

# EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS EXPERIMENTALES DE MAÍZ DEL PRM EN CENTROAMÉRICA<sup>1</sup>

*Fidencio Guerra<sup>2</sup>, Mario Fuentes<sup>3</sup>, Oscar Cruz<sup>4</sup>, Alberto Espinoza<sup>5</sup>, Leopoldo Pixley<sup>6</sup>, Ismael Camargo<sup>7</sup>, Salvador Castellanos<sup>8</sup>*

## RESUMEN

**Evaluación de híbridos experimentales de maíz del PRM en Centroamérica.** El ensayo de híbridos experimentales blancos del PRM-2001, fue evaluado durante el año 2001 en 14 localidades de Centroamérica. El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento de grano y características agronómicas de los híbridos experimentales. Doce híbridos triples, uno doble, formados con cruces simples de CIMMYT y líneas superiores de diferentes proyectos del Programa Regional de Maíz (PRM) principalmente de híbridos y achaparramiento, incluida una entrada de referencia (CML 247 x CML 254) más un testigo local, fueron evaluados en un diseño experimental de bloques completos al azar, con tres repeticiones. Las variables registradas fueron rendimiento de grano, pudrición de mazorca, floración masculina y femenina, altura de planta y mazorca, cobertura y aspecto de mazorca, acame de raíz y tallo. Los resultados obtenidos para rendimiento de grano a través de los 14 ambientes fluctuaron entre 4,75 a 6,37 t/ha con una media general de 5,60 t/ha y un coeficiente de variación de 9,9%. En pudrición de mazorca los híbridos presentaron valores de 4,3 y 8,0%, inferiores al testigo.

## ABSTRACT

**Evaluation of experimental corn hybrids from PRM in Central America.** The trial of experimental white corn hybrids from PRM-2001 was evaluated in 14 localities in Central America during 2001. The objective was to assess their grain yield and agronomic characteristics of the experimental hybrids. Twelve triple hybrids and one double hybrid, bred from simple crosses from CIMMYT and superior lines from different PRM projects, mainly of hybrids and stunting, including one reference entry (CML 247 x CML 254) and on control, were evaluated. A Complete Randomized Experimental Block design with three replication was used. The variables registered were: grain yield, ear rot, male and female flowering, ear covering and aspect, root and stalk lodging. The results obtained for grain yield, through the 14 environments, varied between 4.75 to 6.37 t/ha, with a general media of 5.60 t/ha and variation coefficient of 9.9%. In ear rot, the hybrids showed values of 4.3 and 8.0%, being lower than the controls.



## INTRODUCCIÓN

En Centroamérica se siembra cerca de dos millones de hectáreas de maíz con un rendimiento promedio de 1,6 t/ha de grano, siendo el cultivo con mayor área sembrada en la región, y es el grano básico más importante en la seguridad alimentaria para la población de la re-

gión, se estima que hay 1,3 millones de productores en esta actividad, más del 60% son con tecnología tradicional, compuestos por pequeñas y medianos productores.

Para poder mejorar la producción el PRM ha venido desarrollando proyectos orientados al desarrollo de híbridos donde se estableció el proyecto regional en 1986.

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 20 abril del 2002.

<sup>2</sup> Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria (CENTA). San Salvador, El Salvador.

<sup>3</sup> ICTA. Guatemala.

<sup>4</sup> DICTA. Honduras.

<sup>5</sup> Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). Nicaragua.

<sup>6</sup> Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Costa Rica.

<sup>7</sup> Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Apdo. 6-4391, Estafeta El Dorado, Panamá 6A, Panamá. Tel: (507) 9933253. E-mail: icamargo@cwpanama.net.

<sup>8</sup> Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Guatemala.

En 1989 se inició la evaluación experimental a nivel regional a través de los ensayos colaborativos del PCCMCA, Los primeros híbridos resultantes de este esfuerzo concluyeron con la liberación de nuevos materiales en Panamá y Costa Rica en 1990 y 1991 respectivamente (Córdova 1991). En una nueva fase se siguieron nuevos aportes con la liberación de nuevos híbridos como H-59 1997, en El Salvador, híbridos de alta calidad de proteína QPM HQ-61 En El Salvador y HB-Proticta en Guatemala en el 1999 y 2000 respectivamente, así como en Nicaragua el híbrido. HN-951 resistente al achaparramiento. Los híbridos evaluados en el presente ensayo son un resumen de varias actividades de mejoramiento, realizadas por el PRM, con germoplasma élite del proyecto de híbridos, como de achaparramiento, sequía y pudrición de mazorca. Con el objetivo de evaluar el rendimiento de grano y características agronómicas de los híbridos experimentales seleccionados como superiores para diferentes ambientes de la región.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el año 2001 se establecieron un total de 14 ensayos en diferentes ambientes de Centroamérica (Cuadro 1). El manejo agronómico para los experimentos fue el recomendado para cada zona, se evaluaron un total de 15 híbridos incluyendo una entrada de referencia, mas testigo local (Cuadro 2). Los híbridos se formaron con cruza simples de CIMMYT y líneas elites de los diferentes proyectos del PRM.

**Cuadro 1.** Descripción de las localidades. 2001.

No.	País	Localidad
1	Nicaragua	Tonalá-Chinandega
2	Nicaragua	CEO-Chinandega
3	Nicaragua	Santa Rosa
4	Costa Rica	Upala-Aljuela
5	Costa Rica	Concepción de Pegiballe
6	Costa Rica	Guanacaste
7	El Salvador	San Andrés, La Libertad
8	El Salvador	Izalco, Sonsonate
9	Honduras	Comayagua
10	Panamá	Guararé
11	Panamá	El Ejido
12	Guatemala	Ovejero Monjas
13	Guatemala	Cuyuta
14	Guatemala	La Máquina

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones en parcelas de dos surcos de cinco m de largo, sembrándose dos semillas por golpe a 0,20 m y entre surcos a 0,80 m con una densidad aproximada de 53.000 plantas por hectárea.

Se evaluaron las variables rendimiento de grano, características agronómicas como días a floración, altura de planta y mazorca, porcentaje de acame de raíz y tallo, porcentaje de mala cobertura, pudrición de mazorca, aspecto de mazorca y enfermedades. Se realizó un análisis de varianza por localidad y combinado a través de todos los ambientes.

**Cuadro 2.** Descripción de los híbridos evaluados en el ensayo PRM 2001.

Entrada	Origen: Cuyuta 2000 A	Genealogía
1	2001 * 2102	(CML 247 x CML 254) P 73 TLC3 #-74-1-2-2-1-#-B
2	2001 * 2103	(CML 247 X CML 254) P 73TLC3-#74-1-2-2-2-#
3	2001 * 2104	(CML 247 X CML 254) P 73TLC3-#-74-2-5-2-B
4	2001 * 2106	(CML 247 X CML 254) P 73TLC3-#-96-3-3-2-1-#B
5	2001 * 2109	(CML 247 X CML 254) P 73TLC3-#-105-1-2-1-1-#
6	1705 * 1707	(P502CL#488-2-4-1-2 x P502 CL #488-2-2-1B-2-B)PRM92 B5
7	1717 *1718	(P502CL#771-1-1-B-1-1-B x P502CL #771-2-1-1-1-2-B)PRM 92 B5
8	1719 * 1720	P502CL#771-1-1-B xP502CL #771-2-2-1-3-1-6-B)PRM92 B1
9	901 * 902	(CLM 247 x CML 254) CML9 (P21HC219)-#9-BBBB-B-##
10	903 * 904	(CML 247 x CML 254) P21 (MRRS) F2 (C2)-115-2-BBBB-B-##
11	905 * 906	(CML 247 x CML 254) (PRM92B9 X PRM92B11)
12	907 * 908	(CML 247 x CML 254) (PRM92B9 X PRM92B13)
13	909 * 910	(P21STEC1HC43-4-1-3-1-3-BBB-2-### x CML) 258 (FERKE8243-51-1-1-B-##-3-BB-###*CML 42)
14	Testigo refer.	CML 247 x CML 254
15	Testigo local	HB-83, H-59, HQ-61

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 3 se presentan los resultados de evaluaciones realizadas en el análisis combinado por país, donde se puede observar que Honduras obtuvo el rendimiento más alto de 7,48 t/ha, seguido de Costa Rica y Panamá con 7,36 y 6,65 t/ha respectivamente. En El Salvador se obtuvo el valor más bajo de 2,51 t/ha debido a enfermedades, siendo el promedio general de 5,60 t/ha. En la variable de días a floración Panamá y Costa Rica obtuvieron los valores más bajos con 51 días para ambos, mientras que el valor más alto fue para Honduras con 59 días, altura de planta Nicaragua y El Salvador presentaron los valores más bajos con 205 y 206 cm respectivamente, mientras mazorca podridas en El Salvador se mostró el valor más alto con 12,2 y el más bajo en Panamá con 6,5%.

**Cuadro 3.** Medias de los ambientes del análisis combinado por país, de las principales características evaluadas en 15 híbridos de maíz en el 2001.

País	Localidades por país	Rendimiento (t/ha)	Días a floración (cm)	Altura de planta (cm)	% de mazorcas podridas
Nicaragua	3	5,36	57	205	9,8
Costa Rica	3	7,36	51	214	9,3
El Salvador	2	2,51	58	206	12,2
Honduras	1	7,48	59	238	8,3
Panamá	2	6,65	51	230	6,5
Guatemala	3	4,82	54	224	7,0
Promedio		5,60	56	217	8,9

En el análisis de varianza a través del análisis combinado para 14 ambientes de Centroamérica, muestran diferencias altamente significativas para rendimiento

de grano en localidades, repeticiones dentro de localidades, híbridos y localidades por híbridos; similar comportamiento se observa para las variables de días a floración, altura de planta, aspecto de mazorca y pudrición de mazorca, a excepción de la fuente de variación repeticiones dentro de localidades que mostró ser significativa al 5% para las variables mazorcas podridas y no significativas para aspecto de mazorca (Cuadro 4).

En el Cuadro 5, se muestran las medias de rendimiento y características agronómicas del análisis combinado a través de 14 localidades donde se puede observar que el rendimiento de grano obtuvo un rango de 4,75 a 6,37 t/ha con un promedio general de 5,60 t/ha y un coeficiente de variación de 9,9% lo que indica la confiabilidad en el manejo de experimentos. La variable de mazorcas podridas con un mínimo de 4,3% y máximo de 15,5% y promedio general de 8,9% (Cuadro 5), los mejores tres híbridos para rendimiento de grano fueron (CML 247 x CML 254) x P73TLC3#-74-1-2-2-2-#, (CML 247 x CML 254) x P73TLC3#-74-2-5-2-B y (CML 247 x CML 254) x P73TLC3#-74-1-2-2-2-#-B, con rendimiento 6,37; 6,16 y 6,05 t/ha respectivamente, siendo superiores a los testigos locales en 13, 15 y 19% que obtuvieron un promedio de 5,35 t/ha, además fueron superiores al testigo de referencia CML 247 x CML 254 con un valor de 5,5 t/ha., dichos híbridos también presentaron valores menores en pudrición de mazorca a la media general y similares a los testigos comerciales; similar comportamiento presentan las variables de acame de raíz y días a floración; en cuanto altura de planta y mazorca dichos híbridos superiores presentan valores más altos que los testigos comerciales y la media general; aspecto de mazorca presenta valores menores a los testigos y a la media general.

La respuesta de los genotipos a diferentes ambientes pueden variar a las diferentes condiciones prevalentes, por eso es importante desarrollar híbridos que posean un comportamiento estable a través de ambientes contrastantes; en este sentido una herramienta útil es

**Cuadro 4.** Cuadros medios del análisis de varianza combinado para 15 híbridos, evaluados 14 ambientes de Centroamérica, en el año 2001.

Fuente de variación	G.L.	Rendimiento t/ha	Días a floración	Altura de planta (cm)	Aspecto de mazorca (1-5)	% mazorcas podridas
Localidades	13	124,05	791,39	12967,85	16,00	476,79
Rep (loc.)	28	3,31	2,30	491,14	0,29 NS	54,16
Entradas	14	7,25	98,08	4219,54	2,41	382,84
Ent*loc	182	1,16	46,88	1122,11	0,45	46,84
Error	392	0,296	1,08	202,76	0,20	34,21
Total	629					

**Cuadro 5.** Medias de rendimiento y características agronómicas del análisis combinado a través de 14 localidades de 15 híbridos de maíz evaluados en Centroamérica en el 2001.

Entrada	Rendimiento (t/ha)	% Mazorcas podridas	Días a flor	Altura planta (cm)	Altura Mz (cm)	% ACR	% COB	ASP Mz (1-5)
1	6,05	8,0	54	218	115	17,8	9,2	2,7
2	6,37	6,7	55	231	123	26,3	10,8	2,6
3	6,16	4,3	57	229	118	18,7	3,8	2,4
4	5,74	9,5	54	214	113	15,8	11,8	2,8
5	5,53	7,1	54	227	119	19,6	8,5	2,8
6	4,75	15,5	55	208	105	12,6	11,1	3,4
7	5,08	11,3	57	215	109	14,5	5,8	3,1
8	5,08	8,3	57	207	104	15,2	11,2	2,9
9	5,85	10,2	56	210	105	8,8	5,4	2,8
10	5,54	8,6	57	220	114	16,7	9,9	3,0
11	5,59	13,9	56	211	107	11,2	9,9	2,7
12	5,57	9,6	56	223	117	19,5	8,9	2,8
13	5,88	8,4	55	225	118	20,5	9,6	2,7
14	5,50	5,0	57	205	108	12,7	5,0	2,5
15	5,35	6,7	55	213	107	17,2	8,7	2,8
MEDIA	5,60	8,9	56	217	112	16,5	8,6	2,8
LSD 5%	0,47	2,9	0,9	6,3	4,8	5,8	3,9	0,3
CV (%)	9,9	8,5	1,0	6,5	10,1	10,1	7,4	16,1

el análisis de estabilidad. Uno de los modelos mas utilizados es el propuesto por Eberhart y Russel (1966), que considera a un cultivar estable cuando posee una media de rendimiento alta, un  $B_1=1$  y  $S^2 d_1=0$ .

Las entradas que presentaron mayor estabilidad fueron 10, 12 y 3 con valores de  $b_1 = 1,01$  y  $1,03$ ; y valores de  $S^2 d_1 = -0,13, 0,04$  y  $0,05$  seguida de las entra-

das 1 y 11 con  $b_1 = 1,01$  y  $1,08$ ,  $S^2 d_1 = 0,16$  y  $-0,19$  respectivamente, todos considerados como estables (Cuadro 6). Los ambientes que presentaron los índices más favorables fueron Guanacaste y Upala en Costa Rica con valores 2,27 y 2,03, seguidos de Comayagua en Honduras y Guararé en Panamá con valores 1,18 y 1,05; los ambientes mas desfavorables fueron San Andrés e Izalco en El Salvador con  $-2,94$  y  $-2,88$ , seguido de Cuyuta en Guatemala con un valor de  $-1,48$  Cuadro 7.

**Cuadro 6.** Parámetros de estabilidad para 15 híbridos, evaluados a través de 14 ambientes en Centroamérica. 2001.

Híbrido	Media	$B_1$	$S^2 d_1$ (SD-CUAD)
1	6,05	1,01	0,16
2	6,37	1,06	0,22
3	6,16	1,03	0,05
4	5,74	0,93	0,01
5	5,53	0,83	-0,15
6	4,75	0,82	-0,12
7	5,08	1,01	0,44
8	5,08	1,07	0,39
9	5,85	0,93	-0,10
10	5,54	1,01	-0,13
11	5,59	1,08	-0,19
12	5,57	1,03	0,04
13	5,88	1,09	0,04
14	5,50	0,91	0,15
15	5,35	0,96	0,50

**Cuadro 7.** Descripción de los índices ambientales. 2001.

Ambiente	Descripción	Índice Ambiental
1	Tonalá-Chinandega	-0,40
2	CEO-Chinandega	-0,42
3	Santa Rosa	0,64
4	Upala-Aljuela	20,2
5	Concepción de Pegiballe	1,17
6	Guanacaste	2,27
7	San Andrés, La Libertad	-2,94
8	Izalco, Sonsonate	-2,87
9	Comayagua	1,64
10	Guararé	1,04
11	El Ejido	0,67
12	Ovejero Monjas	-0,86
13	Cuyuta	-1,48
14	La Máquina	-0,49

## CONCLUSIONES

La interacción genotipo-ambiente fue significativa, siendo los ambientes más favorables Upala y Guana-  
caste en Costa Rica, Comayagua en Honduras y Guara-  
ré en Panamá.

Los híbridos (CML 247 x CML 254)x P73 TLC3  
TLC3 #-74-1-2-2-2-#, (CML 247 x CML 254) P73 TLC  
3#-74-2-5-2-B y (CML 247 x CML 254) x P73 TLC3-#  
74-1-2-2-1-#B obtuvieron el mejor rendimiento a través  
de las 14 localidades con valores de 6,37; 6,16 y 6,05 t/ha,  
separando a los testigos locales con 13, 15 y 19%.

El comportamiento de los híbridos formados con  
líneas derivadas de la población 73 fueron superiores.

## LITERATURA CITADA

- CÓRDOVA H. 1991. Desarrollo y mejoramiento de ger-  
masma para resistencia a factores adversos bióticos y  
abióticos y producción de semilla: Estrategias y logros  
1986-1991. *In*: Desarrollo y mejoramiento de ger-  
masma para resistencia de factores adversos bióticos y  
abióticos 1990, CIMMYT Guatemala. p. 1-15
- EBERHART, S.A.; RUSSEL, W.A. 1966. Stability parameters  
for companig varieties. *Crop. Sci.* 6: 36-40.
- VASAL, S.K.; SRINIVASAN,G.; VERGARA, N. 1995. Re-  
gistration of 12 hybrid oriented maize germplasm tole-  
rant to inbreeding depression *Crop. Sci.* 35: 1233-1234.