

EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS TRIPLES Y DOBLES DE MAÍZ (*Zea mays* L.) DE GRANO AMARILLO EN PANAMÁ, 1987 ^{1/}

Omar Alfaro*
Daniel Pérez**
Alfonso Alvarado***
Hugo Córdoba****

La utilización de híbridos de maíz en las áreas de siembra mecanizada de Panamá representa una inversión anual de B/.600,000.00 en importación de semilla F₁. Este insumo estratégico para la producción de maíz, contribuye en 30% al incremento de la producción y productividad de este cultivo en Panamá. El presente estudio se realizó con el objetivo de determinar la adaptación, el potencial de rendimiento y características agronómicas de nuevos híbridos desarrollados por el programa de maíz del IDIAP, en base a líneas endogámicas de grano amarillo originadas en CIMMYT. En 1986, se evaluaron

^{1/} Trabajo presentado en la XXX Reunión Anual del PCCMCA, San José, Costa Rica, 21-25 marzo de 1988.

* Ing. Agr., Campo Experimental de Río Hato, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

** Agr., Sub-centro de Azuero, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

*** Ing. Agr., Coordinador del Programa de Maíz a nivel nacional, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

**** M.S., Coordinador Regional de CIMMYT para Centroamérica y el Caribe, con sede en la ciudad de Guatemala.

Artículo recibido para edición el 23 de noviembre de 1986.

cruzamientos dialécticos que dieron origen a predicciones para formar híbridos dobles y triples de grano amarillo; los híbridos superiores se evaluaron durante 1987 en dos localidades de la zona maicera de Azuero. El análisis de varianza combinado para rendimiento y características agronómicas detectó diferencias altamente significativas entre genotipos y la interacción genotipo x ambiente para todas las variables en estudio; en la serie de cruza triples y dobles se identificaron híbridos que superaron en rendimiento y características agronómicas al X-304C. Las correlaciones estimadas entre rendimiento y características agronómicas sólo mostraron asociación negativa significativa ($r = -0.59$) entre rendimiento y cobertura de mazorca. Se recomienda la evaluación de los híbridos superiores en campos de agricultores e iniciar la producción de semilla.

En el año 1987, se sembraron en forma mecanizada alrededor de 15,000 ha de maíz de grano amarillo, distribuidas en diferentes áreas maiceras del país, correspondiendo el 70% a la región de Azuero. El 85% del área mecanizada se sembró con semilla híbrida, para lo cual el país importó alrededor de 300 toneladas métricas de semilla de los híbridos X-3214 y X-304 C; para el resto de la superficie se usaron las variedades de polinización abierta Tocumen 7428 y Guararé 8128.

La siembra de maíz en el país está bien definida por dos épocas, las cuales están íntimamente relacionadas con la precipitación. La primera coa se efectúa al inicio de las lluvias en el mes de mayo; la segunda coa normalmente se inicia en el mes de agosto (Azuero). En otras áreas, la siembra se extiende a los meses de septiembre-octubre-noviembre (Chiriquí).

La producción promedio de siembras mecanizadas en 1987, se estimó en 3.0 Ton/ha, siendo la misma afectada por la no disponibilidad de semilla certificada al inicio de las siembras de segunda coa, y por un período prolongado de sequía ocurrido durante el mes de noviembre de 1987.

En 1986, se evaluaron cruzamientos dialélicos que dieron origen a predicciones para formar grupos de híbridos dobles y triples de grano amarillo. Estos híbridos dobles y triples - experimentales fueron evaluados durante 1987 por el IDIAP, en dos localidades de la zona maicera de Azuero.

Los objetivos principales de este estudio consistieron en determinar el grado de adaptación, capacidad de rendimiento y observar las características agronómicas de los híbridos en estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

a) Material Genético

El material genético utilizado en este estudio estuvo formado por cruzas dobles y triples originadas en el CIMMYT.

- (1) Cruzas Dobles, un total de 36 híbridos experimentales fueron evaluados, utilizando dos testigos del CIMMYT y los híbridos comerciales X-3214 y X-304 C.
- (2) Cruzas Triples, un total de 40 híbridos experimentales fueron evaluados, utilizando como testigos siete genotipos procedentes del CIMMYT y los híbridos comerciales X-3214 y el X-304 C.

b) Localidades

Los híbridos dobles y triples fueron evaluados en ensayos de rendimiento en la localidad de Parita (provincia de Herrera) y en el campo experimental de La Honda (provincia de Los Santos), en siembras de segunda coa.

c) Diseño Experimental

- (1) Cruzas Dobles, Bloques completos al azar con tres repeticiones.
- (2) Cruzas Triples, Látice con tres repeticiones.

La siembra se realizó en forma manual 0.5 m entre golpes, 0.75 m entre hileras, dos surcos por tratamiento, tres semillas por postura, para luego ralea dejando dos plantas. Las malezas fueron controladas mediante la aplicación de la mezcla de 2.0 kg de Gesaprim 80 W y 3 lt de Prowl/ha de producto comercial. La fertilización consistió en la aplicación inicial de la fórmula completa 15-30-8 a razón de 227 kg/ha; a los 30 días se hizo una aplicación suplementaria de N, a razón de 70 kg/ha.

Los rendimientos se expresan en kg/ha al 15% de humedad.

Las variables estudiadas fueron: días a flor, altura de planta y mazorca, acame de raíz y de tallo, rendimiento, número de plantas y mazorcas cosechadas, pudrición de mazorca, aspecto de planta y mazorca, % de cobertura de mazorca y reacción a las principales enfermedades.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los Cuadros 1 y 2, se presentan los promedios de rendimiento por localidad e información de otras características agronómicas de mucha importancia, de los híbridos dobles experimentales evaluados. En la localidad de la Honda, el híbrido experimental HE75, obtuvo un rendimiento de 6633 kg/ha, superado solamente por el híbrido comercial X-3214, por una mínima diferencia. En el Cuadro 1, también se puede apreciar el comportamiento de otros híbridos experimentales que superaron en rendimiento al híbrido de mayor distribución comercial en el país, X-304 C; además, lo superaron en tolerancia a pudrición y cobertura de mazorca.

En la localidad de Parita, los testigos comerciales X-3214 y X-304 C fueron superados en rendimiento por el híbrido experimental HE83, con un rendimiento de 6771 kg/ha; además, este híbrido fue tolerante al acame del tallo, y presentó buena sanidad de la mazorca y buena cobertura.

En el Cuadro 3, se presentan los datos de rendimiento y características agronómicas para el análisis combinado de los siete mejores híbridos experimentales evaluados. El híbrido

Cuadro 1. Rendimiento promedio y características agronómicas de los siete mejores híbridos dobles evaluados en la localidad de La Honda. Panamá, 1987.

Entrada	ID	Rendimiento (kg/ha)	Acame del tallo	Pudrición mazorca, (%)	Mala cobertura (%)
20	HE 75	6633	5.3	1.5	5.2
22	HE 77	6355	11.5	4.8	5.6
24	HE 79	6346	9.1	10.2	3.9
1	HE 56	6320	14.4	3.1	5.4
23	HE 78	6295	8.3	4.3	4.5
26	HE 81	6251	9.9	6.9	5.4
32	HE 87	6242	14.4	5.3	4.6
\bar{X}		6349			
Testigo	X-3214	6713	18.3	6.8	9.1
Testigo	X-304 C	5142	8.5	11.2	9.6
C.V. (%)		7.3			
D.M.S (kg/ha)		689			
					(P < 0.05)

Cuadro 2. Rendimiento promedio y características agronómicas de los siete mejores híbridos dobles evaluados en la localidad de Parita, Panamá, 1987.

Entrada	ID	Rendi- miento (kg/ha)	Acame del tallo	Pudrición mazorca, (%)	Mala co- bertura (%)
28	HE 83	6771	9.6	4.8	8.0
23	HE 78	6479	23.6	4.5	10.5
24	HE 79	6272	20.7	7.4	7.6
29	HE 84	6245	7.7	2.4	7.3
36	HE 91	6187	38.8	3.9	11.0
31	HE 86	6142	21.8	2.3	11.0
26	HE 81	6104	10.9	6.4	9.9
\bar{X}		6314			
Testigo	X-3214	6751	24.3	3.2	12.5
Testigo	X-304 C	6457	8.1	6.4	10.6
C.V. (%)		8.5			
D.M.S. (kg/ha)		804			
			(P < 0.05)		

Cuadro 3. Promedio de rendimiento y características agronómicas para el análisis combinado de los siete mejores híbridos, evaluados en dos localidades de Panamá. Panamá, 1967.

Entrada	ID	Rendimiento (kg/ha)	Pudrición mazorca, (%)	Mala cober- tura (%)
23*	HE 78	6387	4.4	7.5
20	HE 75	6368	5.1	8.0
24*	HE 79	6309	8.8	5.7
28	HE 83	6287	5.2	6.0
22	HE 77	6196	4.6	8.3
1	HE 56	6190	3.1	7.6
26*	HE 81	6177	6.7	6.5
\bar{X}		6273		
Testigo	X-3214	6732	5.0	10.8
Testigo	X-304 C	5800	8.8	10.1
C.V. (%)		7.9		
D.M.S. (kg/ha)		266	(P < 0.05)	

* La Honda y Parita.

comercial X-3214 superó significativamente en rendimiento a los mejores híbridos experimentales; sin embargo, éstos superaron en rendimiento y las otras características agronómicas, al X-304 C.

Las características agronómicas y el rendimiento de grano de los híbridos triples evaluados por localidad se presentan en los Cuadros 4 y 5. En el campo experimental de La Honda, los híbridos experimentales HE96 y HE89 fueron los de mejor comportamiento con 6899 y 6782 kg/ha, respectivamente, superando al mejor testigo comercial X-3214 con rendimiento de 6735 kg/ha. Los mejores siete híbridos experimentales superaron significativamente en rendimiento al X-304 C (de mayor distribución comercial); además, presentaron mejor tolerancia a la pudrición de mazorca, causada por diferentes patógenos. Otra ventaja adicional fue la mejor cobertura de mazorca, de importancia especial en la siembra de primera coa. En la localidad de Parita, los mejores híbridos experimentales fueron superados por el híbrido X-3214 que obtuvo un rendimiento de 6303 kg/ha, además de un bajo porcentaje de pudrición de mazorca. El híbrido X-304 C, con un rendimiento de 5329 kg/ha fue superado en rendimiento por cuatro de los mejores híbridos experimentales, HE89, HE92, HE97 y HE75, que rindieron, 5651, 5584, 5443, y 5420 kg/ha, respectivamente.

En el Cuadro 6, se presentan las características agronómicas y rendimiento de grano para el análisis combinado de las dos localidades. Se puede apreciar que el híbrido X-304 C, fue superado en rendimiento por los siete mejores híbridos experimentales, los cuales oscilaron entre 5675 y 6223 kg/ha; además, la mayoría mostró mejor sanidad de la mazorca y mejor cobertura de la misma. El testigo X-3214 obtuvo el mayor rendimiento, además buena sanidad de mazorca; sin embargo, tuvo problemas de acame.

En el Cuadro 7 se resume la información obtenida de este estudio en lo referente a rendimiento. Los mejores híbridos dobles experimentales fueron comparables en el rendimiento al mejor testigo comercial, el híbrido X-3214. El híbrido triple, de mejor comportamiento en La Honda, superó en rendimiento a los testigos comerciales X-3214 y X-304 C con 2% y 20%, respectivamente. La media de rendimiento de los

Cuadro 4. Rendimiento promedio y características agronómicas de los siete mejores híbridos triples, evaluados en la localidad de La Honda, Panamá, 1987.

Entrada	ID	Rendimiento (kg/ha)	Pudrición mazorca, (%)	Mala cobertura (%)
32	HE 96	6899	7.6	5.2
25	HE 89	6782	8.4	7.5
24	HE 88	6572	4.5	5.5
16	HE 80	6319	3.2	4.1
10	HE 74	6318	3.7	4.2
15	HE 79	6275	6.9	5.5
2	HE 66	6264	2.2	4.1
\bar{X}		6490		
Testigo	X-3214	6735	2.5	11.9
Testigo	X-304 C	5493	9.2	9.5
C.V. (%)		4.7		
D.M.S. (kg/ha)		508		($P < 0.05$)

Cuadro 5. Rendimiento promedio y características agronómicas de los siete mejores híbridos triples, evaluados en la localidad de Parita. Panamá, 1987.

Entrada	ID	Rendimiento (kg/ha)	Pudrición mazorca, (%)	Mala cober- tura (%)
25	HE 89	5651	5.1	13.7
28	HE 92	5584	2.9	9.4
33	HE 97	5443	2.8	8.1
11	HE 75	5420	3.0	7.4
26	HE 90	5308	2.8	9.0
6	HE 70	5279	3.2	9.3
27	HE 91	5231	6.8	11.8
\bar{X}		5417		
Testigo	X-3214	6303	2.1	11.1
Testigo	X-304 C	5329	5.4	11.5
C.V. (%)		14.2		
D.M.S. (kg/ha)		1242		
			(P < 0.05)	

Cuadro 6. Promedio de rendimiento y características agronómicas para el análisis combinado de los siete mejores híbridos, evaluados en dos localidades de Panamá. Panamá, 1987.

Entrada	ID	Rendimiento (kg/ha)	Pudrición mazorca, (%)	Mala cober- tura (%)
25*	HE 89	6223	6.7	10.6
32	HE 96	6048	8.2	8.4
28	HE 92	5916	3.4	6.8
33	HE 92	5835	3.1	7.2
27	HE 91	5713	7.5	7.7
26	HE 90	5701	3.8	8.2
24	HE 88	5675	3.1	11.3
\bar{X}		5873		
Testigo	X-3214	6519	2.3	11.6
Testigo	X-304 C	5407	7.3	10.4
C.V. (%)		6.8		
D.M.S. (kg/ha)		223	(P < 0.05)	

* La Honda y Parita.

Cuadro 7. Resumen de los resultados obtenidos de la evaluación de los híbridos dobles y triples en dos localidades de Panamá. Panamá, 1987.

IDENTIFICACIÓN	La Honda (Dobles)	Parita (Dobles)	La Honda (Triples)	Parita (Triples)
Mejor HE	6633	6771	6889	5651
X 7 mejores HE	6349	6314	6490	5417
X localidad	5840	5810	5887	4743
Testigo X-3214	6713	6751	6735	6303
Testigo X-304 C	5142	6457	5493	5329

siete mejores híbridos dobles fue similar en las dos localidades. La media de rendimiento de los siete mejores híbridos triples se obtuvo en La Honda, con 6490 kg/ha, y en Parita, con 5417 kg/ha. El comportamiento del testigo X-3214 fue consistente en los dos ensayos (HD y HT) y en las dos localidades, con una media de rendimiento del X-304 C de 5605 kg/ha, la cual resultó inferior a la de los siete mejores híbridos experimentales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Evaluación de cruzas dobles

1. De los 36 materiales genéticos (cruzas dobles) evaluados en La Honda, el mejor híbrido experimental fue el HE75, que logró un rendimiento muy similar al del mejor testigo comercial, X-3214 que rindió 6713 kg/ha. Es importante indicar que el híbrido HE75, mostró mejores características en las variables: acame, pudrición de mazorca y cobertura de la misma.
2. En la localidad de Parita, el híbrido experimental HE83 obtuvo el rendimiento más alto con 6771 kg/ha comparable con el rendimiento del mejor testigo X-3214 que rindió 6751. El híbrido HE83 resultó superior en lo relativo al acame del tallo y cobertura de mazorca.
3. En el análisis combinado, el testigo X-3214 superó en rendimiento a los siete mejores híbridos experimentales. Tres de los híbridos experimentales resultaron muy consistentes en su comportamiento agronómico.

Evaluación de cruzas triples

1. En la evaluación de los híbridos triples, el híbrido HE96, en la localidad de La Honda, rindió 6899 kg/ha superando al X-3214 (6735 kg/ha); además, este híbrido experimental mostró una excelente cobertura de mazorca y tipo de grano.

2. En la localidad de Parita, el híbrido X-3214 logró el rendimiento más alto, 6303 kg/ha, superando a todos los híbridos triples experimentales.
3. El análisis combinado para rendimiento mostró superioridad del híbrido X-3214 sobre los mejores híbridos experimentales con un rendimiento de 6519 kg/ha, además de una buena sanidad de mazorca. Sólo el híbrido HE89 mostró consistencia en su comportamiento agronómico en ambas localidades.
4. Después de estos resultados tan halagadores, el programa de mejoramiento genético de maíz del IDIAP, procederá a lo siguiente:
 - a) Multiplicación de las líneas que dieron origen a los mejores híbridos dobles y triples.
 - b) Formación de cruzas simples.
 - c) Formación de híbridos dobles y triples.
 - d) Evaluación de estos híbridos de ensayos uniformes de rendimiento en campos experimentales y fincas de productores mecanizados. Además se establecerán parcelas demostrativas, para observar su comportamiento en lotes de mayor superficie y determinar el mejor híbrido para su producción comercial.

ABSTRACT

Corn hybrids use in mechanized planting areas in Panama represent an annual investment of US\$ 6,000,000.00 in seed value importance. This strategic corn production input increased 30% the corn production and productivity in Panama. The present study was made to determine the adaptation, yield potential and agronomic characteristics of new hybrids developed by IDIAP'S corn hybrids program with yellow grain homozygous lines originated at CIMMYT. Diallel crosses were evaluated in 1986, to predict the formation of double and triple yellow grains, superior hybrids were evaluated in 1987 at two sites of the Los Santos corn area. In the combined variance analysis for yield and agronomic characteristics highly significant differences were detected, between genotypes and the genotype-environment interaction for all variables studied; in the triple crosses serial some hybrids were identified with better yield and agronomic characteristics than X-304-C, yields of experimental hybrids IDIAP-304, 305 and 306 were 5010, 4939 and 4816 kg/ha, respectively, 17% better than Pioneer 304C. Estimated correlations between yield and agronomic characteristics showed a negative value ($r=0.59$) for yield and ear cover. Superior hybrids evaluation and seed increases in farmer's field are recommended.

BIBLIOGRAFIA

- ALLARD, R.W. and BRADSHAW. Implication of genotype environment interaction, in applied plant breeding. Crop Science 4: 503-509. 1967.
- CARBALLO, C.A. y MARQUEZ, S.P. Comparación de variedades de maíz de El Bajío y La Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. Agro-Ciencias 5(1): 129-146. 1970.
- CORDOVA, H.S. Uso de parámetros de estabilidad para evaluar el comportamiento de variedades. Guatemala, ICTA, 1978. 35 p.
- GARDNER, C.O. y MARECK, J.H. Stability of yield of original and improved populations of maize grown over a wide range of environments. American Society Agronomy (Abstract):55. 1977.
- LCTHROP, J. Breeding for improved husk cover in tropical maize CIMMYT, Highlights, México, 1985. s.p.
- MARQUEZ, S.F.; VALLEJO, R.P. y CORDOVA, H.S. Variedades sintéticas de maíz. Colegio de Post-Graduados, Chapingo, México, 1983. 70 p.
- VASAL, S.K.; ORTEGA; A. y PANDEY, S. Programa de manejo, mejoramiento y utilización del germoplasma de maíz en el CIMMYT, Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo, El Batán, México, 1983.