteres agronómicos y de rendimiento de los cruces de las líneas (EC136xEC151)F2 evaluadas son mostradas en la tabla 2. La producción media de los cruces fue de 8,2 t/ha frente a las 8,28 y 8,81 t/ha de los híbridos experimentales y testigos respectivamente, siendo estas diferencias significativas. A pesar de ello 105 cruces consiguieron REND superiores a la media de los testigos y 19 cruces obtuvieron producciones superiores a las 10 t/ha, destacando el cruce 288 con 11,63 t/ha. El REND medio de los 324 cruces evaluados fue superior al conseguido por varias líneas (EC136xEC151)F2-S3 cruzadas por EC214 en otro estudio anterior, ya que en este caso el rendimiento medio alcanzado fue de 6,81 tMS/ha (Campo *et al.*, 2009).

**Tabla 1.** Cuadrados medios del rendimiento grano (REND) y los caracteres agronómicos de 324 híbridos de maíz grano (EC136xEC151) F2 x EC214 más 5 híbridos experimentales y 7 testigos evaluados en tres años.

Fuente	gl	REND	HUM	VTE	FFEM	ENC
Año	2	27,02 ***	178,85 ***	2,22 ns	43,30 ***	9,74 ***
Repetición(Año)	5	5,09 ***	39,75 ***	166,41 ***	8,26 ***	2,10 ns
Bloque(año*repetición)	100	6,28 ***	7,20 ***	4,25 ***	4,66 ***	1,68 ***
híbridos	335	2,19 ***	3,04 ***	1,40 ***	1,87 ***	1,13 ns
Npl(año)	3	24,93 ***				
Error	376 <sup>†</sup>	0,99	1,04	0,99	1,00	0,99
LSD(5%)híbridos		0,98	1,00	0,98	1,20	0,98

REND: rendimiento grano (t/ha); HUM: humedad (%); VTE: vigor temprano (1-5); FFEM: floración femenina (días); ENC: encamado transformado  $(ENC+0,5)^{1/2}$ . <sup>†</sup> grados de libertad del error para REND (376) para resto caracteres (379). LSD: mínimas diferencias significativas entre híbridos al 5%. NPL: n° de plantas por parcela. Significación estadística \*P<0,05; \*\*P<0,01; \*\*\*P<0,001; ns: no significativo (P>0,05).

En cuanto a los caracteres agronómicos evaluados no se han encontrado diferencias significativas entre las medias de los cruces y los testigos excepto para la FFEM siendo más precoces los cruces (70,6 días) que los testigos (71,3 días). Los valores medios de vigor, humedad del grano en recolección y encamado fueron de 3,31, 28,93 y 1,36 para los cruces y 3,12, 28,72 y 1,31 para los testigos. En estudios anteriores (Campo *et al.*, 2009), no se encontraron diferencias significativas entre las medias de los cruces (EC136xEC151)F2-S3 x EC214 y la media de los testigos para los caracteres agronómicos de VTE, FFEM, ENC y HUM.

