

ISBN 970-27-1045-6

## EVALUACIÓN DE LA APTITUD COMBINATORIA Y HETEROSIS EN LÍNEAS DE MAÍZ CON ALTA CALIDAD DE PROTEÍNA

**\*Salvador Gutiérrez Carbajal<sup>1</sup>, Norberto Carrizales Mejía<sup>2</sup>,  
Florencio Recendiz Hurtado<sup>2</sup>, Salvador Mena Munguía<sup>2</sup>**

\*1. gutierrezcarbajalsalvador@hotmail.com

Semillas Con Lee Mexicana, S.A. Toneles No. 1449. Fracc. Álamo Industrial. Guadalajara, Jalisco. México.

2. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de C's Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), Dpto. de Producción Agrícola (IMAREFI). Las Agujas. Mpio. de Zapopan, Jalisco. México. Km 15.5 Carr. Guad. - Nogales. CP 45110.

### Introducción

En la actualidad es mayor el porcentaje de desnutrición en las zonas marginales de las grandes ciudades y la mayor parte de áreas rurales del país; el principal factor que provoca desnutrición en la población es el bajo o nulo acceso a las fuentes de alimentación con alto contenido de proteína (carne, leche, etc.); en forma tradicional la dieta del mexicano se basa en el maíz (*Zea mays* L.), cereal de baja calidad nutritiva pero con una alta proporción de carbohidratos. El gen mutante Opaco-2 ( $o_2 o_2$ ) descubierto en el maíz por Singleton y Jones (1934) y las características nutricionales encontradas por Mertz *et. al.*, (1966) mostraron que este gen incrementó la calidad de proteína en este cereal, sugiriéndolo como alternativa para mejorar el consumo de proteína de calidad. El gen ocasiona cambios en la textura del endospermo del grano y lo hace harinoso, liviano y susceptible al ataque de insectos de almacén, sin embargo, dichos caracteres han sido mejorados por el Centro de Investigación de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) al haber logrado modificar la textura del grano, cambiando el aspecto opaco por un fenotipo corneo modificado de mayor peso. La calidad de la proteína de maíz opaco-2 se debe al incremento de aminoácidos esenciales para la alimentación del hombre y animales monogástricos (Lisina, Triptofano, Histidina, Arginina, Ácido aspartico), los cuales se encuentran en las proteínas del endospermo y pueden ser proporcionados por este tipo de maíz. En diferentes instituciones (CIMMYT, INIFAP y Universidades) se efectúan cantidad de estudios cuyo principal objetivo es mejorar y/o obtener líneas altamente competitivas con fin de generar genotipos de alta calidad de proteína, estables y con un alto potencial de rendimiento de grano.

### Objetivos

- I. Determinar el comportamiento en rendimiento de grano de cruza simples obtenidas con 32 líneas de alta calidad de proteína (QPM) en cruzamiento con una línea probadora.

- II. Determinar los parámetros de estabilidad de las cruzas simples formadas con dichas líneas.
- III. De acuerdo al rendimiento de las cruzas simples, predecir las cruzas Trilineales más rendidoras.

### **Hipotesis**

- I. La divergencia genética, presente en las líneas que forman las cruzas a evaluar, es suficiente para generar heterosis similar a la de los híbridos comerciales en las localidades de evaluación.
- II. La divergencia genética, presente en las cruzas a evaluar, es suficiente para que se manifieste la estabilidad en rendimiento de grano a través de localidades de evaluación.

### **Materiales y metodos**

El estudio formó parte de una serie de ensayos desarrollados por el CIMMYT (ensayo SSCWQ9814/2). Se utilizaron 32 cruzas simples del CIMMYT con alta calidad de proteína, formadas por 32 líneas (hembras) y la línea macho CML176 (probador); los híbridos obtenidos se evaluaron junto con dos genotipos testigo durante el ciclo Primavera-Verano 1998 (Cuadro 1). Las localidades de evaluación fueron Celaya, Guanajuato; Pabellón, Aguas Calientes; Cd. Obregón, Sonora; Tlaltizapán, Morelos; y Ameca, Jalisco (Cuadro 2). El diseño experimental utilizado fue un “bloques al azar” con dos repeticiones compuestas por parcelas de dos surcos de 5 x 0.80 m c/u (8 m<sup>2</sup>), la parcela útil fue igual a la parcela completa. Primero se hizo un análisis individual (por localidad) para las variables en estudio, después se efectuó un análisis combinado (cinco localidades) y se concluyó con un análisis de parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell (1966) para el rendimiento de grano de los genotipos con objeto de encontrar el mejor a través de localidades. La prueba de hipótesis se aplicó a los genotipos, localidades e interacción genotipo por ambiente (IGA). La predicción de cruzas trilineales se hizo para el rendimiento de grano (RG) en base a fórmulas propuestas por Jenkins (1934), adaptadas para tres líneas.

**Cuadro 1** Genotipos QPM y testigos de CIMMYT evaluados en cinco localidades.  
Ciclo PV 1998

ENTRADA	PEDIGREE	CLAVE
1	G32QMH36-3-2-2-2-B-B x CML 176	L1 X L33
2	[G32Q x EV8444SRBC4YTZMSR-W]#-B-#-B-22-1-B x CML 176	L2 X L33
3	G32QMH43-1-1-1-B-1-B-B x CML 176	L3 X L33
4	[P63Q-7-2-1- x P67Q-5-1-1-]-2-5-4-1-B-B x CML 176	L4 X L33
5	G32QMH12-3-1-B-1-B-B x CML 176	L5 X L33
6	[P63Q-7-2-1 x P67Q-6-1-1]-1-1-1-1-B-B x CML 176	L6 X L33
7	[P63Q-12-2-1 x P67Q-5-1-1]-1-2-1-2-B-B x CML 176	L7 X L33
8	[P63Q-12-2-1 x P67Q-5-1-1]-2-1-3-1-B-B x CML 176	L8 X L33
9	WOMTA1-B-1-1-1-B-B x CML 176	L9 X L33
10	(P63-1-1-1 x TX29A-1-02/02x1080)5-1-1]-2-1-2-1-B-B x CML 176	L10 X L33
11	(P63-7-1-1 x P68-7-2-1)-3-1-1-1-B-B x CML 176	L11 X L33
12	(P63-7-2-1 x P67-5-1-1)-2-3-2-1-B-B x CML 176	L12 X L33
13	(P63-7-2-1 x P67-5-1-1)-3-4-2-1-B-B x CML 176	L13 X L33
14	(P63-13-2-1 x P67Q-5-1-1)-4-1-3-1-B-B x CML 176	L14 X L33
15	(P63-7-2-1 x P67-5-1-1)-3-4-4-2-B-B x CML 176	L15 X L33
16	(P63-18-2-1 x P68Q-7-2-1)-2-1-4-2-B-B x CML 176	L16 X L33
17	(P63Q-17-3-1 x P67Q-5-1-1)-2-1-1-2-B-B x CML 176	L17 X L33
18	P68Qc1HC179-3-1-2-2-B-1-B-B x CML 176	L18 X L33
19	(P63-13-2-1 x P67-5-1-1)-4-1-1-2-B-B X CML 176	L19 X L33
20	P68Qc1HC243-2-3-3-2-B-1-B-B x CML 176	L20 X L33
21	(P63-18-2-1 x P68-7-2-1)-2-1-1-1-B-B x CML 176	L21 X L33
22	P68Qc1HC249-1-4-1-3-B-1-B-B X CML 176	L22 X L33
23	(P63-18-2-1 x P68-7-2-1)-2-1-2-1-B-B X CML 176	L23 X L33
24	G32Qc7MH220-1-2-2-2-2-B-1-B-B x CML 176	L24 X L33
25	P68c1HC179-3-1-2-2-B-1-B-B x CML 176	L25 X L33
26	P68c1HC179-3-1-2-2-B-2-B-B x CML 176	L26 X L33
27	P68c1HC221-4-3-2-1-B-3-B-B x CML 176	L27 X L33
28	G31c18MH#-3-1-4-1-1-5-1-B-2-B-B x CML 176	L28 X L33
29	G31c18MH#-96-1-2-1-B-5-1-B-1-B-B x CML 176	L29 X L33
30	P67Qc2HC44-1-1-2-7-B-B x CML 176	L30 X L33
31	P68c0HC77-2-3-7-B-2-3-1-B-2-B-B x CML 176	L31 X L33
32	P67c2HC44-1-1-2-3-B-B x CML 176	L32 X L33
33 *	CML 247 x CML 311	T1
34 *	[CML 78 x CML 322] x CML 311	T2

• Cruza testigo

CML176 = Línea probadora

## Resultados

El análisis de parámetros de estabilidad detectó diferencia altamente significativa entre genotipos e IGA. Los mejores RG fueron obtenidos por los el testigos (CML 247 x CML 311) y (CML78 x CML322 // CML 311) así como por las cruzas: 32 (L32 X L33) y 21 (L21 X L33) con rendimientos medios respectivos de 11.49, 10.46, 9.77 y 9.47 ton/ha (Cuadro 3). El testigo CML247 x CML311 obtuvo el mayor RG y se comportó estable pero inconsistente en comparación al resto de los genotipos que fueron de comportamiento estable a través de las localidades. Con respecto a la predicción de cruzas; se encontró la posibilidad de utilizar las líneas L23, L21, L25, L31, L30, L29 y L26 para formar 28 cruzas simples. Asimismo, al estimar el rendimiento de estas cruzas con la línea probadora CML176 se pudo hacer la predicción de 13 cruzas trilineales con rendimientos superiores a nueve ton/ha. (Cuadro 4).

**Cuadro 2** Localidad, características geográficas y fecha de siembra de ensayos de rendimiento de maíz QPM. Ciclo Primavera-Verano (1998).

Localidad	Tipo de suelo	(asnm)	Latitud norte	Fecha de siembra
Ameca	franco	1250	20°	5/06/1998
	arcilloso			
Cd. Obregón,	arcilloso	39	27°	3/06/1998
Tlaltizapán	arcilloso	940	18°	1/06/1998
Celaya	arcilloso	1750	20°	30/05/1998
Pabellón	franco arenoso	1880	22°	10/06/1998

## Conclusiones

1. Se clasificaron a los genotipos evaluados por su RG, estabilidad y consistencia.
2. La divergencia entre cruzas fue altamente significativa para RG de genotipos estudiados, ambientes de evaluación y para la IGA lineal.
3. La crusa 33 (CML 247 x CML 311) dio mayor RG y fue estable e inconsistente, mientras el resto de cruzas (34, 32 y 21) fueron rendidoras, estables y consistentes por presentar  $b_i = 1$  y  $S^2d_i = 0$ .
4. Se formaron 28 nuevas cruzas simples con líneas usadas como hembras; dichas cruzas podrían cruzarse con la línea probadora CML 176 para formar híbridos trilineales.
5. Solo 13 cruzas trilineales, predichas, mantuvieron RG superiores a 9 ton/ha.
6. Comprobadas las hipótesis; la principal contribución de este proyecto es proporcionar genotipos con alta calidad de proteína y de RG similar o mejor al de híbridos comerciales normales.

**Cuadro 3.** Rendimiento de grano (ton/ha), coeficiente de regresión ( $b_i$ ) y desviaciones de regresión ( $S^2_{di}$ ) de 34 genotipos QPM evaluados en cinco localidades de México. Ciclo PV (1998)

No. de cruza	Genotipo	ton/ha	$b_i$	Tt	$S^2_{di}$	Fc
33	CML247 x CML311**	11.49 <b>a</b>	1.501	NS	6.84	*
34	CML78/ CML 322//x CML311**	10.46 <b>a</b> <b>b</b>	1.696	NS	1.65	NS
32	L32 x L33	9.77 <b>a</b> <b>b</b>	1.568	NS	1.02	NS
21	L21 x L33	9.47 <b>a</b> <b>b</b>	1.195	NS	0.18	NS
25	L25 x L33	9.07 <b>b</b>	1.519	NS	0.63	NS
23	L23 x L33	8.94 <b>b</b>	1.119	NS	0.45	NS
31	L31 x L33	8.56 <b>b</b>	1.389	NS	0.53	NS
30	L30 x L33	8.55 <b>b</b>	1.23	NS	0.35	NS
29	L29 x L33	8.53 <b>b</b>	1.041	NS	0.33	NS
26	L26 x L33	8.43 <b>b</b>	1.179	NS	0.11	NS
:	:	:	:	:	:	:
8	L8 x L33	4.61	0.472	NS	1.11	NS
18	L18 x L33	3.82	0.241	*	0.46	NS
7	L7 x L33	2.88	0.348	NS	0.04	NS

\* = Significativo al 5 %

NS = No significativo.

\*\* = Genotipo testigo

**a y b** = grupos significativos

DMS (5%) = 2.07 ton/ha

**Cuadro 4** Predicción de RG y formación de cruzas trilineales a partir de líneas que integran las mejores cruzas de maíz QPM), evaluadas en cinco localidades de México. Ciclo PV (1998)

<b>Cruza</b>	<b>Rendimiento predicho</b>
1 (L21 x L23) L33	$(9.47+8.94)/2 = 9.21$
2 (L21 x L25) L33	$(9.47+9.07)/2 = 9.27$
4 (L21 x L29) L33	$(9.47+8.53)/2 = 9.00$
5 (L21 x L30) L33	$(9.47+8.55)/2 = 9.01$
6 (L21 x L31) L33	$(9.47+8.56)/2 = 9.02$
7 (L21 x L32) L33	$(9.47+9.77)/2 = 9.62$
8 (L23 x L25) L33	$(8.94+9.07)/2 = 9.01$
13 (L23 x L32) L33	$(8.94+9.77)/2 = 9.36$
18 (L25 x L32) L33	$(9.07+9.77)/2 = 9.42$
22 (L26 x L32) L33	$(8.43+9.77)/2 = 9.10$
25 (L29 x L32) L33	$(8.53+9.77)/2 = 9.15$
27 (L30 x L32) L33	$(8.55+9.77)/2 = 9.16$
28 (L31 x L32) L33	$(8.56+9.77)/2 = 9.17$