

**CRUZAS DE PRUEBA DE LINEAS S₂ DE LA POBLACION DE
MAIZ TUXPEÑO (F)C₁₇. I. PROBADOR ETO BLANCO**

Carlos J. Garay López¹
Fernando Salinas Guillermo²
M^a Cristina Vega Sánchez³
José Luis Guerrero Ortiz⁴
Oscar Hernández Mendoza⁵

RESUMEN

El cruzamiento entre las poblaciones de maíz Tuxpeño con ETO blanco, ha mostrado buen comportamiento agronómico y heterosis en países de América Tropical (Villena, 1971), en donde se explota incluso a nivel comercial. Para la región ecológica del Trópico Húmedo de México se tiene la necesidad de contar con materiales rendidores y de buenas características, por lo que se evaluaron cruzas de prueba de líneas derivadas de Tuxpeño (F)C₁₇ con la población ETO blanco, con el propósito de determinar su valor para esa región y predecir híbridos radiales aprovechables por el agricultor.

Las localidades de evaluación durante 1984b fueron Ursulo Galván, Ver. (UG), y los Mochis, Sin. (LM), sembrando en junio en UG y en septiembre en LM. Los análisis estadísticos mostraron diferencias de alta significancia entre localidades para rendimiento, así como para tratamientos. La partición de la suma de cuadrados de tratamientos mostró diferencias de alta significancia entre cruzas de prueba para rendimiento, indicación de gran variabilidad presente entre las líneas; la interacción de cruzas de prueba por localidad resultó altamente significativa, por lo que se seleccionó material para cada ambiente específico, en base a la conclusión de que los cruzamientos fueron de valor para los ambientes de evaluación, prediciendo tres híbridos triples para la localidad de Ursulo Galván, Ver. y cuatro para Los Mochis, Sinaloa, además de que se tomarán para recombinar en C₁ de selección por cruza de prueba a las mejores líneas de los dos ambientes.

1, 3, 4 y 5. Ing. M.C. Maestros Investigadores del Depto. de Fitomejoramiento, Div. de Agronomía.
UAAAN.
2 Tesista

INTRODUCCION

A través del proceso de hibridación que se basa en el hecho de que al hacer cruzamientos entre dos líneas o dos variedades su progenie es más vigorosa, pudiendo llegar a producir más que cualquiera de sus progenitores y sobrepasar en ocasiones los rendimientos de las variedades de polinización libre, se han tenido grandes logros en diferentes partes del mundo; sin embargo, es indispensable conocer y mantener el patrón heterótico de las poblaciones que se estén mejorando, con el propósito de obtener líneas sobresalientes que conformen híbridos y variedades de alta productividad.

En base a lo anterior, en el Instituto Mexicano del Maíz (IMM) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), se cuenta con esquemas de selección recurrente y endogamia, a los que se han sometido diferentes poblaciones con el propósito de generar líneas que puedan en su oportunidad conformar híbridos o variedades de alto potencial de rendimiento para diversas áreas ecológicas.

Para el Trópico, se ha detectado que el cruzamiento de las poblaciones de diferente origen geográfico y tipo de grano, Tuxpeño, originario de México, y ETO blanco, formada en Colombia, ofrecen características agronómicas de valor; con el propósito de encontrar su patrón heterótico para el Trópico de México, el programa de Mejoramiento Genético del Instituto, estableció un trabajo de hibridación entre líneas S₂ derivadas de Tuxpeño (F)C₁₇ (que en lo sucesivo se denominarán 549 S₂) en cruza con ETO blanco, con los siguientes objetivos:

1. Determinar la capacidad rendidora y características agronómicas de cruza de prueba precoces para el Trópico Mexicano, y
2. Predecir híbridos radiales y un sintético para explotarse en forma comercial.

REVISION DE LITERATURA

Los híbridos entre líneas de ascendencia distinta producen por lo general mayor vigor híbrido que los híbridos de líneas derivadas de variedades iguales o semejantes, como lo indica Allard (1960), y que confirmaron Paterniani y Lonquist (1963), al reportar un mayor grado de heterosis en cruza formadas con variedades de origen diverso; esto en base al grado de aislamiento geográfico. Como ejemplo práctico de la diversidad genética en la formación de híbridos se tiene al US-13, híbrido sobresaliente en la Faja Maicera, y que Jügenheimer (1981) menciona como formado con una línea de Pennsylvania y dos líneas derivadas de Reid Yellow Dent (Iowa).

La información sobre la heterosis es una herramienta valiosa para la clasificación del germoplasma con fines de mejoramiento, como lo indica Wellhausen (1952). El mismo autor (1965), menciona que los maíces cristalinos cubanos combinan bien con maíces mexicanos de grano dentado, especialmente con Tuxpeño.

Así, en otros maíces tropicales, Sarria (1968) encontró una respuesta heterótica promedio de 11.4% en cruza de 14 variedades, entre ellas ETO blanco y Tuxpeño. Esta combinación, como lo reporta Villena (1971), es aprovechada comercialmente en Guatemala y rinde de 8 a 9% más que híbridos formados con Tuxpeño solo, siendo de maduración temprana y planta de menor altura.

MATERIALES Y METODOS

El material genético utilizado consistió en líneas S₂ derivadas del ciclo 17 de selección de la población Tuxpeño Crema I, hacia planta baja, que presenta además, precocidad y grano blanco dentado, y adaptación a las áreas tropicales y subtropicales (CIMMYT, 1982). Dichas líneas participaron en cruza de prueba con la población ETO blanco formada en Colombia, adecuada para áreas subtropicales que presenta una madurez intermedia, grano blanco, cristalino, sus plantas son de porte bajo y muestra resistencia a la pudrición de mazorca (CIMMYT, 1982).

Las líneas de la población Tuxpeño, que en lo sucesivo se denominarán líneas 549 S₂, se obtuvieron mediante el método de frasquitos (Herrera, 1980) en el Campo Experimental "Dr. Mario E. Castro Gil", de Tepalcingo, Morelos.

En 1983-84, en Tepalcingo, Mor., se seleccionaron 43 líneas S₂ para ser cruzadas con ETO blanco, probador de amplia base genética utilizada como hembra (Salinas, 1987).

Las cruza de prueba fueron evaluadas en dos localidades: Ursulo Galván, Ver. y Los Mochis, Sin., durante 1984b, incluyendo en la evaluación los testigos juzgados como los más adaptados a cada ambiente. En el Cuadro 1 se presentan las características climáticas respectivas.

Cuadro 1. Características climáticas del vivero de polinización y localidades de evaluación (García, 1973).

Localidad	Latitud N	Longitud	ASNM	Temp. media	Precip. anual	Tipo de clima
Tepalcingo, Mor.	18°36'	98°36'	1152	23.6	951.0	Aw ^o (w) (e) g
Ursulo Galván, Ver. (UG)	19°22'	96°23'	100	25.5	1207.7	Aw ¹ (w) (f)
Los Mochis, Sin. (LM)	24°47'	109°00'	10	25.1	320.0	Bw(h ¹) x (e ¹)

Las parcelas experimentales fueron de un surco con 21 matas, se sembraron dos semillas por golpe y se aclaró posteriormente a una planta por mata; se registraron sus características agronómicas y el rendimiento se ajustó por covarianza por localidad (Reyes, 1980), debido a que hubo plantas perdidas en algunos tratamientos. Las características registradas en porcentaje se transformaron por Arco Seno, y el rendimiento de mazorcas a toneladas por hectárea al 15.5% de humedad.

El diseño empleado para analizar las características fue el de bloques al azar con dos repeticiones y combinado por localidades con testigos coincidentes, haciendo una partición en la suma de cuadrados de tratamientos para comparar entre cruza de prueba (CP), entre testigos (T) y el contraste CP vs T; esto también se efectuó en la interacción de tratamientos por localidad. Se determinaron los coeficientes de variación y el valor de la diferencia mínima significativa al nivel de 0.05 para las características analizadas.

Las medias de las CP se agruparon por localidad y a través de ambientes, con la finalidad de seleccionar a las más adecuadas, tanto para la formación de un sintético de alta aptitud combinatoria con ETO blanco, como para predecir híbridos radiales de alta producción y buenas características agronómicas, de acuerdo al método B de Jenkins (Richey, 1951).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados estadísticos se presentan en base a las localidades; en el Cuadro 2 se muestran los cuadrados medios y los coeficientes de variación respectivos de las características estudiadas.

Las localidades (L) se diferenciaron estadísticamente en todas las características, excepto mala cobertura y mazorcas por 100 plantas, a causa principalmente de la productividad de los ambientes. Los tratamientos (Tr) se diferenciaron también en todas sus características, a excepción de acame total, lo que se reflejó en las CP (excepto mazorcas por 100 plantas) y que es una indicación de su variabilidad y la factibilidad de seleccionar entre tales cruza. Los testigos sólo se diferenciaron en días a floración y mala cobertura, y el contraste CP vs T mostró similitud en rendimiento y diferencias en días a floración y mazorcas podridas, lo que señala la posibilidad de tener materiales más precoces y de mayor sanidad en las CP que en los testigos utilizados.

La interacción simple de Tr x L resultó significativa en altura de mazorca y con alta significancia en mazorcas podridas y rendimiento. En CP x L existió la misma tendencia, lo cual señala la necesidad de seleccionar materiales para la hibridación, específicos para cada localidad, pero también la de recombinar líneas sobresalientes en ambas localidades, con la finalidad de lograr mayor adaptabilidad en el sintético a formar.

Cuadro 2. Cuadros medios de características agronómicas de cruzas de prueba a través de localidades. 1984b.

Fuentes de variación	g.l.	Días a flor	Altura mazorca	Acame total (%)	Mazorcas podridas (%)	Mala cob. (%)	Mazorcas x 100 plantas	Rendimiento ¹ mazorcas (ton/ha)
Localidades (L)	1	684.92**	14,868.01*	13,853.98*	3,407.84*	129.31	128.89	664.49**
Rep./Loc.	2	0.68	156.48*	453.98*	169.39	233.75*	11.93	0.05
Trat (Tr)	45	11.31**	241.43**	77.57	181.08*	115.83*	252.31*	2.51**
Cruzas (CP)	42	8.21**	257.18**	82.61	164.24**	116.26*	249.78	2.61**
Testigos (T)	2	32.25**	5.00	9.15	169.24	45.69*	286.59	1.16
CP vs T	1	99.78**	52.89	2.41	911.84**	238.19	290.09	0.05
Trat x Loc.	45	3.72	66.34*	129.10	132.00**	70.46	186.42	1.68**
CP x L	42	3.72	67.05**	116.19	135.53**	69.00	176.21	1.66**
T x L	2	5.09	73.58	392.94*	52.24	88.46	156.58	1.82*
CP vs T x L	1	0.72	22.31	143.77	143.30	95.66	675.30*	1.94
Error Exp.	90	4.17	36.20	119.23	69.03	73.39	141.70	0.54
CV (%)		0.44	2	10	8	11	3	3

1: al 15.5% de humedad

En T x L existió interacción en acame total y rendimiento, y en el contraste CP vs T x L sólo en mazorcas por 100 plantas; esto último indica que se mantuvo constante CP sobre T comunes, incluso para rendimiento. Los coeficientes de variación fueron bajos incluso para los datos en porcentaje.

En el Cuadro 3 se muestran las medias generales por localidad de tratamiento (Tr), CP y T; siendo el ambiente más productivo el de LM, aunque con mayor altura de mazorca, más acame total y mayor porcentaje de mazorcas podridas que en UG; las CP fueron más productivas que los testigos evaluados en LM, siendo lo contrario en UG. Por otro lado, las CP en los dos ambientes mostraron mayor precocidad, menor altura de mazorca y mazorcas podridas que los T, siendo, por lo tanto, de valor para explotación comercial.

Las medias de las características de los híbridos predichos, y el mejor testigo por localidad, se muestra en el Cuadro 4, además de la prepotencia del sintético con las líneas seleccionadas a través de ambientes. En UG los tres híbridos radiales predichos mostraron un rendimiento estadísticamente similar al mejor testigo, el híbrido HB-83 mostró menor precocidad y mayor altura de mazorca. La población ETO blanco presentó características indeseables como alta incidencia de mazorcas podridas y acame total, aunque elevado cuateo, pero menor rendimiento.

Los híbridos predichos para LM superaron en rendimiento y en otras características agronómicas, como menor altura de planta y mazorcas podridas al mejor testigo el AN-461. ETO blanco mostró un poco más de rendimiento que el AN-461 en LM, duplicando su rendimiento respecto a Ursulo Galván, lo que puede ser debido a lo reportado por el CIMMYT (1982) en cuanto a su adaptación subtropical, aunque presentó algunas características indeseables en general, como elevado acame y mazorcas podridas.

Cuadro 3. Medias generales de características agronómicas por localidad, de los tratamientos (Tr), cruza de prueba (CP) y testigos (T) por localidad de evaluación

Localidad	Genotipo	Días a flor σ^2	Altura mazorca (cm)	% Acame total	% Mazorcas podridas	% Mala cobertura	Mazorcas x 100 plantas	Rendimiento* mazorca (ton/ha)
	Tr	55	74	18	22	21	109	4.311
Ursulo Galván	CP	55	73	18	21	21	108	4.229
Veracruz	T	58	81	14	28	17	119	5.044
	Tr	59	93	37	31	19	112	7.927
Los Mochis	CP	59	92	32	20	19	111	8.069
Sinaloa	T	60	98	36	38	18	118	7.056

* 15.5% de humedad

Cuadro 4. Medias de características agronómicas de híbridos predichos por localidad, mejor testigo y ETO blanco por localidad y del Sintético a través de localidades.

Localidad y genotipo	Días a flor ♂	Altura mazorca (cm)	Acame total (%)	Mazorcas podridas (%)	Mala cob. (%)	Mazorcas x 100 plantas	Rendimiento ¹ mazorca (ton/ha)
Ursulo Galván, Veracruz							
ETO bco. (549 S2-70 X 549 S2-52)	54	87	10	18	22	114	5.572
ETO bco. (549 S2-50 X 549 S2-71)	53	66	12	14	15	117	5.412
ETO bco. (549 S2-50 X 549 S2-42)	54	67	7	16	13	118	5.206
HB-83 (T)	59	97	7	14	17	121	5.863
ETO bco.	55	81	23	28	7	136	4.181
DMS 0.05	4	13	5.5	1.2	3.7	24	1.211
Los Mochis, Sinaloa							
ETO bco. (549 S2-8 X 549 S2-55)	59	94	45	10	9	100	10.004
ETO bco. (549 S2-80 X 549 S2-36)	59	85	28	13	12	112	9.590
ETO bco. (549 S2-41 X 549 S2-7)	59	95	41	22	14	118	9.493
ETO bco. (549 S2-71 X 549 S2-36)	59	88	32	18	12	112	9.482
AN-461 (T)	60	135	29	68	11	159	8.354
ETO bco.	62	88	25	21	3	111	8.465
DMS 0.05	4	12	6.5	2.0	1.0	25	1.699
Medias de las cruzas con las líneas seleccionadas (Sintético)							
	57	82	27	25	20	109	6.149

¹: 15.5% de humedad

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye lo siguiente:

1. Los ambientes de evaluación, al ser diferentes, permitieron discriminar al material genético, observando que en cuanto a su capacidad rendidora y otras características agronómicas, existe variabilidad, lo que ofrece la opción de obtener híbridos de buen rendimiento, precoces y planta baja para explotarse comercialmente en cada una de las áreas en forma específica.
2. Para la localidad de Ursulo Galván, Ver., las líneas sobresalientes fueron: 549 S₂-70, 549 S₂-52, 549 S₂-71 y 549 S₂-42; para Los Mochis, Sin., fueron: 549 S₂-8, 549 S₂-55, 549 S₂-80, 549 S₂-36, 549 S₂-41, 549 S₂-7 y 549 S₂-71.
3. Se predijeron tres híbridos triples para la localidad de Ursulo Galván, Ver., que superan en características agronómicas al testigo HB-83 y a ETO blanco, y que son estadísticamente iguales al testigo. Para Los Mochis, Sin., los cuatro híbridos predichos superan tanto en rendimiento como en algunas características agronómicas al testigo AN-461 y ETO blanco.
4. Se predijo un sintético que será formado al recombinar el C₁ de selección por cruza de prueba a las mejores líneas de ambos ambientes.

BIBLIOGRAFIA

- Allard, R.W. 1960. Principles of plant breeding. EUA. John Wiley.
- CIMMYT. 1982. CIMMYT's maize program, an overview. Presentation Week.
- García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática Köppen. México. Instituto de Geografía UNAM.
- Herrera Z., G. 1980. Estudio de 32 nuevas líneas de maíz enano a través de cruza con SSE (232-1-1 x 255-1-1) en el Bajío. Tesis profesional. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Universidad Autónoma Agraria, Antonio Narro.
- Jugenheimer, R.W. 1981. Maíz. Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. México. Ed. Limusa.
- Paterniani E. y J.H. Lonnquist. 1963. Heterosis in interracial crosses of corn. Crop Sci. (3):504-507.

Reyes C., P. 1980. Diseño de experimentos aplicados. México, D.F. Ed. Trillas.

Richey, F.D. 1951. Corn Breeding. *Advances in genetics*. 3:159- 191.

Salinas G., F. 1987. Cruzas de prueba de líneas S₂ de la población Tropical Tuxpeño (F)C₁₇. I. Predicción de materiales para el Trópico. Tesis profesional. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Sarria, V.B. 1968. Heterosis, acción génica y correlaciones de 14 variedades de maíz en Colombia. Tesis M.C. Chapingo, México. Colegio Postgraduados.

Villena, W. 1971, CIMMYT's Regional Program. Proc. Inst. Maize workshop. El Batán, México.

Wellhausen, E.J. 1952. Heterosis in a new population. *Heterosis Iowa State Col. Press*. Ames.

_____. 1965. Exotic germplasm for improvement of corn belt maize. Proc. of the 20th Ann. Hyb. Corn Ind. Res. Conf.