

MEJORAMIENTO GENETICO DEL MAIZ
"LAGUNERO DE TRES MESES" (1)

Maximino Luna F. (2), Eustacio Zerpa F. (3), Rafael Ortega P. (2), Her_milo H. Angeles A. (4).

RESUMEN

En la Comarca Legunera, región perteneciente al "Trópico Seco" mexicano, se sometió a mejoramiento genético la variedad de maíz Lagunero de Tres Meses, criollo de esta región que se cosecha aproximadamente a los tres meses de su siembra.

De la variedad original se derivaron líneas S_1 que se evaluaron dos años en forma de mestizos, usando la variedad original como probador. Por su alta aptitud combinatoria general se seleccionaron 14 líneas con las que se formó un Sintético, en el cual se practicaron seis ciclos de selección masal estratificada. La regresión lineal del rendimiento ganado por ciclo, sobre los ciclos de selección, fue altamente significativa y marca una ganancia de 3.6% por ciclo. No se modificó la precocidad con la selección, ni la varianza fenotípica para rendimiento.

SUMMARY

A regional maize variety, Lagunero de Tres Meses, with an outstandingly short life cycle (90 days from planting to harvest), was subjected to a breeding process in its own habitat, la Laguna region, a part of the dryland Tropics of Mexico.

-
- (1) Proyecto que dió origen a la variedad mejorada de maíz, V-415.
 - (2) Investigadores del Programa de maíz del INIA.
 - (3) Jefe de Producción de semilla certificada de sorgo de la PRONASE en Celaya, Gto.
 - (4) Coordinador del Programa de maíz del INIA en la Zona Centro.

Fourteen S_1 lines, derived from that variety, were combined to form a synthetic composite, since these lines showed a high general combining ability during two years. Then the synthetic composite was subjected to modern mass selection for 6 consecutive cycles. Lineal regression of grain yield again at the number of cycles under mass selection showed a significant 3.6% gain per cycle, while earliness and phenotypic variance for grain yield remained unchanged.

INTRODUCCION

El Lagunero de Tres Meses (L3M) es una variedad de maíz de polinización libre, muy precoz, originaria de la Comarca Lagunera; cuyo mejoramiento se consideró conveniente, en virtud de que es el criollo más usado en esta región y además porque en evaluaciones efectuadas en el antiguo Campo Agrícola Experimental de "La Paz", y en el de Matamoros, Coah., ambos dentro de la Comarca, destacó por su precocidad, buenas características agronómicas y regular rendimiento de grano.

Primeramente, del L3M se derivaron líneas autofecundadas S_1 que se evaluaron por aptitud combinatoria general, en base a la cual se seleccionaron 14 de ellas. Mediante mezcla balanceada de semilla de las 14 líneas, en 1965 se formó el Sintético del Lagunero de Tres Meses (SL3M). La generación F_2 del sintético se obtuvo mediante polinización libre en 1966.

El L3M es un maíz adaptado a regiones calurosas y semiáridas, donde el agua para riego es factor limitante para el cultivo; por lo que el objetivo del presente trabajo fue mejorar el SL3M, mediante selección masal estratificada, para obtener un maíz mejorado precoz que sería de mucha utilidad para ahorrar agua de riego, y también para siembras retrasadas de verano.

Además, por tratarse de una variedad de polinización abierta, el agricultor, que en general en esta región es ejidatario o comunero, no tendría que comprar semilla cada vez que lo sembrara.

REVISION DE LITERATURA

Sprague (1955) se refiere a la derivación de líneas autofecundadas de maíz y a la formación de variedades sintéticas, indicando que el término variedad sintética se usa para designar a las generaciones avanzadas de un híbrido múltiple, aumentado mediante polinización libre.

Kinman y Sprague (1945) indican que la mezcla de semilla de 4 a 6 líneas forma el sintético más productivo; sin embargo, Ortíz (1961) encontró que estos se obtienen al mezclar de 8 a 12 líneas y menciona también que la F_1 de un sintético rinde más que las generaciones siguientes, las cuales entre sí rinden lo mismo.

La selección masal es un procedimiento mediante el cual se seleccionan individuos en base a su valor fenotípico; después éstos individuos se intercrucan libremente para dar origen a la población que será la base de la selección siguiente (Falconer, 1970). Para mejorar la eficiencia en la selección, Gardner (1961) introduce en la metodología dos elementos importantes para minimizar el efecto ambiental y sienta así las bases de la selección masal moderna o estratificada.

Con la selección masal estratificada se trata de explotar la acción génica aditiva (Falconer, 1970) y se espera que conforme aumentan los ciclos de selección disminuya la varianza fenotípica; sin embargo, Lonquist (1966) y Bonilla, (1971) encontraron que esa varianza no disminuyó en trabajos realizados por ellos.

En el Cuadro 1, donde pueden apreciarse los resultados que algunos investigadores han obtenido con la selección masal estratificada, destaca el hecho de que hay una proporción más alta de quienes han logrado ganancias en rendimiento.

Cuadro 1. Ganancias en rendimiento por ciclo de selección masal obtenidas por varios investigadores.

Autor (es)	Año	Ciclos de selección	Ganancia por ciclo %
Gardner	1961	4	5.0
Johnson	1963	3	11.0
Salazar y Pineda	1965	3	3.3
Salazar y Pineda	1965	3	8.0
Johnson	1965	5	3.8
Cisneros	1967	4	8.8
Cisneros	1967	1	21.5
Lonnquist	1967	5	6.3
Romero	1968	4	2.9
Hallauer y Sears	1969	6	0.0
Betancourt	1970	4	10.0
Calzada	1970	2	1.4
Gerón	1972	1	0.0

MATERIALES Y METODOS

La Comarca Lagunera, lugar donde se llevó a cabo el presente trabajo, está situada alrededor de los 24°45' Latitud Norte y 103°15' Longitud Oeste de Greenwich; altura sobre el nivel del mar de aproximadamente 1100 m, precipitación media anual de 240 mm, humedad relativa media de 48% evaporación media anual de 1173 mm, temperatura media de abril a octubre de 20°C a 29°C y de noviembre a marzo de 11°C a 20°C y período de heladas generalmente de noviembre a mediados de marzo*.

El mejoramiento genético del SL3M mediante selección masal estratificada se llevó a cabo desde 1966, en el Campo Agrícola Experimental de Matamoros, Coah., donde se efectuaron seis ciclos de selección, utilizando en términos generales la metodología señalada por Angeles (1961).

* Fuente: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Distrito de Riego # 17, Cd. Lerdo, Dgo.

Las siembras para selección se hicieron siempre en el ciclo de verano, el cual es el más importante para maíz en la Comarca Lagunera, en surcos de 0.76 m de ancho y plantas cada 25 cm. Se usaron las prácticas de cultivo convencionales con una fórmula de fertilización de 100-40-0, salvo en los lotes donde se obtuvieron los ciclos V y VI que se fertilizaron con la fórmula 120-60-0. En los seis ciclos se aplicó una presión de selección de 10%, después de haber eliminado visualmente plantas enfermas o defectuosas.

Las evaluaciones de los ciclos de selección masal se efectuaron desde 1969, (excepto en 1970), en terrenos del Campo Experimental de Matamoros, Coah. En general se usó la F_1 del ciclo de selección en la evaluación del año inmediato y la F_2 en los subsecuentes. Se utilizaron diseños de bloques al azar, con 30 repeticiones los dos primeros años y 20 repeticiones en los siguientes; incluyendo como variedades testigos el L3M original y el SL3M. En todas las pruebas la parcela útil fue de dos surcos de 10 m de longitud y 0.76 m de ancho, con una población aproximada de 50,000 plantas por hectárea. Las labores de cultivo y de fertilización usadas fueron las mismas que las indicadas para los lotes de selección.

Se tomaron datos de rendimiento y días a floración masculina en todas las parcelas, y en 10 plantas al azar de 10 repeticiones se midieron: Número de entrenudos del tallo principal; peso y volumen de granos de 10 mazorcas; número del entrenudo de inserción de la mazorca (inferior si había dos); longitud del entrenudo de la mazorca; longitud y anchura (en la parte más ancha) de la hoja de la mazorca; longitud del pedúnculo de la espiga, y de la espiga misma; número de ramificaciones primarias y secundarias de la espiga; longitud y diámetro de la parte media de la mazorca; diámetro de la parte media del olote; número de hileras de la mazorca; y color de las espigas, vainas, láminas de las hojas, estigmas y granos.

Los rendimientos de grano por hectárea, al 12% de humedad, se sometieron a análisis estadísticos cada año, usando la prueba de Duncan para comparar promedios.

El % promedio de ganancia en rendimiento debida a selección se sometió a análisis de regresión lineal usando los ciclos de selección como variable independiente. Finalmente se obtuvo la varianza fenotípica para rendimiento en las variedades evaluadas, para observar qué modificaciones tuvo con la selección.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de las evaluaciones de los ciclos de selección efectuadas de 1969 a 1974, en las cuales se aprecian diferencias en rendimiento entre años, así como entre compuestos, destacando de manera general los de los ciclos más avanzados.

El Sintético del Lagunero, el cual es la base de los ciclos de selección, muestra un rendimiento promedio superior en 6% al de la variedad original Lagunero de Tres Meses, incremento que es algo inferior al mencionado por la literatura para el caso de sintéticos de maíz.

En la Figura 1, se muestra la ganancia promedio por ciclo en porcentaje y la regresión lineal del rendimiento sobre los ciclos de selección; la cual es altamente significativa y muestra una ganancia por ciclo de 3.634%, lo que significa que la selección tuvo éxito y que el último ciclo se puede multiplicar y distribuir como una variedad más rendidora que la original.

En el Cuadro 2, se pueden comparar las características de planta del VICSM SL3M, con los del Sintético y los de el Lagunero de Tres Meses. En general se observa que se mantienen constantes los días a floración; esto es, que no obstante que se ganó en rendimiento, no se perdió en precocidad; lo que es muy importante para la Comarca Lagunera por lo limitado del agua para riego. Tampoco se modificó el número de ramificaciones de la espiga ni el diámetro de la mazorca, en cambio en el resto de características medidas se observa un aumento en magnitud por efecto de la selección; lo que cabía de esperar sobre todo en características que son componentes del rendimiento, tales como longitud y número de hileras de la mazorca, así como las que aumentan eficiencia, como el área foliar. La resistencia al acame y a enfermedades fue excelente en todas

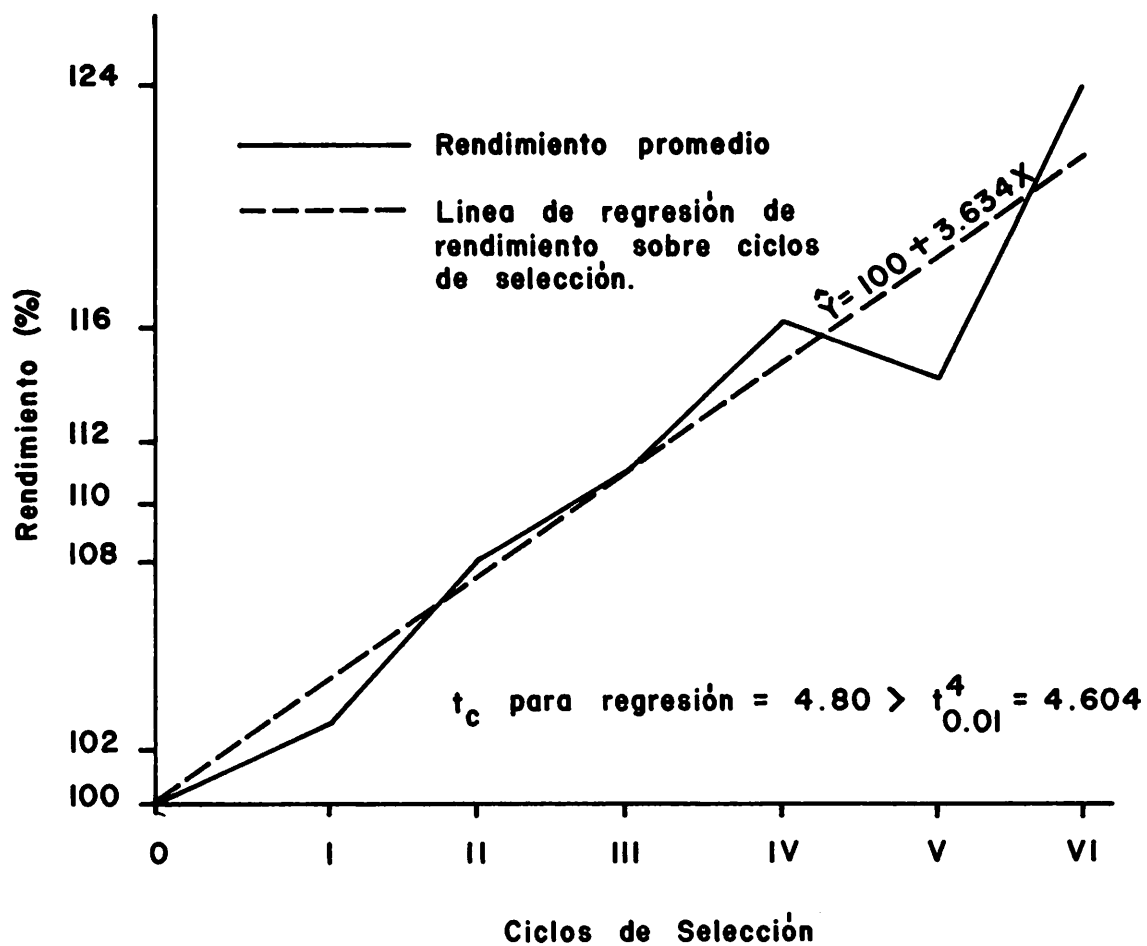


Fig. 1 Respuesta del Sintético del Lagunero de Tres Meses a seis ciclos de selección masal estratificada, y regresión lineal del rendimiento relativo promedio sobre los ciclos de selección.

CUADRO 1. Rendimiento y porcentaje relativo sobre el sintético lagunero de tres meses, de los seis ciclos de selección masal estratificada y de la variedad criolla original.

Variedad	1969		1971		1972		1973		1974		X %
	Kg/ha	%	Kg/ha	%	Kg/ha	%	Kg/ha	%	Kg/ha	%	
L3M			1998 c	92.1	3599	94.8	4685abc	106.0	5429 d	82.9	94.0
SL3M	3055 b	100.0	2170 b	100.0	3797	100.0	4421 c	100.0	6547 c	100.0	100.0
ICSMSL3M	3220a	108.0	2214 b	102.0	4034ab	106.2	4180 c	99.9			102.7
IICSMSL3M			2416a	111.3	4093ab	107.8	4638abc	104.9			108.0
IIICSML3M			2484a	114.5	4238a	111.6	4754abc	107.5			111.2
IVCSMSL3M					4323a	113.9	5119a	115.8	7707ab	119.1	116.3
VCSMSL3M							4961ab	112.2	7454 b	113.9	113.1
VICSMSL3M									8137a	124.3	124.3
C.V. %	11.1		11.2		12.3		13.3		9.1		

ICSMSL3M; IICSMSL3M, etc. primero, segundo, etc. ciclo de selección masal del sintético del Lagunero de Tres Meses.

Rendimientos marcados con la misma letra son iguales según Duncan 0.05

CUADRO 2. Características de planta de los maíces L3M, su sintético y el VISCMSL3M, tomadas en Matamoros, Coah. bajo condiciones de cultivo tradicionales.

Característica	L3M	SL3M	VICMSL3M
Días de floración masculina	50	50	50
Altura de planta (cm)	226	230	258
Altura de mazorca (cm)	102	113	125
No. entrenudos tallo principal	12.1	13.2	14.2
Inserción de la mazorca ⁽¹⁾	7.3	7.4	8.2
Long. entrenudo de la mazorca (cm)	15.0	15.5	17.8
Long. lámina hoja de la mazorca (cm)	86.0	84.0	92.1
Ancho lámina hoja de la mazorca (cm)	8.0	9.8	10.5
Long. espiga (sin pedúnculo (cm)	35.2	33.8	37.0
Ramificaciones primarias de la espiga	25.2	25.5	23.5
Ramificaciones secundarias de la espiga	4.0	3.9	4.0
Longitud de la mazorca (cm)	14.7	14.7	15.6
Diámetro de la mazorca (cm)	4.8	4.7	4.9
No. hileras de la mazorca	14.2	14.5	15.1
% plantas cuateras	2.1	2.7	2.5
Diámetro de olote (cm)	2.3	2.8	2.8
Color vainas de las hojas	V y M	V y M	V y M
Color láminas de las hojas	V 0	V 0	V 0
Color espigas	V y M	V y M	V y M
Color estigmas	V y M	V y M	V y M
Color mazorca	B con A y M	B con A y M	B con A y M

(1) Entrenudo en el que á insertado, contando de abajo hacia arriba
V = verde; M = morado. 0 = oscuro; b = grano blanco; a = grano amarillo; m = grano morado.

CUADRO 3. Varianzas fenotípicas para rendimiento en varios años de prueba, del Lagunero de Tres Meses, de su sintético y de los ciclos de selección masal.

Variedad	Varianza fenotípica			
	1971	1972	1973	1974
L3M	0.30	0.56	1.78	0.98
TL3M	0.43	0.43	1.37	0.98
ICSMSL3M	1.40	0.63	1.45	
IICSMSL3M	0.53	0.95	0.96	
IIICSMSL3M	0.37	0.89	0.61	
IVCSMSL3M		1.52	2.97	1.52
VCSMSL3M			1.09	2.06
VICSMSL3M				0.87

las variedades, en las cuales no se observan diferencias en las características de coloración.

En el Cuadro 3, se presentan las varianzas fenotípicas estimadas de 1971 a 1974 en los ciclos de selección, en el Sintético y en el Lagunero de Tres Meses. En términos generales puede decirse que la varianza no ha disminuido con la selección al igual que los resultados presentados por Lonquist (1966) y Bonilla (1971), lo cual significa que teóricamente debe ganarse en rendimiento si se somete a selección el VICSM SL3M.

CONCLUSIONES

1. El Sintético del Lagunero de Tres Meses rinde 6% más que el Lagunero original.
2. El VICMSL3M rinde estadísticamente más que el SL3M, siendo la ganancia promedio por ciclo de 3.634% respecto al SL3M.
3. En general las características del VICMSL3M son superiores en magnitud del L3M, y algunas también con relación a las del SL3M; sin embargo, la precocidad y la resistencia al acame no varía.
4. La siembra del VICMSL3M será muy útil para ahorrar agua de riego y en siembras retrasadas en la Comarca Lagunera.
5. La varianza fenotípica para rendimiento no varió con la selección.

BIBLIOGRAFIA

- Angeles A., H.H. 1961. Comentarios sobre la selección masal en el pasado y sus posibilidades en los programas actuales de mejoramiento de maíz. 7a. Reunión Centroamericana. P.C.C.M.M. Tegucigalpa, Honduras: 18-21.
- Betancourt V., A. 1970. Selección masal moderna e hibridación de una variedad de maíz de riego en la región de Pabellón, Ags. Tesis Profesional. E.N.A. Chapingo, México.

- Bonilla L., N. 1971. Modificaciones de varianza fenotípica de rendimiento y cinco caracteres agronómicos de seis ciclos de selección masal en una variedad de maíz bajo diferentes niveles de nitrógeno y densidad. Tesis M.C. C.P. E.N.A., Chapingo, México.
- Calzada M., J.J. 1970. Selección masal moderna para rendimiento en la variedad mejorada de maíz Celaya II. Tesis Profesional E.N.A. Chapingo, México.
- Castillo S., F y R. Ortega P. 1972. Informe de investigación agrícola primavera-verano 1971. Programa de Maíz y Sorgo - Comarca Lagunera. CIANE-INIA-SAG.
- Cisneros, J., J. 1967. La selección masal en maíz. 13a. Reunión Centroamericana. P.C.C.M.A. San José, Costa Rica: 39-41.
- Falconer, D.S. 1970. Introducción a la genética cuantitativa. Ed. en español. Cía. Ed. Continental, S.A. México.
- Gardner, C.O. 1961. An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. Crop Sci. 1:241-245.
- Gerón, X., F. 1972. Comparación de la selección masal y de la selección familiar para rendimiento en dos variedades de maíz. Tesis M.C. C.P. E.N.A. Chapingo, México.
- Hallauer, R.A. and J.H. Sears. (1969) Mass selection for yield in two varieties of maize. Crop Sci. 9:47-50.
- Johnson, C.E. 1963. Efecto de la selección masal sobre el rendimiento de una variedad tropical de maíz. 19a. Reunión Centroamericana P.C.C.M.M. San Salvador, El Salvador: 56-57.
- Johnson, C.E. 1965. Selección masal en las poblaciones de maíz. 11a Reunión Centroamericana P.C.C.M.C.A. Panamá, Panamá 27-29.
- Kinman, M.L. and G.F. Sprague 1945. Relation between number of parental lines and theoretical performance of synthetic varieties of corn. Jour. Amer. Soc. Agron. 27: 341-451.

- Lonnquist, J.H., A. Cota and C.O. Gardner. 1966. Effect of mass selection and thermal neutron irradiation on genetic variances in a variety of corn (Zea mays L.) Crop. Sci. 6:330-332.
- Lonnquist, J.H. 1967. Mass selection for prolificacy in maize. Zuchter/Genet. Breed. Res. Vol. 37, Nr. 4.
- Luna F., M. 1969, 1972-1974. Informes de investigación agrícola Primavera-Verano. Programa de Maíz y Sorgo. Comarca Lagunera. CIANE-INIA-SAG.
- Ortíz, C., J. 1961. Determinación del número óptimo de líneas seleccionadas en la formación de variedades sintéticas. Tesis Profesional. E.N.A. Chapingo, México.
- Romero, F., J. y H.I. López. 1968. Mejoramiento de Honduras compuesto precoz mediante selección masal. 14a. Reunión Centroamericana. P.C.C.M.C.A. Tegucigalpa, Honduras.
- Salazar, A. y L. Pineda. 1965. Selección masal en dos poblaciones de maíz de Nicaragua. 11a. Reunión Centroamericana P.C.C.M.C.A. Panamá, Panamá. 30-31.
- Sprague, F.G. 1955. Mejoramiento del maíz. Traducción al español del capítulo V del libro: Corn and Corn Improvement, hecha por A. Salazar B. y A. Carballo Q. 1960. Publicación del P.C.C.M.C.A.