

COMPORTAMIENTO DE 2 LINEAS PROLIFICAS DE MAIZ (*Zea mays*, L.)*

Gustavo A. Burciaga Vera¹
Ma. Cristina Vega Sánchez²
José G. Rodríguez Valdés³
Jesús Arreola García⁴

RESUMEN

Una de las alternativas mediante la cual es factible incrementar los rendimientos por unidad de superficie, es el mejoramiento genético y, dentro de éste, la formación de ideotipos, lo que implica detectar, seleccionar y acumular características morfológicas deseables en una planta, para que ésta exprese al máximo su potencial genético. En el Instituto Mexicano del Maíz de la UAAAN, se cuenta con líneas que, además de presentar divergencia genética, muestran características deseables, como prolificidad y alta lisina en el grano, que se consideran parte de un ideotipo; por consiguiente, aptas para la formación de híbridos capaces de soportar altas densidades de siembra y, por ende, incrementar los rendimientos. En base a lo anterior, se desarrolló el presente trabajo, con los objetivos de evaluar el comportamiento de 2 líneas prolíficas y de alto contenido de lisina, a través de sus cruzas con probadores (líneas y cruzas simples), también prolíficos representativos del Bajío y Trópico Seco mexicano, realizando las evaluaciones en 3 localidades de interés.

Las cruzas de prueba fueron evaluadas en 3 localidades: Celaya (Bajío); Torreón (Bajío-Trópico Seco) y Durango (Bajío-Valles Altos), y se obtuvieron rendimientos medios de: 15.068; 10.154 y 8.955 toneladas por hectárea, respectivamente. El análisis de varianza combinado mostró diferencias

¹ Tesista

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

estadísticas entre las localidades para todas las características medidas; los tratamientos tuvieron diferencias altamente significativas en todos los caracteres; los cuadrados medios para líneas y líneas por probador, presentaron diferencias altamente significativas para rendimiento y otras características, no así para probadores.

Las correlaciones fenotípicas entre rendimiento y otras características, mostraron valores altamente significativos y positivos, como mazorcas por 100 plantas (0.57) y altura de mazorca (0.46), y significativos para altura de planta (0.33). Mazorcas por 100 plantas correlacionó de forma positiva y con alta significancia, con altura de mazorca (0.66) y con acame de tallo (0.76); con altura de planta (0.32) fue significativo, y negativo para mala cobertura (-0.37).

INTRODUCCION

El maíz es uno de los cultivos básicos de mayor interés para la alimentación a nivel mundial. En nuestro país, este grano reviste gran importancia en la dieta alimenticia de todos sus habitantes. Debido al aumento en la tasa de crecimiento de la población, año con año la producción de maíz es insuficiente para satisfacer su gran demanda, por lo que el Gobierno de México se ha visto en la necesidad de importar grandes cantidades de este cereal.

Las técnicas para incrementar el rendimiento se pueden clasificar en la mejora de las prácticas culturales y el mejoramiento de las variedades a sembrarse en diferentes ambientes; o sea, elevar la capacidad rendidora para aprovechar el agro-ecosistema.

Entre las filosofías del mejoramiento de plantas se tiene la de ideotipos, que ha sido aplicada en el Instituto Mexicano del Maíz de la UAAAN, y ha logrado éxitos tales como los híbridos AN-360, AN-461 y Tehuano H-6, entre otros, con características ideotipo para zonas específicas de explotación.

Un carácter que debe conjuntar un ideotipo es el de prolificidad, dada la naturaleza del maíz se pueden lograr genocultivares mejorados con alto porcentaje de cuateo en pocas generaciones, lo que permite una mayor plasticidad y amortiguamiento genético-ambiental, y puede explotarse en altas densidades de población bajo óptimas condiciones, cuando los factores ambientales son favorables durante toda la estación de crecimiento.

Con el propósito de explotar el carácter cuateo o prolificidad en híbridos de maíz, se implementó el presente trabajo con los siguientes objetivos:

1. Evaluar el comportamiento de líneas seleccionadas por su alto contenido de lisina, y que mostraron prolificidad a través de probadores prolíficos de los programas de Bajío y Trópico Seco.
2. Identificar las combinaciones más prometedoras para su posible explotación en regiones representativas, tanto del Bajío como del Trópico Seco.

REVISION DE LITERATURA

Sorrells *et al.* (1979) estudiaron en maíz el tipo de herencia del carácter prolificidad, en un ensayo de cruza dialélicas, donde se involucró a 6 líneas seleccionadas y 6 no seleccionadas. Al evaluar éstas sus F_1 's y F_2 's, a densidades de 17 200 y 34 000 durante 2 años, encontraron que los efectos de aptitud combinatoria fueron significativos para prolificidad e índice de prolificidad. Al evaluar las líneas seleccionadas, sus F_1 's y F_2 's, y sus retrocruzas, encontraron efectos genéticos aditivos altamente significativos para número de mazorca e índice de prolificidad, y efectos de dominancia significativos para el índice de prolificidad.

Hallauer (1974) con el propósito de estimar la heredabilidad relativa del carácter prolificidad y cómo afecta la densidad de población a la herencia de dicho carácter, evaluó diferentes poblaciones de maíz (progenitores, F_1 's, F_2 's, RC_1 y RC_2) bajo 3 densidades de población, en 4 ambientes. Observó que las estimaciones de heredabilidad diferían entre las poblaciones dentro de una densidad de plantas y entre las densidades de planta dentro de las mismas poblaciones; basado en este estudio y otros previos, concluye que la herencia para prolificidad es compleja, condicionada grandemente por genes recesivos y depende altamente, tanto de los genotipos en estudio, como de los ambientes donde se evalúan, pues se ha observado que el carácter prolificidad es poligénico, y su distribución fenotípica es discontinua, presentando una clasificación fenotípica en clases discretas de 0, 1, 2 y 3 mazorcas por planta.

Lonnquist (1967) reporta que en 5 ciclos de selección masal, basado en el carácter prolificidad, se obtuvieron ganancias de 6.28% en la variedad Hays Golden; esto es una comparación favorable con la ganancia de 2.80%

reportada por Gardner (1961) para las primeras generaciones en la misma variedad, utilizando selección masal en base a peso de grano por planta. Le eficiencia aparente de la selección por prolificidad, al incrementar la productividad, no es debida a la intensidad de selección aplicada, ya que la selección masal por peso de planta fue sujeta a una presión de selección de 10%, y para prolificidad fue cerca de 50%. Este último tipo de selección resultó ser mucho más simple de conducir, y está menos sujeto a la variación ambiental. La heredabilidad del carácter rendimiento por planta en maíz es relativamente bajo y la heredabilidad para el número de mazorcas es mayor que para rendimiento.

De acuerdo con Falconer (1960) el uso de un carácter secundario de alta heredabilidad y altamente correlacionado con un carácter primario, puede conducir a una selección indirecta que permita manejar a las poblaciones con menor error y esfuerzo; así, Lonnquist (1967) concluye que la prolificidad (carácter secundario), es más fácil de medir que el rendimiento (carácter primario).

Duvick (1974) utilizando el método continuo de retrocruzas, incrementó el carácter de prolificidad en la línea C 103 de maíz. Las 9 líneas obtenidas por este método fueron probadas a través de combinaciones híbridas bajo 3 densidades de población, en donde éstas fueron más prolíficas y rendidoras que la línea original a bajas densidades; sin embargo, fueron más precoces, presentaron mucho menos jorrimo y mucho mayor rendimiento que la línea original en altas densidades. Estos resultados van de acuerdo con la hipótesis de que el germoplasma prolífico tiende a reducir el jorrimo en altas densidades (Prior y Russell, 1975; Bunting, 1973); también Duvick (1974) demostró que las retrocruzas continuas pueden utilizarse para transferir rápidamente caracteres cuantitativos como es el de prolificidad, y concluye que un alto grado de acame presentado en híbridos prolíficos, es una medida de los altos niveles de densidad de población, o bien, donde no hubo jorrimo pudo deberse a la competencia de metabolitos entre tallo y mazorca, presentándose mayor estrés en los tallos de plantas prolíficas; por lo tanto, los genes para prolificidad pueden estar ligados con genes para susceptibilidad al acame.

Buren *et al.* (1974) probaron híbridos de maíz a una densidad de 98 800 pta/ha, para determinar la influencia de varias características morfológicas y fisiológicas sobre el jorrimo. Los análisis de regresión múltiple y la correlación, indicaron que los genotipos tolerantes a altas densidades de po-

blación deben estar caracterizados por un intervalo corto entre floración masculina y femenina, prolificidad, un rápido crecimiento tanto de la primera como de la segunda mazorca, tamaño reducido de espiga y ser eficientes en la producción del grano por unidad de área. Concluyen que las características, antes mencionadas, deberán ser incluidas en la formación de un ideotipo tolerante a altas densidades de población.

Wolley *et al.* (1962) y El-Lakany y Russell (1971) mencionan que los genotipos clasificados como tolerantes a altas densidades, poseen un menor intervalo entre dehiscencia de anteras y receptividad de estigmas, que los genotipos no tolerantes.

Arancivia (1983), al evaluar híbridos de maíz bajo 2 densidades de población (50 000 y 80 000 pta/ha) encontró para la densidad alta un mayor efecto en la correlación de floración masculina y femenina, y prolificidad con rendimiento.

Oyervides (1986) al evaluar genotipos emparentados, prolíficos vs no prolíficos denominados líneas cuasi-isogénicas sembradas a 40 000, 80 000 y 120 000 pta/ha, encontró que para incrementar el rendimiento económico mediante el carácter prolificidad, éste deberá ser mayor al 25% bajo óptimas condiciones ambientales y de manejo.

Motto y Moll (1983) señalan que el rendimiento de grano en maíz puede incrementarse a través de cambios en varias características morfológicas y fisiológicas, tal como el número de mazorcas por planta, que ha recibido considerable atención por su posible relación con alta capacidad de rendimiento. Por otro lado, la prolificidad es reconocida como un relevante componente del rendimiento, el cual afecta la estabilidad sobre un amplio rango de condiciones ambientales. Este carácter puede ser utilizado como una herramienta en el mejoramiento para obtener híbridos superiores con prolificidad.

MATERIALES Y METODOS

Para este trabajo se evaluaron las líneas Tuxpeño 137-5-2 y Tuxpeño 139-1-2 prolíficas y de alto contenido de lisina, a través de cruces de prueba con los 8 probadores que a continuación se enlistan:

(Trop. 148 x SCS ₅ -7)-4-5	(Trop. 148 x SCS ₅ -7)-13-2
(Trop. 148 x SCS ₅ -7)-4-6	SSE-232-22-2-3-5
(Trop. 148 x SCS ₅ -7)-17-1	353-173-5-1
(Trop. 148 x SCS ₅ -7)-17-4	AN ₂ x AN ₁

Como testigos se utilizaron 17 cruzas experimentales y 6 híbridos comerciales.

Áreas de Evaluación

El establecimiento del experimento se realizó en el ciclo primavera-verano del año de 1984, en 3 localidades: Celaya, Gto., Orizaba, Dgo. y Torreón, Coah. Las unidades experimentales se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características de las unidades experimentales.

Características	Celaya	Durango	Torreón
Diseño experimental		bloques al azar	
Fecha de siembra	3-V-84	29-IV-84	1-V-84
No. de tratamientos	39	39	39
No. de repeticiones	2	2	2
No. de surcos/parcela	2	2	2
Longitud de surcos (m)	4.40	4.40	4.40
Distancia entre surcos (m)	0.75	0.75	0.75
Matas por surco ¹	21	21	21
Distancia entre matas	22	22	22
Plantas por mata	sembrar 2 aclamar 1	sembrar 2 aclamar 1	sembrar 2 aclamar 1
Plantas/parcela útil	6.930	6.930	6.930
Matas por bordo	2	2	2
Fertilización	120-80-00	140-70-00	140-80-00

¹ Lo que correspondió a una densidad teórica de población de 60 600 plantas por hectárea.

Trabajo de Campo

En la preparación del terreno, se realizaron las operaciones comunes como es el barbecho, el rastreo y el surcado, dando mayor importancia a la uniformidad de terreno.

Caracteres Medidos

Durante el desarrollo de los experimentos fueron medidos: días a floración masculina y femenina, altura de planta y mazorca, acame de raíz y tallo, mazorcas podridas, mala cobertura, uniformidad de mazorca, número de mazorcas por 100 plantas (prolificidad) y rendimiento en mazorca.

Posteriormente, bajo el diseño de bloques al azar, a cada una de las características se le practicó un análisis de varianza combinado, bajo el siguiente modelo lineal estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j(k) + \gamma_k + \alpha\gamma_{ik} + \epsilon_{ijk}$$

Para probar la eficiencia en conducción del experimento se calculó el coeficiente de variación (CV)

Con el propósito de conocer cómo interaccionan el rendimiento y número de mazorcas por 100 plantas con otras características, se obtuvieron las correlaciones respectivas.

RESULTADOS

Los cuadrados medios y sus significancias para rendimiento y otras características agronómicas de los materiales evaluados en 3 localidades, se presentan en el Cuadro 2.

Con el propósito de conocer los efectos de los diferentes componentes en dicho análisis, la fuente de variación tratamientos se dividió en cruzas, testigos y la comparación entre ellos; cruzas se subdividió en líneas, probadores y las interacciones de las diferentes fuentes con localidades.

Se observa que para la fuente de variación localidades, la mayoría de las características presentaron alta significancia ($P < .01$) y sólo 3 de ellas presentaron significancia ($P < .05$).

Para la fuente de variación tratamientos, se observaron diferencias estadísticas a la probabilidad de 1% para todas las características en estudio.

En la división cruzas, se encontraron diferencias altamente significativas para todas las variables, a excepción de mazorcas podridas, donde no se encontró significancia.

Cuadro 2. Cuadrados medios de rendimiento y otras características agronómicas de 16 cruzaş en comparación con 23 testigos, evaluados en Celaya, Durango y Torreón, 1984.

Fuentes de variación	g.l. ¹	g.l.	Cuadrados medios				Acame de raíz (°/o) ²
			Días a flor masculina	Días a flor femenina	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	
Localidades (Loc.)	1	2	10371.692**	10355.391**	35243.400*	24162.235*	26356.624**
Rep./Loc.	2	3	4.680*	2.391	1835.179**	1811.547**	308.756
Tratamientos (Trat.)	38	38	16.828**	23.090**	875.968**	933.761**	343.792**
Cruzas (C)	15	15	13.650**	14.666**	387.665**	688.672**	283.451**
Líneas (L)	1	1	85.563**	92.641**	45.375	4916.344**	1997.116**
Probadores (P)	7	7	12.357**	13.623**	606.089**	558.213**	187.591
L x P	7	7	4.670**	4.569*	218.137**	172.320	134.502
Testigo	22	22	19.760**	28.711**	1102.105**	713.601**	360.550**
Cruzas x Testigos	1	1	0.007	25.799**	3225.510**	9753.558**	880.220**
Trat. x Loc.	38	76	5.548**	11.273**	183.731**	115.722	213.247**
C. x Loc.	15	30	3.217**	4.266**	77.474**	95.672	207.947*
L. x Loc.	1	2	0.249	0.140	66.969*	339.594	792.858**
P. x Loc.	7	14	5.312**	7.194**	53.433**	66.320	157.596
L x P x Loc.	7	14	1.545	2.926	103.016**	90.177	174.739
Test. x Loc.	22	44	6.869**	16.555**	261.542**	124.370	209.781**
Test. vs C x Loc.	1	2	10.762**	0.158	65.392*	226.214	368.977
Error Experimental	76	114	1.114	1.852	18.158	120.012	122.579
C.V. (%)			1	2	2	9	54

1 grados de libertad para los análisis de varianza del carácter días a flor masculina y femenina.

2 datos transformados por Arc Sen $\sqrt{X/10}$

3 Al 15.5°/o de humedad.

* * * significativo al nivel de probabilidad de 0.05 y 0.01, respectivamente.

Cuadro 2.continuación

Fuentes de variación	g.l. ¹	g.l.	Acame de tallo (‰)²	Cuadrados medios Mazorcas podridas (‰)²	Mala cobertura (‰)²	Mazorcas/ 100 plantas	Rendimiento mazorcas (ton/ha)³
Localidades (Loc.)	1	2	4065,256**	5079,975**	3289,314*	22571,979**	758,391**
Rep./Loc.	2	3	89,808	90,452**	212,845**	256,192	6,993*
Tratamientos (Trat.)	38	38	254,000**	110,714**	275,040**	2336,026**	5,347**
Cruzas (C)	15	15	381,716**	30,102	218,851**	2677,338**	7,812**
Líneas(L)	1	1	993,455**	12,542	850,708**	4173,844**	15,611**
Probadores (P)	7	7	578,214**	31,216	270,439**	2769,356**	3,338
L x P	7	7	97,828*	31,496	76,999	2371,534**	11,173**
Testigo	22	22	69,524	107,580**	325,583**	868,929**	3,899*
Cruzas x Testigos	1	1	2396,724**	1388,837**	5,931	29492,475**	0,245
Trat. x Loc.	38	76	91,335**	58,840**	59,459*	511,707	3,228*
C. x Loc.	15	30	95,959**	24,852**	61,361	480,186	2,769
L. x Loc;	1	2	246,805**	21,457	4,251	624,500	6,418
P. x Loc.	7	14	163,835**	23,143	61,961	531,744	2,732
L. x P x Loc.	7	14	6,533	27,045	68,029*	408,012	2,285
Test. x Loc.	22	44	52,497	66,317**	60,051	337,686	2,869
Test. vs C x Loc.	1	2	967,768**	400,783**	297,184**	4812,977**	18,111**
Error Experimental	76	114	43,165	20,533	40,848	407,438	2,256
C.V. (‰)			43	25	28	15	14
3289,314*	5,347**	59,459*	1	1			

Para líneas, la mayoría de las características fueron altamente significativas, con excepción de altura de planta y mazorcas podridas, donde la significancia fue menor del 5% ($p < .05$). Para probadores, sólo en 3 características no hubo significancia, y el resto de ellas presentaron valores de alta significancia. La interacción L x P, mostró diferencias de alta significancia, solamente en días a flor masculina, altura de planta, mazorcas por 100 plantas y rendimiento, y con significancia días a flor femenina y acame de tallo.

La interacción tratamientos por localidades, mostró alta significancia para días a floración, acame, altura de planta y mazorcas podridas, y diferencias significativas para mala cobertura y rendimiento.

La interacción cruza por localidad, sólo mostró diferencias en días a flor, altura de planta, acame de tallo y mazorcas podridas, y en menor grado acame de raíz.

Para la interacción líneas por localidad, en la mayoría de las características no se encontraron diferencias estadísticas, a excepción de altura de planta y acame. Para probadores por localidad, solamente presentaron alta significancia días a flor (macho y hembra), altura de planta y acame de tallo. La doble interacción L x P x Loc., mostró alta significancia para altura de planta, y significancia para mala cobertura.

Los comportamientos medios de las características estudiadas a través de los 3 ambientes, se presentan en el Cuadro 3.

En base a la Diferencia Mínima Significativa 1.717 ton/ha para rendimiento de mazorca, sólo se presentaron 3 grupos estadísticamente diferentes; en el primero intervinieron 10 tratamientos con rendimiento de 11.562 a 13.256 ton/ha, encontrándose en este grupo 5 testigos (2 híbridos comerciales y 3 experimentales), y el resto del grupo fueron cruza de prueba.

En cuanto a mazorcas por 100 plantas, se observó que todos los materiales de este primer grupo presentaron un alto número de mazorcas por 100 plantas (117 a 188) con una media de 152.

En el segundo grupo, el rendimiento ofreció valores de 9.810 a 11.532 ton/ha, y quedaron comprendidos 25 tratamientos, todos ellos con prolificidad de 114 a 159 mazorcas por 100 plantas, y una media de 132.

El tercer grupo estuvo integrado solamente por 4 tratamientos, con rendimientos de 9.054 a 9.781 ton/ha y con 98 a 139 mazorcas por 100 plantas, con media de 118.

En el Cuadro 4, se presenta la prepotencia de las líneas prolíficas Tuxpeño 137-5-2 y Tuxpeño 139-1-2, al igual que sus diferencias mínimas significativas; se observa que el comportamiento de las líneas fue diferente, a excepción de los caracteres mazorcas podridas y altura de planta.

Las correlaciones fenotípicas, y su nivel de significancia para rendimiento y número de mazorcas por 100 plantas con las características evaluadas, se presentan en el Cuadro 5. Se encontró que rendimiento correlacionó positiva y significativamente con mazorcas por 100 plantas, en tanto que altura de planta y mazorca sólo mostraron significancia. Mazorcas por 100 plantas correlacionó con alta significancia y valores positivos con altura de mazorca y acame de tallo, y en forma significativa con altura de planta. Con mala cobertura presentó un valor negativo y significativo.

DISCUSION

Las diferencias encontradas para la fuente localidades (Cuadro 2) se explican fundamentalmente por lo contrastante de los ambientes de evaluación. Para tratamientos y sus diferentes divisiones, las diferencias detectadas muestran que el comportamiento de los materiales en estudio ofrecen opciones para su selección, dado que existe variabilidad entre los genotipos, la cual se refleja a través de las características medidas; sin embargo, dado el comportamiento de algunas cruza a través de las localidades, se considera que es posible obtener híbridos triples y dobles que respondan satisfactoriamente a los diferentes ambientes.

En cuanto a mazorcas por 100 plantas, la significancia encontrada en tratamientos se debió a sus componentes: cruza, testigos y su contraste; la subdivisión de cruza indica que las diferencias encontradas se debieron tanto a líneas como a probadores y a su interacción, lo que permite la posibilidad de disponer de genotipos superiores en dicho carácter, y que influya favorablemente en el rendimiento de grano. Tratamientos por localidad para la misma característica, al no manifestar significancia, indica que el comportamiento a través de las localidades fue similar; no se manifestaron efectos genético-ambientales en las divisiones de dicha fuente, a excepción de T vs C x Loc.

Cuadro 3. Medias de producción y otras características agronómicas de 16 cruza de prueba en comparación con 23 testigos, evaluados a 60 600 plantas por hectárea en 2 repeticiones. Celaya, Durango y Torreón, 1984.

Genealogía	Días a flor		Altura cm	Acame o/o		Mazorcas podridas o/o	Maia cobertura o/o	Uniformidad mazorca (1.5)	Mazorcas x 100 plantas	Rendimiento mazorca ton/ha ²
	♂	♀		Plta. Maz.	Raíz Tallo					
H-303	(T) 79	79	259	144	23	3	32	2	131	13,256
(Trop. 148 x SCSs-7)-4-5 x Tuxp. 137-5-2	80	81	256	146	10	18	7	2	188	13,041
(Trop. 148 x SCSs-7)-17-4 x Tuxp. 137-5-2	77	78	243	150	13	26	6	2	175	13,038
(AN2 x AN1) x Tuxp. 137-5-2	76	77	242	144	8	8	14	3	141	12,151
AN441	(T) 74	75	231	111	21	5	14	2	117	12,118
(255-18-19 x 53-36-37-1) x (Trop. 148 x SCSs-7)-4-6-1	(T) 79	81	242	126	19	5	25	3	144	11,880
(Trop. 148 x SCSs-7)-4-6-1 x Tuxp. 137-5-2	81	82	239	143	24	17	7	2	178	11,869
Tuxp. 139-1-2 x (Trop. 148 x SCSs-7)-13-2	75	76	237	127	18	21	26	2	164	11,751
(255-18-19 x 53-36-37-1) x (Trop. 148 x SCSs-7)-4-2-1	(T) 79	80	239	129	14	6	17	2	146	11,709
(255-18-19 x 53-36-37-1-1) x (Trop. 148 x SCSs-7)-4-2-1 (T)	79	80	250	134	21	13	11	2	136	11,562
Tuxp. 139-1-2 x 353-173-5-1	77	78	240	123	13	4	22	3	153	11,532
Tuxp. 139-1-2 x (Trop. 148 x SCSs-7)-17-1	74	76	246	140	35	13	13	2	157	11,492
(Trop. 148 x SCSs-7)-17-1 x V524-212-2	(T) 77	78	222	125	10	5	21	2	143	11,400
(255-18-19 x 53-36-37-17-1) x (Trop. 148 x SCSs-7)-16-1 (T)	76	78	278	119	29	4	20	3	138	11,387
(Trop. 148 x SCSs-7)-17-1 x Tuxp. 137-5-2	79	80	240	151	13	28	12	2	159	11,361
(Trop. 148 x SCSs-7)-17-1 x (Trop. 86 x SSE-76)Fs-23N	(T) 78	80	242	128	22	3	15	2	117	11,213
(255-18-19 x 53-36-37-17-1) x (Trop. 148 x SCSs-7)-17-4-1	(T) 75	76	233	119	33	8	3	2	138	11,162
AN462	(T) 78	79	256	138	10	4	10	2	123	11,145
(255-18-19 x 53-36-37-1) x (Trop. 148 x SCSs-7)-4-6-1	(T) 76	77	243	124	13	10	16	3	122	11,142
(255-18-19 x 53-36-37-17-1) x (Trop. 148 x SCSs-7)-4-6-1 (T)	77	78	237	124	7	6	15	2	137	11,114
(Trop. 148 x SCSs-7)-17-1 x 255-18-19	(T) 75	77	209	110	18	5	9	2	122	11,108
AN430R	(T) 76	77	160	121	10	4	24	2	132	11,079
Tuxp. 137-5-2 x 232-22-23-5-1	76	78	239	139	23	12	4	2	135	10,074
(255-18-19 x 53-36-37-17-1) x (Trop. 148 x SCSs-7)-17-1-1 (T)	76	77	240	127	40	8	9	2	128	11,022
AN444	(T) 75	76	224	118	16	8	3	3	116	10,952

Genealogía	Días a flor		Altura cm		Acame %	Mazorcas podridas	Mala cobertura %	Uniformidad mazorca (1-5)	Mazorcas x 100 plantas	Rendimiento mazorca ton/ha ²
	♂	♀	Pta.	Maz.						
Tuxp. 139-1-2 x (Trop. 148 x SCS5-7)-17-4	74	76	230	128	28	14	6	16	144	10,880
AN-434	(T)	73	74	201	93	5	9	17	114	10,830
(Trop. 148 x SCS5-7)-13-2 x Tuxp. 137-5-2	76	77	240	146	13	14	11	13	158	10,784
(Trop. 85 x SSE-76)F3-21N x 353-238-2-1	(T)	78	80	235	122	2	1	30	119	10,746
Tuxp. 139-1-2 x 232-22-23-5	75	76	236	124	28	1	7	18	135	10,715
(255-18-19 x 53-36-37-17-1-1) x (Trop. 148 x SCS5-7)-17-4-1(T)	75	77	237	128	20	8	14	10	122	10,622
(Trop. 148 x SCS5-7)-17-1 x 353-238-2-1	(T)	77	78	213	115	5	9	32	136	10,381
Tuxp. 139-1-2 x (AN2 x AN1)	76	76	237	127	28	6	11	29	110	10,277
Tuxp. 139-1-1 x (Trop. 148 x SCS5-7)-4-5	77	78	255	133	33	13	7	15	142	9,944
(Trop. 148 x SCS5-7)-1-7-1 x Comp. A-80	(T)	76	78	233	130	3	11	19	132	9,810
(Trop. 148 x SCS5-7)-1-7-1 x V524-177-2-1	(T)	78	79	228	123	16	9	5	121	9,781
(Trop. 85 x SSE-76)F3-21N x V524-86-1-1	(T)	84	85	212	106	6	1	28	98	9,416
(Tuxp. 139-1-2) x (Trop. 148 x SCS5-7)-4-6	77	78	232	122	24	10	5	16	139	9,343
353-173-5-1 x Tuxp. 137-5-2	78	79	225	122	7	2	10	33	118	9,054
Media	76	78	235	127	20	15	10	23	136	11,392
DMS (0.05)	1,478	1,905	4,871	12,523	12,656	7,511	5,180	7,306	23,075	1,717

1 valores medios de dos localidades 2 Mazorca al 15,5% de humedad

Cuadro 4. Prepotencia de las líneas evaluadas en cruces de prueba a través de 3 ambientes.

Línea	Días a flor		Altura (cm)		Acame (%)	Maz. pod. (%)	Mala cobertura (%)	Mazorcas por 100 plantas	Rend. mazorca (ton/ha) al 15,5% de humedad
	♂	♀	Pta.	Maz.					
Línea 1	77 a	79 a	204 a	142 a	18 a	22 a	16 a	19 a	156 a
Línea 2	75 b	76 b	239 a	128 b	27 b	16 b	15 a	25 b	143 b
Media	76	78	240	135	23	19	16	22	150
DMS (.05)	0.5	0.7	2	4	4	3	2	3	8

Cuadro 5. Correlaciones fenotípicas y nivel de significancia para rendimiento y número de mazorcas por 100 plantas con diferentes características agronómicas.

	Mazorcas x 100 plantas	Días a flor		Alta. (cm)	Plta. Maz.	Raíz	Acame (%)	Tallo	Mazorcas podridas (%)	Mala cobertura (%)
		♂	♀							
Rendimiento	0.57**	-0.04	-0.01	0.33*	0.46*	0.08	0.23	0.30	-0.23	
Mazorcas x 100 plantas	1.00	0.12	0.12	0.32*	0.66**	0.13	0.67**	-0.26	-0.37*	

*, **; significativo al nivel de probabilidad de 0.05 y 0.01, respectivamente.

Los comportamientos medios de mazorcas por 100 plantas y rendimiento (Cuadro 3), señalan que de los 3 grupos, estadísticamente diferentes en base a la diferencia mínima significativa de rendimiento, el número de mazorcas por 100 plantas influyó sobre el carácter rendimiento, de una manera más marcada en el primer grupo donde se presentó mayor prolificidad. En el segundo grupo, aunque también hubo valores altos de mazorcas por 100 plantas, no se vio reflejado en el rendimiento. En el tercer lugar se presentaron los valores más bajos en cuanto a mazorcas por 100 plantas y rendimiento; esto confirma lo expuesto por diversos investigadores (Falconer, 1960; Lonnquist, 1967), quienes han encontrado que el carácter prolificidad, determinado como secundario, presenta una correlación positiva con rendimiento (carácter primario), lo que permite que dicho carácter sea tomado en cuenta para la selección de genotipos en el inicio de un programa de mejoramiento, para lograr mayor efectividad.

Las diferencias encontradas en las prepotencias de las líneas (Cuadro 4) para mazorcas por 100 plantas, muestran que, aunque estadísticamente son diferentes, no es muy grande la diferencia numérica entre ellas; sin embargo, en base a su comportamiento agronómico, la línea Tuxpeño 137-5-2 resultó ser superior.

Las correlaciones fenotípicas (Cuadro 5) muestran que a mayor número de mazorcas mayor rendimiento y que a mayor rendimiento mayor altura de mazorca; la correlación de éste se reduce con altura de planta. Por tener correlación negativa, prolificidad con mala cobertura, se deben cruzar las líneas prolíficas con materiales que posean características de mazorca larga, con lo que se tendrán cruza con buena cobertura y mazorca grande.

En cuanto a la correlación entre mazorcas por 100 plantas con altura de mazorca, indica que a mayor prolificidad se observará más altura de mazorca, y no igual para altura de planta, presentando el mismo caso con acame de tallo, lo que apoya a lo reportado por Duvick (1974), quien señala que los genes para prolificidad pueden estar ligados con susceptibilidad al acame.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

1. El comportamiento de las líneas Tuxp. 139-1-2 y Tuxp. 137-5-2 en cruza de prueba, fue estadísticamente diferente a través de las lo-

calidades de evaluación, sobresaliendo Tuxp. 137-5-2 en su comportamiento agronómico, principalmente en rendimiento y prolificidad.

2. Se detectaron cruzamientos sobresalientes entre la línea Tuxpeño 137-5-2 x las líneas 4-5 y 17-4 de Tuxp. 148 x SCS₅-7 y con AN₂ x AN₁, que fueron superadas en rendimiento solamente por el híbrido H-303 (testigo), pero con mayor número de mazorcas por 100 plantas, y menor porcentaje de mazorcas podridas y mala cobertura. En cruza con (Trop. 148 x SCS₅-7)-4-6-1 ocupó el séptimo lugar en rendimiento, con 178 mazorcas por 100 plantas, y con características agronómicas muy favorables. La línea Tuxp. 139-1-2, en cruza con (Tuxp. 148 x SCS₅-7)-13-2, mostró un comportamiento similar.

RECOMENDACIONES

- a. Debido al rango encontrado en número de mazorcas por 100 plantas en las diferentes cruzas, se sugiere que sean evaluados en densidades de población mayores a 60 000 plantas por hectárea, para continuar explorando el potencial de dicho carácter.
- b. Dado el comportamiento de la cruza (AN₂ x AN₁) x Tuxp. 137-5-2, se recomienda continuar evaluándola para su posible explotación, a la vez que se formen híbridos dobles entre las cruzas AN₂ x AN₁ y la línea Tuxp. 137-5-2 en cruza con las líneas 4-5 y 17-4 de (Trop. 148 x SCS₅-7), ya que éstas fueron superiores en los 3 ambientes de evaluación, y se sometan a una densidad al menos de 60 000 plantas por hectárea.

BIBLIOGRAFIA

- Arancivia G., J.G. 1983. Comportamiento de 25 cruzas simples de maíz para resistencia al acame en el mejoramiento del híbrido AN-439. Tesis profesional. Buenavista, Saltillo, Coah., México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Bunting, F.S. 1973. Plant density and yield of grain maize in England. J. Agric. Sci. Camps. 81:453-455.
- Buren, L.L.; J.J. Mock and I.C. Anderson. 1974. Morphological and physiological traits in maize associated with tolerance to high plant density. Crop Sci. 14:126-128.

- Duvick, D.N. 1974. Continuous backcrossing to transfer prolificacy to single-eared inbred line of maize. *Crop Sci.* 14:69-71.
- El-Lakany, M.A. and W.A. Russell. 1971. Relationships of maize character with yield in test crosses of inbreds at different plant densities. *Crop Sci.* 11:698-701.
- Falconer, D.S. 1960. *Introducción a la genética cuantitativa*. 6a. ed. México, D.F. Ed. CECSA.
- Gardner, C.O. 1961. An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. *Crop Sci.* 1(4): 241-245.
- Hallauer, A.R. 1974. Heritability of prolificacy in maize. *Jours. Hered.* 65: 163-168.
- Lonquist, J.H. 1967. Mass selection for prolificacy in maize. *Der. Zuchter.* 37:185-187.
- Motto, M. and R.H. Moll. 1983. Prolificacy in maize. A review *Maydica.* 28:53-76.
- Oyervides G., A. 1986. Estudio de la importancia económica de 3 caracteres morfológicos de maíz: I. Efecto del número de mazorcas por plantas sobre el rendimiento económico. II. Efecto del tamaño de espiga sobre rendimiento económico. III. Efecto de la posición de las hojas sobre el rendimiento económico. Tesis M.C. Chapingo, México. Colegio de Postgraduados.
- Prior, C.L. and W.A. Russell. 1975. Yield performance of non-prolific and prolific maize hybrids at six plant densities. *Crop Sci.* 15:482-486.
- Sorrells, M.E.; J.M. Lonquist and R.E. Harris. 1979. Inheritance of prolificacy in maize. *Crop Sci.* 19:301-306.
- Wolley, D.G.; N.P. Baracco and W.A. Russell. 1962. Performance of four inbreds in single-cross hybrids as influence by plant density and spacing patterns. *Crop Sci.* 2:441-444.