

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 Agrícola. 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.

necesitan tener una fuente de proteína que contenga suficiente lisina y triptofano para satisfacer sus necesidades.

Los esfuerzos por mejorar el contenido de proteína en el grano de maíz, se iniciaron en 1986 cuando la Universidad de Illinois dio la primera evidencia de que el contenido de proteína y aceite del maíz podía incrementarse o disminuirse considerablemente por fitomejoramiento (1). Woodworth y Jugenheimer (1948) demostraron que el contenido de proteína de las líneas puras podía incrementarse substancialmente por medio de cruzas regresivas y selección.

Muchos esfuerzos se han realizado con tal propósito, que va desde la formación de variedades de polinización libre hasta híbridos; de esta manera, el Programa de Maíz del ICTA generó la variedad NUTRICTA.

Actualmente, el Programa de Maíz, tomando en consideración la importancia que tiene para nuestro pueblo la generación de materiales con alto contenido de proteína, durante el año 1988 evaluó cruzas dialélicas formadas en CIMMYT, cuyo objetivo es identificar aquellas líneas que tengan buena aptitud combinatoria específica (ACE) y buena aptitud combinatoria general (ACG) e identificar aquellas cruzas con buen rendimiento, que expresen un tipo de grano cristalino y buenas características agronómicas y cuyo contenido de proteína y triptofano sea superior al del maíz normal (mínimo 0.8 de triptofano).

#### REVISION DE LITERATURA

El maíz es la base de la alimentación humana en muchos países y Guatemala no es la excepción. En los años sesenta, la mayoría de los nutricionistas coincidían en que la malnutrición en países en desarrollo, se debía principalmente una dieta a base de alimentos de baja calidad proteínica como el maíz, el cual se sabe es deficiente en lisina y triptofano, dos de los aminoácidos esenciales en la dieta del ser humano y de los animales monogástricos.

Mertz et al (1964), reportaron que el gene opaco-2, un mutante del endosperma del grano de maíz, incrementaba en un 100% el contenido de lisina y triptofano en el endosperma. Por metodologías de fitomejoramiento y a través de retrocruzamiento, comenzaron a introducir el gene opaco-2 en los mejores materiales normales de maíz disponibles en ese momento; sin embargo, los resultados de campo obtenidos por ellos no fueron muy alentadores, debido a que los materiales con el gen de calidad de proteína rendían de 10 a 15% menos que los materiales normales y con susceptibilidad a plagas y enfermedades. (1)

Gardner y Eberhart (1966) indican que el cruzamiento dialélico es de considerable valor para los mejoradores de plantas para tomar decisiones concernientes al tipo de sistemas de mejoramiento a usar. Jenkins (1940) afirma que los ensayos para aptitud combinatoria pueden hacerse en etapa temprana en el proceso de obtención de líneas puras y esta metodología es capaz de producir híbridos e identificar líneas superiores y señala que la capacidad de rendimientos depende del número de alelos dominantes llevados por las líneas favorables. (5)

Dentro del proceso de formación de híbridos, la predicción de la formación de híbridos, basada en los resultados de los cruces dialélicos (simple) proporciona información sobre el desempeño de las tres posibles combinaciones de cruces dobles que incluyan cuatro líneas puras y Jugenheimer citado por Larios (3), encontró que el método "B" es el que tiene la base genética más firme para predecir híbridos y es un paso en la producción de híbridos que permite detectar cruces con mayor heterosis que los progenitores.

Sperling (1), reporta rendimientos que varían de acuerdo al tipo de grano, donde los tipos de grano normal rinden 13% más que los opacos y que los tipos de grano opaco rinden 13% más que los tipos de grano opaco modificado. Estos datos son consistentes con los datos reportados para materiales de regiones templadas.

La producción comercial de variedades híbridas conduce al fitomejorador a poner en práctica diferentes pasos necesarios para el desarrollo de los mismos y como resultados de investigaciones básicas efectuadas en el maíz, Kalton y Leffel (1955) desarrollaron el concepto de aptitud combinatoria y su importancia en la mejora de plantas.

Sprague y Tatum (1942) en relación al comportamiento relativo de líneas al ser cruzadas: Aptitud combinatoria general y específica. Para ellos, ACG se usa para designar el comportamiento medio de una línea en combinaciones híbridas y ACE para designar aquellos casos en los cuales ciertas combinaciones son relativamente mejores o peores que aquellas que se esperarían en base al comportamiento medio de líneas consideradas. Los mismos autores señalan que la ACG se debe a efectos génicos aditivos y ACE a tipos de acción génica no aditiva como dominancia, epistasia y varias clases de interacción de factores (5)

#### MATERIALES Y METODOS

##### A. Localización

El presente estudio se realizó en la localidad La Máquina, Guatemala.

##### B. Diseño y Tratamiento

El diseño que se utilizó fue látice 9 x 9, con 81 tratamientos y 3 repeticiones.

##### C. Fecha de Siembra y Cosecha

La fecha de siembra fue en junio y se cosecho en octubre; la distancia de siembra fue de 0.75 m entre surcos y 0.50 m entre plantas; se depositaron 3 granos por postura para dejar 2 plantas al raleo 15 días después de siembra.

##### D. Variables Respuestas

- Rendimiento al 15% de humedad del grano
- Días a floración

- Altura de planta y mazorca
- % Acame de raíz y tallo
- % Mazorca podridas y descubiertas
- Contenido de triptofano

#### RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1, se presentan los estadísticos del análisis de varianza para rendimiento, donde se encontró diferencias altamente significativas entre genotipos evaluados. El coeficiente de variación de 9% indica confiabilidad en los resultados obtenidos.

En el Cuadro 2, se observan las medias de rendimiento y características agronómicas del dialélico en evaluación, en donde sobresale la cruce P2 x P11, con 7050 kg/ha superó en 39% al híbrido HA-46 con 5050 kg/ha.

Según el análisis de alta calidad de proteína, las cruces muestran valores de 0.064 a 0.086 gramos de triptofano en 100 gramos de muestra, comparado con los testigos de grano normal que poseen 0.053 gramos. Es importante notar las características agronómicas de estos materiales, principales en cobertura y pudrición de mazorca, así como la modificación del endosperma del grano con apariencia normal.

En base a la aptitud combinatoria general y específica y por el método "B" de Jenkins, se realizó la predicción de híbridos dobles y triples (Cuadro 4), donde el híbrido doble y/o triple, posee un alto potencial de rendimiento hasta con valores estimados de 6933 y 6955 kg/ha para el híbrido doble y triple respectivamente, con lo cual se supera en 33% al rendimiento del HA-46.

Los rendimientos del progenitor hembra expresan alto potencial de rendimiento, que es un aspecto importante en la producción de semilla.

#### CONCLUSIONES

1. El estadístico estimado para la variable rendimiento en el análisis de varianza, mostró diferencias altamente significativas.
2. La línea 2, a través de su mestizo, derivada del Pool 25, mostró la mejor ACE y ACG con 1255 y 705 kg/ha respectivamente.
3. Los híbridos predichos de grano amarillo, en base al comportamiento de las cruces dialélicas, mostraron rendimientos superiores hasta de 33% sobre HA-46; asimismo, las cruces utilizadas como hembra en la producción de semilla de los nuevos híbridos, rindieron hasta 7050 kg/ha.
4. Las características agronómicas de las cruces simples evaluadas en el dialélico 8 son bastante aceptables, sobre todo, en cobertura y pudrición de mazorca.

## BIBLIOGRAFIA

1. CIMMYT-PURDUE. Maíz de alta calidad proteínica. AID. Editorial Limusa, México, 1977.
2. GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. Nutrición. Divulgación, ICTA. Guatemala, 1983.
3. LARIOS, L. et al. Aptitud combinatoria de líneas y respuestas correlacionadas para rendimiento de híbridos triples y dobles de maíz. XIII Reunión de Maiceros de la Zona Andina, Perú, septiembre, 1988.
4. MORALES, M. Programa de formación de híbridos de calidad proteínica. Curso de mejoramiento y producción de semilla genética y básica con resistencia a factores bióticos y abióticos. Guatemala, 1989.
5. VIOLIC, A. et al. Aptitud combinatoria general y específica para rendimiento y sus componentes de diez líneas de maíz. INIA. Madrid, España, 1972.

Cuadro 1. Análisis de varianza para rendimiento de dialélicos amarillos de alta calidad de proteína. Guatemala, 1988.

X		%	F
Rend. kg/ha	DMS	CV	TRAT.
5725	894	9	**

Cuadro 2. Medias de rendimiento y características agronómicas de las cruas dialélicas superiores. Guatemala, 1988.

DIALELICO	TRIP	X Rendimiento			Días Flor
		Kg/ha	qq/mz	%/HA-46	
P2 X P11	0.071	7050	109	139	53
P1 X P6	0.070	6890	106	135	53
P2 X P10	0.086	6800	105	134	53
P4 X P10	0.076	6780	104	133	51
P1X P10	0.076	6690	103	131	54
P2 X P6	0.084	6580	101	129	54
P4 X P6	0.064	6410	99	126	52
Testigo					
Exp. 112	0.060	6150	95		53
HA-46	0.053	5090	78	100	54
DMS		894			

DIALELICO	Altura (cms)		% Mazorc.		% S/HA-46
	planta	Mazorc.	Desc.	Pod.	Rel.C.P.
P2 X P11	222	128	2	2	186
P1 X P6	213	130	3	1	179
P2 X P10	205	120	12	3	216
P4 X P10	202	112	4	1	191
P1X P10	210	127	1	2	188
P2 X P6	222	122	5	0	205
P4 X P6	200	112	0	2	152
Testigo					
Exp. 112	213	117	2	1	
HA-46	213	120	2	0	100
DMS					

Cuadro 3. Media de rendimiento en kg/ha, valores máximos y mínimos de ACE y ACG de líneas de maíz amarillo con alto contenido de proteína (dialélico 8) Guatemala, 1988.

LINEA	MEDIA	MAXIMA	MINIMA	ACG
	RED. KG/HA	ACE	ACE	
2 (P3)	6465	1255	096	705
1 (P2)	6376	1052	185	616
6 (P7)	6071	765	245	311
9 (P10)	5975	943	426	215
4 (P5)	5922	737	612	162
5 (P6)	5875	665	657	114
7 (P8)	5675	443	2215	085
8 (P9)	5475	562	2415	286
12 (P4)	5154	517	1135	606

Cuadro 4. Medias de rendimiento y características agronómicas de cruza dobles y triples predichas de maíz grano amarillo de alta calidad de proteína. Guatemala, 1988.

HIBRIDOS	X REND.	% S/	RENDIMIENTO	% COB.	% MZCA.
PREDICHOS	KG/HA	HA-46	PROG. HEMBRA	MZCA.	POD.
(P1xP2)(P8xP11)	6933	132	6530	7	2
(P1xP2)(P6xP11)	6885	131	6280	4	1
(P1xP2)(P2xP11)	6783	129	7050	5	7
(P1xP2)(P6xP8)	6733	128	6280	6	1
(P6xP11)(P1)	6955	133	6170	4	1
(P8xP11)(P2)	6850	131	6530	10	3
(P8xP9)(P2)	6690	128	5940	15	3
(P1xP2)(P6)	6582	126	6280	4	0
<u>Testigos</u>					
Exp. 112	5816	100		2	0
HA-46	5242			2	1

\*\* Mejor cruza involucrada en la predicción, que se utilizará en la formación del híbrido.