

- JUGENHEIMER, R.W. 1985. Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivos y producción de semillas. Trad. Rodolfo Piña G. Ed. LIMUSA, S.A.A. México D.F. pp. 150-151.
- POEHLMAN, J.M. 1973. Mejoramiento genético de las cosechas. Trad. Nicolás Sánchez D. 6ta. Reimpresión. Ed. LIMUSA, S.A. México, D.F. pp. 291-292.
- REYES C., P. 1983. Fitogenotécnica básica y aplicada. Ed. Preliminar ITESM, Monterrey N.L. México. 885 p.

EFFECTOS DE APTITUD COMBINATORIA GENERAL E IDENTIFICACION DE HIBRIDOS TRIPLES DE MAIZ DE GRANO AMARILLO, CENTRO AMERICA, PANAMA Y EL CARIBE
1988

Carlos Pérez*, Alfonso Alvarado**, Nery Soto***, Adan Aguiluz****, Luis Erizuela*****, Hugo Córdova***** y Ramón Celado*****

RESUMEN

La variabilidad genética y aptitud combinatoria son componentes que contribuyen esencialmente en obtener altos valores de heterosis en la formación de híbridos de maíz.

Con el objetivo de capitalizar al máximo los efectos de aptitud combinatoria específica de las líneas élite identificadas en CIMMYT México, se creó el proyecto colaborativo de híbridos de Centro América en el cual se utilizan como probadores las cruzas simples utilizadas como hembras en la producción de híbridos comerciales desarrolladas por los programas nacionales de la región.

En el presente trabajo se formaron 72 cruzas triples de grano amarillo formados con las combinaciones de 38 líneas S \times S y 2 cruzas simples las cuales se evaluaron en 11 localidades de Centro América, Panamá y República Dominicana.

Los resultados demuestran una superioridad notable en el comportamiento de los nuevos híbridos formados comparados con los testigos (X-3204) y con los probadores utilizados. En el Salvador, Honduras, Guatemala y Panamá, se identificaron 4 híbridos y superaron significativamente al testigo X-3204) en rendimiento y características agronómicas. El mayor

* Técnico Programa de Maíz, ICTA, Guatemala; ** Coordinador Programa de Maíz, IDIAP, Panamá; *** Coordinador Programa de Maíz, ICTA, Guatemala; **** Coordinador Programa de Maíz, CENTA, El Salvador; ***** Coordinador Programa de Maíz, SRM, Honduras; *****Coordinador Programa Regional de Maíz de CIMMYT para Centroamerica y El Caribe y ***** Coordinador Programa de Maíz, CSDA, República Dominicana.

rendimiento se obtuvo en Santa Cruz Porillo, El Salvador, con el híbrido 688 x 201 con 9.5 t/ha superado al testigo con 43%. Las estimaciones de AG identificaron a las líneas 141, 163 y 164 con valores positivos de 786, 282 y 246 respectivamente; estas líneas fueron derivadas de las poblaciones 24 y 27 de CIMMYT. Los resultados sugieren que se puede obtener progreso sostenido en la formación de híbridos a través de un sistema comparativo y dinámico.

INTRODUCCION

La variabilidad genética y aptitud combinatoria son componentes esenciales que contribuyen en la obtención de altos valores de heterosis para la formación de híbridos de maíz. El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo conciente de la necesidad de explotar al máximo la variabilidad genética existente en el germoplasma tropical, inició en 1984 un programa de híbridos con el objetivo de maximizar la eficiencia en el uso de la diversidad genética disponible, la identificación de líneas élite y la determinación de patrones heteróticos para facilitar la formación de híbridos a los programas nacionales interesados en impulsar la producción del cultivo del maíz utilizando híbridos de alto potencial de rendimiento y características agronómicas y resistencia a stresses bióticos y abióticos.

El Programa Regional de Maíz de CIMMYT para Centro América y El Caribe y coordinadores de los programas nacionales acordaron establecer estrategias emergentes tendientes a contrarrestar en forma conjunta la problemática que limita la producción de dicho cultivo.

De manera que se identificaron las necesidades prioritarias de investigación y se establecieron proyectos colaborativos ente los programas de maíz, tendientes a encontrar soluciones a problemas similares en la región.

De tal manera que a Guatemala se le designó como país líder del proyecto regional de híbridos, cuyo proyecto se inicio con la evaluación de dialélicos para estimar ACG y ACE y predicción de híbridos amarillos que se formaron en CIMMYT en 1985-1986.

Una de las fases importantes en este proyecto lo constituye el mejoramiento de los híbridos en actual producción comercial en los diferentes países, para lograr este objetivo las cruces simples utilizadas como hembras en los híbridos se usan como hembras para probar la aptitud combinatoria y las líneas élites en generaciones tempranas (S3) desarrolladas por el CIMMYT. Los híbridos triples formados se evalúan en diferentes localidades y se identifican los que muestran superioridad y estabilidad a través de todos los ambientes.

OBJETIVOS

1. Evaluar cruces triples de líneas de grano amarillo con endogamia parcial utilizando como probadores distintas cruces simples élites desarrolladas por los programas nacionales de Guatemala, El Salvador y Honduras.

2. Determinar la aptitud combinatoria general de líneas élite desarrolladas dentro del proyecto regional de híbridos del CIMMYT.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó en 11 localidades de Centro América, Panamá y El Caribe; Finca Las Vegas, Tiquisate; La Máquina y Cuyuta en Guatemala, Santa Cruz Porrillo y San Andrés en El Salvador; Omonita y Danlí en Honduras; La Honda y Parita en Panamá y San Juan y San Cristóbal en República Dominicana.

El germoplasma utilizado como probadores fueron las cruzas simples: CSGA-688 Y CSGA-888 hembras de híbridos experimentales de Guatemala. Se mestizaron líneas élites de diferentes poblaciones: 24, 27, 36, y Pool 26.

El diseño que se utilizó fue látice 9x9 con 81 tratamientos y 2 repeticiones por localidad.

La fecha de siembra fue en junio y de cosecha se efectuó en octubre. El manejo agronómico fue de acuerdo a la tecnología utilizada de cada país.

Las variables que se consideraron fueron rendimiento, días a flor, altura de planta y mazorca, acame de tallo y raíz, cobertura y pudrición de mazorca y enfermedades foliares.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados en el presente estudio se presentan en los cuadros 1 al 7, los cuales demuestran claramente la objetividad y el enfoque apropiado de la investigación colaborativa.

Los estadísticos de interés estimados en el análisis de varianza (para rendimiento) por localidad y combinado están incluidos en el cuadro 1, debe notarse que hubo diferencias altamente significativas para híbridos evaluados, lo cual indica una respuesta diferencial de los genotipos evaluados dentro de cada localidad. La eficiencia relativa solo fue significativa en el caso de Las Vegas y esta eficiencia (752) es notable en el análisis combinado. Los coeficientes de variación (5.90 a 16.0%) son considerablemente bajos, los cuales infieren confiabilidad en los resultados.

La evaluación de los híbridos triples en Santa Cruz porrillo, El Salvador fue el ambiente con mayor potencial de rendimiento obteniéndose rendimientos hasta 9.8 t/ha con el híbrido triple 688 x 201 superando al testigo x-3204 con 43% y con superiores características agronómicas, en esta localidad también se identificaron híbridos de alta calidad y sanidad de grano y mazorca (688 x 141).

En el cuadro 2, se presentan los híbridos superiores en la evaluación de El Salvador a través de las 2 localidades. Es importante mencionar que el acame de plantas fue originado por el huracán Gilbert y Johana, causó efectos de acame considerablemente fuertes ocasionando altas pudriciones

de mazorca por el contacto de las plantas con el suelo. Sin embargo, es notable la respuesta de las cruza 688 x 141 y 888 x 164 cuyas características de calidad de mazorca (cobertura, pudriciones y prolificidad) son verdaderamente notables.

El mayor rendimiento obtenido en Honduras se muestra en la localidad de Omonita con la cruza 88 x 137 la cual rindió 9.2 t/ha superando al testigo X-3204 hasta con 79% con excelente cobertura de mazorca. Es notable en el comportamiento del híbrido triple 888 x 131 que obtuvo el rendimiento promedio más alto en el análisis combinado de Danlí y Omonita, Honduras; en particular debe resaltarse la cantidad de mazorca obtenida en este nuevo híbrido de Danlí, donde existe un ambiente propicio para el desarrollo de pudrición de mazorca; sin embargo, la resistencia mostrada por este material a este stress biótico altamente considerable (cuadro 3).

El cuadro 4, presenta el comportamiento promedio de rendimiento y características agronómicas de híbridos superiores identificados para Guatemala. Los rendimientos y características agronómicas en promedio superior considerable al testigo X-3204; sin embargo, cabe mencionar que este rendimiento solo fue superior en 11% al mejor testigo de Guatemala el híbrido HA-46.

Los híbridos seleccionados para Panamá se muestran en el cuadro 5. La identificación de híbridos superiores para Panamá constituyen un objetivo de gran importancia de semilla híbrida anual que representa una inversión de US\$ 500,000. 888 x 123 mostró un rendimiento promedio (Parita y la Honda) de 6.1 t/ha superando al testigo X-3204 en 47%, tales características agronómicas son superiores, esta misma cruza obtuvo el 10. lugar en Parita y 80. lugar en la Honda. Estos rendimientos fueron similares a los obtenidos por el mejor testigo HA-46 de Guatemala reconocida por su calidad en los ensayos del PCCMCA.

Los valores de aptitud combinatoria general estimados en el análisis de ACG se muestran en el cuadro 6. Nótese que obtuvieron valores positivos de 0.8 t/ha con media hasta de 7.0t/ha. Las 10 líneas con mayor ACG seleccionados varían entre 0.1 a 0.8 t/ha.

Los programas nacionales pueden hacer uso efectivo de estas líneas élites para desarrollar nuevas combinaciones híbridas entre ellas en combinaciones con sus líneas élite existentes o en forma inmediata produciendo los híbridos triples identificados en el presente trabajo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se identificaron híbridos triples para Guatemala, El Salvador, Honduras y Panamá, con rendimientos hasta 9.5 t/ha los cuales superaron al testigo X-3204 con rendimientos hasta de 70% y características agronómicas excelentes.

Se identificaron 10 líneas élites (actualmente SG) con alta aptitud combinatoria general, las cuales pueden ser utilizadas para formar nuevas combinaciones híbridas entre ellas mismas, en formación de

pedigree, con las líneas élites existentes o en forma inmediata para formar los híbridos triples identificados.

El esfuerzo colaborativo iniciado en el proyecto de híbridos demuestra claramente que la colaboración horizontal hace eficiente el proceso de generar germoplasma y minimizar los costos.

Se recomienda que los híbridos desarrollados sean evaluados en ensayos en campos de agricultores para promover su liberación.

Cuadro 1. Análisis de varianza para rendimiento de los meztizos de maíz amarillo del Proyecto Regional de CIMMYT. Guatemala 1988.

LOCALIDAD	REND T/HA	DMS	%CV	FR	FRXLOC	ER/EA
CUYUTA	5.8	0.72	10.44	**		101.52
LAS VEGAS	5.3	1.00	16.42	**		169.59
LA MAQUINA	5.9	1.00	14.41	*		109.94
SALV. LOC 1	6.6	1.14	14.68	**		103.22
SALV. LOC 2	6.7	0.96	11.75	**		100.38
HOND. LOC 3	6.5	1.20	15.04	*		
HOND. LOC 4	6.9	1.70	20.91	**		102.73
COMBINADO	6.2	1.20	5.90	**	**	752.58

SALV. LOC 1 = SANTA CRUZ PORRILLO

SALV. LOC 2 = SAN ANDRES

HOND. LOC 3 = DANLI

HOND. LOC 4 = OMONITA

Cuadro 2. Rendimiento y características agronómicas de híbridos triples superiores de grano amarillo evaluados en El Salvador, 1988.

HIBRIDO	REND. T/HA	%S/ X-3204	DIAS FLOR	ALT (cm) MZCA	% DES	MAZC POD	PROL %
233X201	8.4	147	52	142	8	13	108
233X141	8.3	145	55	147	2	4	111
234X164	7.8	137	53	116	6	4	122
234X136	7.7	135	55	134	0	8	126
233X131	7.5	131	56	136	2	3	118
CSGA-688	6.6	115	53	127	9	10	100
CSGA-888	6.5	113	55	124	2	13	114
X-3204	5.7	100	54	128	13	20	92
HA-46	6.4	111	53	138	3	13	107

MEDIA DE 2 LOCALIDADES

Cuadro 3. Rendimiento y características agronómicas de híbridos triples superiores de grano amarillo evaluados en Honduras 1988.

HIBRIDO	REND. T/HA	%S/ X-3204	DIAS FLOR	ALT (cm) MZCA	% DES	MAZC POD	% PROL	%ACAME RAIZ
CSGA888X131	8.2	144	53	125	11	3	115	3
CSGA888X228	7.9	139	54	116	14	6	95	10
CSGA888X153	7.7	135	52	146	13	8	116	5
CSGA688X204	7.7	135	56	130	23	17	111	14
CSGA888X141	7.7	135	51	122	9	12	102	12
CSGA688	5.9	104	56	121	48	9	99	14
CSGA888	7.5	132	54	122	15	13	118	5
X-3204	5.7	100	54	128	28	16	93	17
HA-46	7.8	137	53	121	12	7	118	11

MEDIA DE 2 LOCALIDES

Cuadro 4. Medias de Rendimiento y Características Agronómicas de los mejores Híbridos Triples de Maíz Amarillo formados con Germoplasma de CIMMYT. Guatemala 1988.

HIBRIDO	REND. T/HA	%S/ X-3204	DIAS FLOR	ALTURA (cm) PIITA MZCA	% DESC.	MZCAS POD.
688X141	6.7	119	56	285 132	2	2
688X204	6.7	119	58	265 130	3	1
688X145	6.4	115	54	305 145	6	2
688X146	6.1	108	56	290 135	6	2
888X158	6.1	108	56	265 115	5	3
X GRAL PROB.						
CSGA 688	4.9	88	57	235 100	2	2
CSGA 888	5.5	100	57	220 100	3	2
TESTIGOS						
HA-46	6.1	107	56	235 105	2	2
X-3204	5.6	100	56	225 120	4	3

MEDIAS DE 3 LOCALIDADES

Cuadro 5. Medias de Rendimiento de Híbridos superiores de Grano Amarillo evaluados en Panamá, 1988.

HIBRIDO	REND. T/HA	%S/ X-3204	DIAS FLOR	ALT (cm) MZCA	% DES	MAZC POD	PROL %
CSGA888X123	6.1	145	53	100	13	0	105
CSGA888X137	5.9	140	56	95	10	2	110
CSGA888X166	5.8	138	58	98	6	2	100
CSGA888X145	5.8	138	57	84	8	3	100
CSGA688X125	5.4	129	57	90	4	2	102
CSGA688X137	5.3	126	56	100	7	2	99
CSGA688X163	5.3	126	57	106	5	6	120
CSGA-688	2.0	48	56	92	21	1	121
CSGA-888	4.6	110	56	100	7	0	100
X-3204	4.2	100	56	99	18	3	105
HA-46	5.3	126	57	95	4	2	95

MEDIA DE 2 LOCALIDADES

Cuadro 6. Estimación de aptitud combinatoria general de líneas de Maíz Amarillas provenientes del Proyecto Regional del CIMMYT. Combinado 1988.

LINEA	CSGA 688(1)	CSGA 888(2)	X REND	ACG
141	7.3	6.8	7.1	0.8
163	6.6	6.9	6.8	0.5
164	6.6	6.9	6.8	0.5
137	6.4	6.9	6.6	0.3
166	6.5	6.7	6.6	0.3
131	6.6	6.6	6.6	0.3
214	6.5	6.6	6.5	0.2
207	6.6	6.4	6.5	0.2
129	6.9	6.0	6.5	0.2
165	6.1	6.7	6.4	0.1
177	6.3	5.6	6.0	-0.3
182	5.9	6.0	5.9	-0.4
X MESTIZOS	6.2	6.4	6.3	
PROBADORES				
CSGA-688			5.5	
CSGA-888			6.4	
TESTIGOS				
HA-46			6.5	
HE-112			6.8	
X-3204			5.6	

Cuadro 7. Medias de Rendimiento y Características Agronómicas de las líneas amarillas con mayor aptitud combinatoria general provenientes del Germoplasma del Proyecto Regional de CIMMYT. Guatemala 1988.

LINEA	REND. T/HA	DIAS FLOR	ALTURA (cm)		% MZCAS		%ACAME RAIZ
			PLTA	MZCA	DESC.	POD.	
141	7.1	55	258	132	4	8	19
163	6.8	55	242	123	23	8	12
164	6.7	54	243	125	15	11	13
137	6.6	55	242	119	5	13	20
166	6.6	56	241	127	34	11	18
131	6.6	55	239	128	11	11	9
214	6.5	55	230	120	11	17	11
207	6.5	54	230	121	16	16	7
129	6.5	54	223	120	16	9	10
165	6.4	55	242	126	29	15	9
CSGA-688	5.5	56	237	118	24	11	17
CSGA-888	6.4	56	225	115	8	10	19
HA-46	5.5	54	235	123	9	10	19
X-3204	5.6	55	238	126	20	17	18

BIBLIOGRAFIA

1. BRAUER, O.H. 1980. Fitogenética aplicada. México, Limusa, cap. 18.
2. CASTELLANOS, J.S. 1985. Evaluación de aptitud combinatoria general de líneas S3 de maíz de grano amarillo en 4 localidades del trópico de Guatemala. In. Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. (32,. El Salvador 1986).
3. FALCONER, D.S. 1984. Introducción a la genética cuantitativa. Trad. de 1a. ed. en inglés por Fidel Márquez Sánchez. México, Continental. 430 p.
4. GUATEMALA. 1985. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA GRICOLAS. Programa de Mejoramiento y Producción de Maíz. Informe técnico. Guatemala 1985. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas.
5. JUGENHEIMER, R. W. 1984. Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semilla. Trad. del inglés por Piña García. México. Limusa. 197-222 p.
6. LARIOS L.A. et al 1988. Aptitud combinatoria de líneas y respuestas correlacionadas para rendimiento de híbridos triples y dobles de maíz (*Zea mays* L.). In. Reunión Bianual de Maiceros de la Zona Andina. (13,. Perú, 1988). Perú. Instituto Nacional de Investigaciones Agraria y Agropecuaria.

7. VELASQUEZ, R. 1978. Formación de híbridos simples en base a familias de hermanos completos. Tesis Mag. Sc. Chapingo. México. Colegio de PostGraduados. 84 p.
8. VIOLIC, A. Y LUCHSINGER, A. 1972. Aptitud combinatoria general y específica para rendimiento y sus componentes de diez líneas de maíz (*Zea mays* L.). Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Serie: Producción Vegetal. No.2. INIA. Min. de Agricultural. Madrid, España.

EFFECTOS DE APTITUD COMBINATORIA DE LINEAS ENDOGAMICAS Y PREDICCIÓN DE HÍBRIDOS DE MAÍZ DE ALTA CALIDAD DE PROTEÍNA. GUATEMALA 1988*.

Nery Soto León*, Mario Roberto Fuentes**

RESUMEN

Los híbridos de maíz de grano amarillo de alta calidad de proteína presentan una ventaja comparativa, que los carotenos son más fácilmente asimilables que en los híbridos normales, esta ventaja puede impulsar su uso en la industria de concentrados para la avicultura.

En el presente estudio se evaluaron 91 cruzas posibles, provenientes de 14 líneas endogámicas del programa de híbridos del CIMMYT.

Las cruzas simples superiores mostraron una adaptación notable en la región costera de Guatemala, expresando rendimientos hasta de 7000 kg/ha y excelentes características agronómicas, sanidad de mazorca y uniformidad y tipo de planta, superando al mejor testigo normal en una tonelada por hectárea de grano. Los progenitores 2, 1 y 6 mostraron los mejores efectos de aptitud combinatoria general y específica y el mejor rendimiento promedio a través de sus combinaciones híbridas.

El nivel de rendimiento y características agronómicas y estabilidad del endosperma modificado de los progenitores (cruzas simples) utilizados como hembras para producir semilla y de los híbridos dobles y triples predichos, sugiere una nueva alternativa de producción que puede impulsar el uso de los maíces de alta calidad de proteína en la zona tropical baja de Guatemala.

INTRODUCCION

El Programa de Maíz ha generado variedades e híbridos de maíz con alto potencial de rendimiento y buenas características agronómicas; sin embargo, estos maíces son deficientes en lisina y triptofano, que son aminoácidos esenciales para la vida animal y para el hombre, quienes

* Coordinador Programa de Maíz, ICTA; ** Técnico Programa de Maíz, ICTA, Guatemala, C.A.