

del híbrido.

DETERMINACION DE LA APTITUD COMBINATORIA GENERAL DE LINEAS ENDOGAMICAS Y SU EFECTO EN LA FORMACION DE NUEVOS HIBRIDOS TRIPLES DE MAIZ (*Zea mays* L.) CENTRO AMERICA 1988

Nery Soto,* Raúl Rodríguez**, Luis Brizuela*** y Hugo Cordova****

RESUMEN

CIMMYT inició en 1984 un proyecto de formación de híbridos tendientes a explorar al máximo la diversidad genética y aptitud combinatoria, componentes esenciales para la expresión de heterosis.

Con el objetivo de utilizar en forma eficiente las líneas élite desarrolladas en CIMMYT México, y mejorar el patrón heterótico de los híbridos de los programas nacionales, se creó el Proyecto Colaborativo Centroamericano en formación de híbridos.

En el presente estudio se formaron 146 cruzas triples con la combinación de 46 líneas S4 y tres cruzas simples élite utilizadas como hembra en la formación de los híbridos H-5, HB-83M y H-27 de El Salvador, Honduras y Guatemala respectivamente. Estos cruzamientos fueron evaluados en 1988 en 5 localidades de Centro América.

Los resultados identificaron nuevos híbridos para Guatemala, El Salvador y Honduras. El mayor diferencial de rendimiento se obtuvo en Santa Cruz Porillo, El Salvador, donde el híbrido superior rindió 8.0 t/ha superando al testigo con 50% de rendimiento. Se seleccionaron 10 líneas con ACG positiva dentro de las cuales sobresalen las líneas 317, 339, y 325 derivadas de las poblaciones Tuxpeño-1, Pool 23, y Población 32 respectivamente. Las líneas seleccionadas se agruparon en dos patrones heteróticos: dentado (Tuxpeño) y cristalino (Pool 23 y ETO)

INTRODUCCION

De acuerdo a la problemática del cultivo del maíz en la región, en 1986 los 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 entre los

* Coordinador Programa de Maíz, ICTA, Guatemala; **Coordinador Programa de Maiz, CENTA, El Salvador; *** Coordinador Programa de Maíz, SRN, Honduras y **** Coordinador Regional de Maíz de CIMMYT para Centro América y El Caribe

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 inició con la evaluación de dialélicos para estimar ACG y ACE y predicción de híbridos blancos que se formaron en CIMMYT en 1985-1986, a partir de esa fecha se prosiguió con el desarrollo de dicho proyecto, de manera que en 1988 se evaluaron los híbridos triples de grano blanco (mestizo) en diferentes localidades de Centro América, con el propósito de identificar los mejores híbridos triples para cada país, así como las líneas con mayor aptitud combinatoria general (ACG).

OBJETIVOS

1. Evaluar cruces mestizos de líneas con endogamia parcial utilizando como probadores distintas cruzas simples élites desarrolladas por los programas nacionales de Guatemala, El Salvador y Honduras.
2. Determinar la aptitud combinatoria geneal del germoplasma desarrollado dentro del proyecto regional de híbridos del CIMMYT.

REVISION DE LITERATURA

Los cruces mestizos con frecuencia son híbridos que pueden utilizarse en las etapas iniciales de un programa de mejoramiento (5) y que puede mantenerse rendimientos sostenidos, al respecto muchos investigadores han reportado resultados obtenidos en diferentes estudios realizados.

El concepto de aptitud combinatoria y su importancia en la mejora de las plantas se ha desarrollado debido a las investigaciones realizadas en maíz. Dos términos se han definido en relación a este concepto. Aptitud combinatoria general y específica. Su determinación permite conocer la forma en que actúan los genes: si la acción es aditiva y no aditiva y la importancia relativa de cada una. (8)

Falcomer define la aptitud combinatoria general como el valor medio de F_1 'S de sus cruzas con otras líneas. La actuación de una craza en particular puede desviarse de la aptitud combinatoria general promedio de las líneas y a esta desviación se la conoce como aptitud combinatoria específica lo cual es medida como desviación de la media general más las habilidades combinatorias de los progenitores y viene siendo una característica de cruzas y no de líneas. (3)

Según Sprague, citado por Brauer (1) el método clásico para la formación de híbrido consiste en desarrollar líneas puras por medio de endogamia y selección continua durante varias generaciones, hasta lograr líneas con suficiente homocigosis que presenten características deseables. Entre las líneas seleccionadas, hacer selección de las que tengan mejor ACG, mediante la evaluación de cruzamiento con un probador común.

En Guatemala en 1985 se condujeron dos ensayos de evaluación de mestizos con un grupo de líneas S3 derivados de semillas de hermanos completos

de grano blanco y amarillo de distintas poblaciones, lo cual permitió identificar líneas superiores, en donde las líneas derivadas de la población 22 expresaron los mayores rendimientos en el mestizaje. (2).

Ju Genhemier (1936) comparó líneas puras en cruzas mestizas, de tres elementos y dobles. Los rendimientos de los híbridos sobre las variedades de polinización libre fueron superiores hasta 53.8 % más de rendimiento, las cruzas mestizas y cruzas dobles tuvieron un rendimiento más bajo y fueron más variables en altura de planta y mazorca que las cruzas simples (5)

Velasquez et al (1978), (7) reporta estimaciones de aptitud combinatoria general y específica, así como tipos de acción genética inadecuada en un análisis dialélico de familias de hermanos completos utilizando el diseño II de Greffin. Los valores de aptitud combinatoria general, resultados similares han sido reportados por Hornes et al (1973).

Velasquez (1978), al evaluar cruzas simples de maíz formadas con familias de hermanos completos, concluye que el método se presenta como una alternativa y de formación de híbridos a corto plazo, sin embargo, menciona que se hace necesario estudiar la certeza de la fiel repetibilidad de las cruzas.

METODOLOGIA

El presente estudio se realizó en 5 localidades de Centro América, Finca Las Vegas, Tequisate y La Máquina en Guatemala, Santa Cruz Porillo y San Andrés en El Salvador y Omonita en Honduras.

El germoplasma utilizado en dicho estudio como probadores fueron: hembra (cruza simple) HB-83M (ICTA GUATEMALA), hembra (cruza simple) H-5 (CENTA EL SALVADOR) y hembra (cruza simple) H-27 (SRN HONDURAS).

Se mestizaron 55 líneas provenientes de las poblaciones 21, 25 y 32 y del Pool 23.

El diseño que se utilizó fue látice 12 x 13 con 156 tratamientos y 2 repeticiones por localidad.

La fecha de siembra fué en junio y la cosecha se efectuó en octubre, las distancias de siembra fué de 0.75 m entre surco y 0.5 m entre postura de 2 plantas equivalente a 53,000 plantas por hectátera, el control agronómico se llevó a cabo de acuerdo a la tecnología de cada país.

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

DISCUSION DE RESULTADOS

El cuadro 1 presenta los estadísticos estimados en el análisis de varianza para rendimiento por localidad y combinado. La alta significancia para tratamientos indica que existe una respuesta diferencial para rendimiento entre genotipos evaluados. La significación alta para la interacción genotipo x localidad indica que existen genotipos que presentan una respuesta diferencial en las localidades donde se evaluaron.

La eficiencia relativa de látice a bloques al azar (114-602 %) demuestra que el esfuerzo estadístico realizado al utilizar este diseño contribuye a la eficiencia en la conducción de este experimento.

Los coeficientes de variación 8 y 18% son bastante aceptables (a excepción de Omonita, Honduras 24.01) que indican confiabilidad en los resultados obtenidos.

Los cuadros del 1 al 4 muestran el comportamiento de los nuevos híbridos triples superiores evaluados en distintas localidades de El Salvador, Honduras y Guatemala.

Para el caso de Guatemala (La Máquina) el testigo HB-85 y HB 83M con rendimientos hasta de 10.0 t/ha, sin embargo en el promedio de las 2 localidades, los resultados fueron similares a los testigos, es importante considerar las características agronómicas de cobertura de mazorca y mazorcas podridas para efectuar una selección que permita mejorar el pedigre de los actuales híbridos en poco tiempo y costo mínimo.

El más notable diferencial de rendimiento obtenido para el caso de El Salvador (San Andrés y Santa Cruz Porillo) con rendimiento promedio del mejor híbrido de 8.0 t/ha en comparación con el testigo H-5 que rindió 5.5 t/ha. Las características agronómicas de pudrición de mazorca y acame fueron afectadas por 2 huracanes, sin embargo, los nuevos híbridos presentan una ventaja comparativa muy importante de 50% en rendimiento superior al híbrido H-5 que más se utiliza en El Salvador (Cuadro 3)

En Honduras, sólo se sembró un experimento en la localidad de Omonita en la costa norte de Honduras, un híbrido triple (400 x 339) superó con 12% de rendimiento al testigo H-27 que rindió 8.2 t/ha. (Cuadro 4)

La uniformidad en altura de mazorca y cobertura de mazorca fueron altamente superiores en el nuevo híbrido triple, formado con la misma cruza simple utilizando como hembra el H-27 y una nueva línea del programa regional de C.A. se relacionó con cinco híbridos con rendimientos similares al testigo pero con características agronómicas superiores.

Uno de los objetivos importantes de este proyecto colaborativo de híbridos es estimar la aptitud combinatoria general de las nuevas líneas evaluadas a través de los probadores. Se seleccionaron 10 líneas superiores con aptitud combinatoria general entre ellas sobresalen las líneas 317, 339 y 235 derivadas de Tuxpeño, Pool 23 y poblaciones 32

respectivamente. La líneas que mejor combinación híbrida mostró fue la 317 cuyo patrón heterótico es Tuxpeño de grano dentado.

Los patrones heteróticos identificados son Tuxpeño (dentado), población 32 y Pool 23 cristalino. (Cuadro 5)

Los rendimientos promedios de la combinación de híbridos seleccionados superan en rendimiento y características agronómicas a las cruza simples utilizadas como probadores. Esto indica que también se pueden formar nuevas cruza simples, triples y dobles utilizando los patrones heteróticos apropiados e identificados en este estudio. Cuadro 6)

Cuadro 1. Análisis de varianza para rendimiento de mestizos de maíz de grano blanco formados con germoplasma del Proyecto Regional de CIMMYT. Guatemala 1988

LOCALIDAD	X REND.		%	FTRAT	FTRATxLOC	ER/BA
	t/ha	DMS.				
La Maquina	6.1	0.8	10.8	**		114.87
Las Vegas	5.1	1.1	17.9	**		124.92
Sn Andres Sal.	6.8	1.5	18.17	**		101.90
Sta Cruz P. Sal.	7.3	1.3	14.95	**		108.26
Omonita, Hon.	6.6	1.9	24.01	**		141.37
COMBINADO	6.4	1.0	8.02	**	**	602.90

Cuadro 2. Media de rendimiento y características agronómicas de los mejores híbridos triples para Guatemala generados del Proyecto Regional de CIMMYT, Guatemala 1988.

	REND.	DIAS	ALTURA		%MAZ	%MAZ
	tm/ha	FLOR	PTA.	MZC.	DESC	POD.
398 x 241	6.2	57	251	126	3	16
398 x 394	6.1	57	246	126	11	16
398 x 342	6.1	58	236	116	9	15
398 x 364	6.1	55	228	109	1	5
398 x 348	5.8	58	252	130	7	12
398 x 329	5.8	62	241	139	0	6
TESTIGOS						
HB-83M	6.2	55	260	129	0	13
HB-85	6.2	54	251	125	6	6
Hembra HB-83M	5.5	58	230	113	0	8

Media de 2 localidades.

Cuadro 3. Medias de rendimiento y características agronómicas de los mejores híbridos triples para El Salvador generados del Proyecto Regional de CIMMYT. El Salvador 1988.

HIBRIDO	REND.	DIAS	ALTURA		%MAZ.	%MAZ.
	Tm/ha	FLOR	PTA	MZC	DESC	PUD.
399 x 382	8.0	55	235	144	1	12
399 x 275	7.6	54	217	137	0	6
399 x 358	7.4	53	220	149	1	5
399 x 380	7.2	55	245	145	1	1
TESTIGOS						
HE-55	6.4	56	238	144	2	10
Hembra H-5	5.0	57	260	150	2	4
H-5	5.3	57	227	139	0	1.1

Cuadro 4. Media de rendimiento y características agronómicas de los mejores híbridos triples para Honduras generados del Proyecto Regional de CIMMYT. Honduras 1988

HIBRIDO	REND.	DIAS	ALTURA		%MAZ	%MAZ	%
	Tm/ha	FLOR	PTA	MAZ	DESC	POD.	ACAME
400 x 339	9.2	52	243	129	9	0	10
400 x 308	8.2	52	230	132	11	0	6
400 x 306	8.0	50	230	127	9	9	0
400 x 258	7.9	52	231	123	12	8	0
400 x 362	7.9	52	244	131	14	0	0
400 x 365	7.8	52	228	117	17	0	0
TESTIGOS							
H-27	8.3	57	195	136	9	6	16
Hembra H-27	6.6	55	198	130	4	7	28

Cuadro 5. Estimación de aptitud combinatoria general de líneas de maíz de grano blanco del Proyecto Regional del CIMMYT. Guatemala 1988.

LINEA	Hembra	hembra	hembra	X REND	ACG
	HB-83M	H-5	H-27		
	REND.	REND	REND.		
	tm/ha	tm/ha	tm/ha	tm/ha	tm/ha
317	8.6	6.8	6.9	7.4	0.9
339	7.5	6.6	7.9	7.3	0.8
235	6.2	7.7	7.0	7.0	0.5
272	6.7	7.1	7.1	7.0	0.5
241	6.6	7.4	6.7	6.9	0.4
280	6.6	6.7	6.7	6.7	0.2
262	6.3	6.7	6.9	6.6	0.1
306	6.7	6.6	6.4	6.6	0.1
309	6.6	6.7	6.4	6.6	0.1
368	5.8	6.3	6.5	6.2	-0.2
337	6.8	5.8	7.0	6.2	-0.2
MEDIA	6.5	6.4	6.5	6.5	

PROBADORES	
Hembra HB-83M	7.1
Hembra H-5	4.8
Hembra H-27	6.9
TESTIGOS	
HB-83M	7.1
H-27	6.8
HS-5G1	6.9
H-5	5.2

Cuadro 6. Media de Rendimiento y características agronómicas de las líneas superiores en ACG del Proyecto Regional de CIMMYT. Guatemala 1988

LINEA	REND.	DIAS	ALTURA		%MAZ	%MAZ	%ACAME	
	t/ha	FLOR	PTA	MZC	DESC	POD		
317		7.4	56	211	140	9	11	23
339		7.3	56	177	124	7	10	16
235		7.0	56	197	136	3	11	25
272		7.0	54	186	119	10	10	11
241		6.9	57	202	142	3	11	32
280		6.7	55	182	123	6	8	12
262		6.6	57	185	129	5	10	22
306		6.6	55	187	127	5	8	18
309		6.6	55	184	122	12	8	9
PROBADORES								
Hembra HB-83M	7.1		54	186	118	3	7	5
Hembra H-27	4.8		57	195	136	9	6	17
Hembra H-5	6.9		58	199	138	3	9	45
TESTIGOS								
HB-83M	7.1		54	193	126	0	8	18
H-27	6.8		58	185	125	13	11	21
H-5	5.2		57	200	141	1	11	33

CONCLUSIONES

1. Estadísticamente se encontró diferencia significativa al 1% para tratamientos tanto en los análisis de varianza practicados por localidad y combinado. Los coeficientes de variación estuvieron dentro de un rango aceptable.
2. Para Guatemala los híbridos superiores evaluados en La Máquina y Las Vegas expresaron rendimientos similares a los testigos Hb-83M y HB-85.
3. Para El Salvador, tomando en consideración la evaluación hecha en dos localidades (Sta. Cruz Porillo y San Andrés) el diferencial de rendimiento entre el mejor híbrido 399 x 382 (8.0 tm/ha) y el H-5 (5.2 tm/ha) fue de 2.7 tm/ha lo que equivale a 50% más de rendimiento.

4. Para Honduras, los rendimientos obtenidos en Omonita, el híbrido superior 400 x 339 rindió 9.2 tm/ha superando al testigo H-27 con 0.9 tm/ha que equivale a 11% más de rendimiento.
5. Se seleccionaron 10 líneas con ACG positiva, las líneas más sobresalientes fueron 317, 339 y 235 derivadas de Tuxpeño, Pool 23 y Población 32 respectivamente.
6. La líneas que mostró mejor combinación híbrida fue la 317 cuyo patrón heterótico es Tuxpeño de grano dentado.

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 la ed. en inglés por Fidel Márquez Sánchez. México, Continental. 430 p.
4. GUATEMALA. 1985. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. 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 Agricultura. Madrid España.