

CRUZAS DE PRUEBA DE LINEAS S₃ DE MAIZ DE ALTA LISINA EN DOS PROBADORES CONTRASTADOS

M^a del Carmen González V.¹
M^a Cristina Vega Sánchez²
Carlos J. Garay López³
Humberto de León Castillo⁴

RESUMEN

Con el propósito de generar híbridos y/o variedades de maíz de alta calidad nutritiva y alto potencial de rendimiento, se evaluaron líneas S₃ derivadas de criollos de diferentes razas, seleccionadas por su alto contenido de lisina en el endospermo a través del método microbiológico MCG-99, basado en el crecimiento miceliar del hongo mutante *Schizophyllum commune* M-99, en función del aminoácido presente en la muestra de endospermo individual de grano cristalino.

Quince líneas fueron cruzadas con 2 probadores: una línea de buena ACG, alto potencial de rendimiento y porte enano, y otra de porte normal y alto contenido de lisina en endospermo.

Las cruzas se evaluaron agronómicamente durante 1984 y 1985, en un diseño de bloques al azar modificado, donde se obtuvo simultáneamente la generación F₂ de cada cruza, para analizar contenido de lisina y fenotipo de grano.

El análisis estadístico mostró alta significancia en tratamientos y en su partición líneas/probador para todas las características agronómicas bajo estudio, lo que indica la variabilidad presente en las líneas y, por lo tanto, la posibilidad de seleccionar entre las cruzas de prueba.

1 Tesista

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

El contenido de lisina en granos cristalinos y modificados, varió de 0.9 a 3.0 en base a la escala (0-5) de calificación, donde 5 ofrece máximo contenido.

En base a los resultados se predijeron híbridos triples y dobles, de alto rendimiento y calidad nutritiva.

INTRODUCCION

En México, como en la mayoría de los países subdesarrollados, los cereales tienen gran importancia en la alimentación básica, y el maíz es uno de los de mayor consumo, pero presenta una gran deficiencia en cuanto a calidad proteínica. A partir del descubrimiento de genes modificadores del contenido de lisina en el endospermo de este cereal, por Mertz *et al.* (1964), la obtención de materiales con alto potencial de rendimiento, además de otras características agronómicas deseables e incorporar genes mutantes para incrementar su calidad nutritiva, ha sido una de las principales metas para muchos mejoradores, para lo cual es importante contar con métodos de laboratorio económicos y eficientes, para la evaluación de la calidad proteínica de grano, que sirven de apoyo a los programas de mejoramiento genético.

En el Instituto Mexicano del Maíz, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, se inició un programa de mejoramiento para calidad proteínica en maíz, en el que se utilizó el método microbiológico MCG-99 desarrollado en el propio instituto, y que se basa en el crecimiento del hongo mutante para lisina *Schizophyllum commune* M-99, en función de dicho aminoácido presente en la muestra para la selección de materiales de alta calidad.

A partir de genotipos sobresalientes en características agronómicas y en valor nutricional, se desarrolló el presente trabajo con los siguientes objetivos:

1. Evaluar el comportamiento a través de 2 probadores contrastados de 15 líneas derivadas de criollos de diferentes razas, seleccionadas por sus características agronómicas y calidad nutritiva.
2. Seleccionar los materiales más sobresalientes en cuanto a lisina y rendimiento, para predecir híbridos de buen comportamiento agronómico, alto rendimiento y mayor contenido de lisina.

REVISION DE LITERATURA

La reducida calidad nutritiva de las proteínas y el contenido relativamente bajo de éstas en los cereales, es el resultado de un desbalance de aminoácidos, donde el primer limitante es la lisina, y en el caso del maíz la deficiencia proteínica del endospermo es tanto en lisina como en triptófano (Villegas, 1972).

Se ha demostrado que el mutante harinoso-2, afecta la producción de las proteínas en el endospermo del maíz con un modelo de aminoácidos alterado, donde la concentración de lisina es alta, aproximadamente igual a la de Opaco-2 (Nelson, *et.al.*, 1965), ya que este último cuenta con un patrón de aminoácidos diferente, y con un 69% más de lisina que las semillas normales, debido a los cambios en la síntesis de proteínas con un mayor contenido de aminoácidos básicos en la fracción ácido soluble del endospermo mutante, que hace que se reduzca la zeína a glutelina (Mertz *et.al.*, 1964).

Sin embargo, estos maíces no han ganado amplia aceptación por los agricultores debido a problemas asociados a este carácter, y una solución podría ser el uso de genes modificadores que cambian el fenotipo del endospermo por una apariencia más normal (Wessell y Lambert, 1982), así como la dureza y el peso hectolítrico del grano, ya que éstos están asociados a una mayor resistencia al ataque del picudo en el grano de maíz, por lo que se deduce que el mejoramiento de su dureza y el peso hectolítrico es necesario, a fin de eliminar cualquier incremento en la susceptibilidad (Betanzos, 1980), y así mantener los rendimientos por superficie para que resulte práctico al agricultor producir materiales con alto contenido de proteína.

Aguirre *et al.* (1953) y Tello *et al.* (1965), entre otros, reportan un rango considerable en contenido de lisina en grano completo entre razas y tipos de maíz, siendo una alternativa para mejorar la calidad proteínica, la selección de materiales de endospermo normal y altos niveles de lisina.

Zuber y Helm (1977), al determinar si el contenido de lisina del maíz normal no mutante podría incrementarse mediante selección recurrente, encontraron que el contenido de lisina se incrementó de un ciclo a otro, y concluyen que se especula sobre una base genética lógica acerca de dicho incremento, e indican que muchos genes podrían estar implicados en la síntesis de lisina, o que varios genes mayores, más algunos modificadores, podrían estar involucrados en ello.

Choe *et.al.* (1976), al trabajar con familias de alta y baja lisina respectivamente, y realizando cruces de prueba con 2 líneas de Opaco-2, encontraron que el nivel de aminoácido en las familias se transmitió a las F₁'s y a los tipos normal y opacos de las F₂'s. Concluyen que están involucrados 2 sistemas genéticos en la síntesis de lisina: uno asociado con el gen Opaco-2 *per se*, y el otro operando en forma independiente del Opaco-2; por lo tanto, estos 2 sistemas genéticos parecen complementarse de una manera aditiva.

MATERIALES Y METODOS

El material genético utilizado, consistió en 15 líneas S₃ derivadas de las razas: Celaya, Tuxpeño, Harinoso de Ocho, Pepitilla y Cónico Norteño, en cruza con 2 probadores contrastantes, la línea Tuxpeño 139-1-2 con aceptable ni-

vel de lisina, en endospermo de grano de aspecto normal, de porte de planta normal y prolífica, y SSE-255-MHS-18-19, línea con bajo nivel de lisina en el endospermo, de grano de aspecto normal con buena aptitud combinatoria general y de porte enano con adaptación en el Bajío Mexicano. Se utilizaron como testigos 3 cruzas experimentales (AN₂ x AN₁) x Tuxpeño-137-5-2, Tuxpeño 139-1-2 x SSE-232-22-23-5 y Tuxpeño 139-1-2 x (AN₂ x AN₁).

La evaluación se llevó a cabo en las localidades de Torreón, Coah., durante 1984, y en los campos experimentales de la UAAAN en Saltillo, Coah., y Celaya, Gto., durante 1985.

El diseño utilizado fue el de bloques al azar modificado con 2 repeticiones, donde la parcela experimental consistió en un surco de 4.5 m de longitud, y las plantas fueron sembradas a una distancia de 0.22 m (21 plantas por surco) con una distancia entre surcos de 0.75 metros.

Se tomaron datos en campo durante el desarrollo del cultivo, de las siguientes características agronómicas: días a floración masculina y femenina, altura de planta y mazorca, porcentaje de acame de raíz y de mala cobertura, prolificidad y rendimiento en mazorca.

La cosecha se llevó a cabo en todas las plantas del surco, eliminando plantas orilleras. El rendimiento se determinó en toneladas de mazorca por hectárea, y fue ajustado al 15.5% de humedad.

Los datos manejados en porcentaje fueron transformados por arco seno. El rendimiento, debido a fallas presentes dentro de las parcelas, se ajustó por covarianza. Se realizó un análisis de varianza combinado para rendimiento y el resto de las características evaluadas, y a la vez se calculó su coeficiente de variación y diferencia mínima significativa.

En laboratorio se analizaron las líneas progenitoras, probadoras y compuestos balanceados de semilla de la F₂'s obtenidas de cada crusa, y se clasificaron de acuerdo a su grado de opacidad. Para el análisis de lisina de cada semilla se tomó una fracción del endospermo (0.12 g), la cual fue colocada en tubos de ensaye; posteriormente se inoculó con micelios del hongo *Schizophyllum commune* M-99, y se incubó la muestra a 28° ± 2°C durante 10-12 días (Vega, 1984).

Bajo este procedimiento fue analizada semilla de maíz que contenía el gen Opaco-2 (Nepoprec) y normal (Harinoso de ocho), que sirvieron como testigos para comparar el contenido de lisina presente en las muestras.

Concluido el tiempo de incubación, se calificó el crecimiento micelial sobre la muestra, en base a la escala visual (0-5) establecida con los testigos, en la que cero corresponde a la muestra donde no se observa crecimiento micelial (Harinoso de ocho) y 5 la que presenta mayor crecimiento (Nepoprec).

Se correlacionó la media de rendimiento de las cruzas de prueba con la media de contenido de lisina, con la finalidad de seleccionar las más rindidoras y que a la vez presentaran mayor nivel de lisina.

RESULTADOS Y DISCUSION

El Cuadro 1 muestra los cuadrados medios del análisis de varianza combinado de las 3 localidades, para rendimiento y otras características agronómicas. La fuente de variación localidades, presenta diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), tanto en rendimiento como en casi todas las características; sólo se observa significancia en número de mazorcas por 100 plantas. En estos resultados se refleja el efecto ambiental, ya que las condiciones ecológicas de las localidades de evaluación son diferentes.

En la fuente de variación repeticiones dentro de localidades, se encontró alta significancia para: días a floración, altura de mazorca, acame de raíz, porcentaje de mala cobertura y rendimiento, y significancia para altura de planta y número de mazorcas por 100 plantas; esto indica que dentro de cada localidad el efecto de repeticiones fue diferente, debido, posiblemente, a que en los sitios donde fueron establecidos los experimentos no existía homogeneidad en el terreno.

Tratamientos mostró alta significancia en todas las características bajo estudio. La partición de la fuente de variación tratamientos en forma general, indica que para días a floración las diferencias encontradas se debieron a todos sus contrastes. En altura de planta se debió a los efectos de probadores y al contraste entre ellos, y para altura de mazorca, además de estos, al efecto de testigos.

En porcentaje de acame de raíz, no se encontró diferencias en testigos y probadores vs. testigos, y en porcentaje de mala cobertura no se presentaron diferencias en testigos. Para mazorcas por 100 plantas, las diferencias se debieron a las líneas dentro de los probadores y, en menor grado, a testigos. En cuanto a rendimiento, únicamente testigos no mostró diferencias.

Estos resultados manifiestan la variabilidad que existe en las cruzas de prueba, y ello permite un mayor margen para efectuar selección entre los materiales evaluados.

La interacción tratamientos por localidad fue mayor para días a flor, porcentaje de mala cobertura y rendimiento, en donde se encontró alta significancia y, en menor grado, para altura de mazorca que mostró sólo diferencia significativa ($P < 0.05$), lo que indica que los materiales presentaron comportamiento diferente a través de las localidades para estas características, no así para el resto de ellas.

Cuadro 1. Cuadrados medios y su significancia para cada una de las características agronómicas de las cruza de prueba evaluadas en 3 localidades. 1984-1985

Fuentes de variación	g.l.	Cuadrados Medios									
		Días a floración		Altura (cm)		Acame		Mala cobertura		Mazorcas/ Rendimiento mazorca (ton/ha)	
		♂	♀	planta	mazorca	raíz (%)	(%)	plantas	100		
Localidades	2	8,083.537**	8,179.381**	91,117.795**	43,616.584**	1,105.081**	48.423	84.318*	197.456**		
Rep./Loc.	3	10.068**	7.401**	958.427*	598.640**	479.985**	138.643**	897.943*	81.722**		
Tratamientos	31	23.628**	23.822**	1,067.279**	1,001.414**	346.361**	272.120**	727.766**	11.509**		
//Prob. 1	13	20.887**	22.158**	1,259.172**	887.455**	420.860**	207.759**	784.150**	11.456**		
//Prob. 2	14	18.044**	17.124**	993.019**	905.043**	239.606**	264.666**	673.183**	10.638**		
Prob. 1 vs. Prob. 2	1	57.302**	69.449**	2,354.800**	2,654.701**	1,686.754**	1,856.730**	667.860**	41.332**		
Testigos	2	43.556**	35.389**	228.500	2,077.167**	111.722	24.990	900.667*	4.777		
Prob. vs. Test.	1	63.882**	70.476**	2.340	27.277	1.340	122.818**	473.044	10.357*		
Trat. x Loc.	62	5.074**	4.359**	275.469	163.976*	114.360	144.074**	346.345	3.870**		
//Prob. 1 x Loc.	26	3.964*	4.032**	225.367	184.266*	126.389	117.387**	421.249	2.046		
//Prob. 2 x Loc.	28	5.021**	4.314**	273.705	155.576	112.601	100.749**	205.252	4.100**		
Prob. 1 vs. Prob 2 x Loc.	2	17.808**	13.166**	1,258.550*	316.062	109.900	460.703**	1,098.211*	19.795**		
Test. x Loc.	4	8.556**	4.472*	65.00	62.667	19.970	37.872	119.333	7.765**		
Prob. vs. Test. x Loc.	2	0.554	0.192	398.345	68.336	175.842	993.324**	1,050.045*	0.651		
Error experimental	93	2.154	1.701	284.427	104.393	93.942	15.690	261.405	1.986		
C.V. (%)		2	2	7	7	40	13	15	13		

*, ** Significativo al nivel de probabilidad de 5% y 1%, respectivamente
1 Al 15.5% de humedad

Cuadro 2. Medias de rendimiento y otras características agronómicas y calificación para lisina de las cruzas de prueba evaluadas en 3 localidades. 1984-1985

Genealogía	Días a flor		Pta.	Altura cm	Acame raíz %	Mala cobertura %	Mazorcas x 100 plantas	Lisina escale (0-5)	Rendimiento mazorca ton/ha*
	♂	♀							
Pepitilla 2-1-1 x Tuxpeño 139-1-2	75	76	274	160	24	19	117	1.15	12.884
Harinoso de 8 54-1-1 x Tuxpeño 139-1-2	73	74	254	165	39	35	130	1.10	12.277
Pepitilla 2-2-1 x Tuxpeño 139-1-2	76	77	274	155	46	26	102	1.64	12.173
Tuxpeño 131-2-1 x Tuxpeño 139-1-2	73	74	247	155	17	20	132	1.57	10.317
Celaya 308-2-1 x Tuxpeño 139-1-2	77	79	260	153	15	17	96	1.63	9.987
Tuxpeño 156-1-2 x Tuxpeño 139-1-2	74	75	256	139	19	20	102		9.946
Tuxpeño 131-3-1 x Tuxpeño 139-1-2	73	75	241	137	11	35	112	0.79	9.867
Celaya 239-1-3 x Tuxpeño 139-1-2	74	76	253	150	24	39	96	1.42	9.865
Celaya 22-1-1 x Tuxpeño 139-1-2	75	76	263	153	9	41	104	1.76	9.838
Celaya 238-1-1 x Tuxpeño 139-1-2	73	75	254	140	7	31	107	1.12	9.663
Pepitilla 16-1-1 x Tuxpeño 139-1-2	71	72	246	139	22	42	99	1.33	9.070
Tuxpeño 145-3-3 x Tuxpeño 139-1-2	74	76	238	133	11	25	101	1.21	8.872
Tuxpeño 113-1-1 x Tuxpeño 139-1-2	70	71	222	125	24	24	102	1.74	8.796
Celaya 227-1-1 x Tuxpeño 139-1-2	73	75	243	130	9	17	108	1.79	8.384
Media	74	75	252	145	19	28	108	1.39	10.718
Tuxpeño 131-3-1 x SSE-255-MHS-18-19	75	76	249	142	3	24	100		12.458
Pepitilla 2-2-1 x SSE-255-MHS-18-19	77	80	252	143	38	15	96	2.29	12.456
Tuxpeño 131-2-1 x SSE-255-MHS-18-19	73	75	236	136	13	14	123		12.376
Cónico Noroño 2-4-2 x SSE-225-MHS-18-19	74	75	258	165	6	22	113	2.34	12.099
Celaya 238-1-11 x SSE-255-MHS-18-19	72	74	227	124	5	21	103	1.55	11.931
Pepitilla 1-2-1 x SSE-255-MHS-18-19	76	78	259	147	13	3	110	1.91	11.813
Tuxpeño 156-1-2 x SSE-255-MHS-18-19	76	76	256	140	8	9	101	1.09	11.729

Pepitilla 16-1-1 x SSE-255-MHS-18-19	76	77	231	129	15	45	124	1.38	11.498
Celaya 22-1-1 x SSE-255-MHS-18-19	74	77	253	141	8	19	101	2.00	11.085
Cónico Norteño 2-4-1 x SSE-255-MHS-18-19	78	79	260	166	7	18	107	2.45	11.063
Tuxpeño 145-3-3 x SSE-255-MHS-18-19	74	76	244	132	10	19	104		10.764
Celaya 238-1-2 x SSE-255-MHS-18-19	73	75	227	120	5	23	99	2.15	10.300
Celaya 238-1-3 x SSE-255-MHS-18-19	75	77	226	136	6	24	104	1.46	10.092
Celaya 227-1-1 x SSE-255-MHS-18-19	75	77	237	120	2	8	90	1.93	9.447
Tuxpeño 113-1-1 x SSE-255-MHS-18-19	72	73	233	123	4	13	85		7.599
Media	75	76	243	136	9	20	104	1.87	11.114
(AN ₂ x AN ₁) x Tuxpeño 137-5-2 (T)	75	76	254	163	9	22	124		12.277
Tuxpeño 139-1-2 x (AN ₂ x AN ₁) (T)	71	72	245	138	6	37	107		11.541
Tuxpeño 139-1-2 x SSE-232-22-23-5 (T)	71	72	237	126	20	30	103		10.506
Media	72	73	245	142	11	30	111		11.442
Media general	74	75	247	141	14	23	106	1.63	10.718
D.M.S. (0.05)		2.	1	19	12	4	19		1.616

* Al 15.5% de humedad

Los coeficientes de variación se consideran aceptables, lo que indica que los ensayos se condujeron adecuadamente dentro de los límites establecidos; por lo tanto, los resultados son confiables. Las características manejadas en porcentaje, al sufrir transformación, mostraron coeficientes de variación altos.

En el Cuadro 2 se presentan las medias de rendimiento y otras características agronómicas, así como la calificación que para lisina se obtuvo en las cruzas de prueba comunes en las 3 localidades de evaluación, y que se presentan agrupadas en base al probador utilizado.

En general, se observa que los rendimientos de mazorca fueron mayores, aun cuando fue menor el número de mazorcas por 100 plantas, en las cruzas en las que participó como probador la línea SSE-255-MHS-18-19 que es una línea con muy buena aptitud combinatoria. Las alturas de planta y mazorca fueron menores, así como el acame de raíz y la mala cobertura de mazorca. En cuanto a lisina, la media fue superior también en las cruzas con dicho probador.

Con ambos probadores sobresalieron las líneas Pepitilla 2-2-1 y Celaya 22-1-1, cuyas características agronómicas son aceptables, a excepción de la mala cobertura de Celaya 22-1-1 con Tuxpeño 139-1-2.

Cabe hacer notar que la calificación para lisina no siguió la tendencia reportada por diversos investigadores, en donde se ha marcado una correlación negativa entre lisina y rendimiento, y se observó que hubo cruzamientos en los que tanto la lisina como el rendimiento fueron altos.

En el Cuadro 3 se muestra la calificación para lisina en endospermo, en base a la escala (0-5) en probadores y algunas de las líneas participantes en la evaluación, así como los rendimientos en grano de dichas cruzas. Se observa que tanto lisina como rendimiento fueron superiores en las cruzas con el probador SSE-255-MHS-18-19, lo que pudo deberse a la heterosis entre el probador que presenta buena aptitud combinatoria, y al contenido de lisina de las líneas correspondientes.

Es importante observar que las cruzas con el probador de mayor calificación de lisina Tuxpeño 139-1-2, en la mayoría de los casos presentaron valores inferiores a los respectivos progenitores; esto pudo deberse a que las cruzas se realizaron en ambos sentidos haciendo mezcla de semilla para la evaluación, y pudieron enmascarse posibles efectos maternos para el contenido de lisina en el endospermo de grano de aspecto normal.

Las correlaciones entre rendimiento y contenido de lisina para cada una de las localidades, y en forma general para los 3 ambientes, se muestra en el

Cuadro 3. Calificación para lisina (escala 0-5) en probadores, algunas líneas y sus cruzas, y rendimiento de grano en las cruzas.

Genealogía	Lisina escala (0-5)	Rendimiento grano ton/ha*
Tuxpeño 139-1-2 (P ₁)	2.00	
SSE-255-MHS-18-19 (P ₂)	0.88	
Pepitilla 2-2-1	1.40	
Pepitilla 2-2-1 x P ₁	1.64	8.521
Pepitilla 2-2-1 x P ₂	2.29	8.719
Pepitilla 16-1-1	1.83	
Pepitilla 16-1-1 x P ₁	1.33	6.349
Pepitilla 16-1-1 x P ₂	1.38	8.049
Celaya 239-1-3	2.12	
Celaya 239-1-3 x P ₁	1.42	6.906
Celaya 239-1-3 x P ₂	1.46	7.064
Celaya 22-1-1	1.80	
Celaya 22-1-1 x P ₁	1.76	6.887
Celaya 22-1-1 x P ₂	2.00	7.760
Celaya 238-1-1	1.88	
Celaya 238-1-1 x P ₁	1.12	6.764
Celaya 238-1-1 x P ₂	1.55	8.352
Celaya 227-1-1	1.87	
Celaya 227-1-1 x P ₁	1.79	5.869
Celaya 227-1-1 x P ₂	1.93	6.613

* Al 15.5% de humedad

Cuadro 4. En Torreón, se observa un coeficiente negativo con diferencias no significativas; en Celaya se muestra una correlación significativa y positiva, de lo que se deduce que a mayor rendimiento mayor contenido de lisina. En Saltillo, se encontró una correlación positiva, pero no significativa; lo mismo se observa en el coeficiente de correlación del promedio de los 3 ambientes, lo que muestra que existe posibilidad de obtener materiales con alto rendimiento y buena calidad proteínica.

En base al mejor comportamiento agronómico y contenido de lisina de las cruzas evaluadas, se predijeron 5 híbridos triples y uno doble (Cuadro 5), y se observa que la media para lisina se espera sea superior a la de las cruzas simples.

Cuadro 4. Correlaciones y su significancia para lisina y rendimiento en los materiales evaluados a través de 3 ambientes.

	<u>Rendimiento</u>			Media de rendimiento
	Torreón	Celaya	Satillo	
Lisina (0-5)	-0.156	0.414*	0.318	0.016

* Significativo al 5% de probabilidad.

Cuadro 5. Medias de rendimiento en mazorca y lisina en endospermo de híbridos predichos.

Genealogía	<u>Rendimiento</u>	
	Mazorca ton/ha*	Lisina (0-5)
<u>Híbridos triples</u>		
(Pepitilla 2-2-1 x Xón. Nort. 2-4-2) x SSE-225-HMS-18-19	12.278	2.32
(Cón. Nort. 2-4-1 x Pepitilla 2-2-1) x SSE-225-HMS-18-19	11.760	2.37
(Cón. Nort. 2-4-2 x Celaya -22-1-1) x SSE-225-HMS-18-19	11.592	2.17
(Cón. Nort. 2-4-1 x Celaya -22-1-1) x SSE-225-HMS-18-19	11.074	2.23
(Cón. Nort. 2-4-1 x Celaya -238-1-2) x SSE-225-HMS-18-19	10.682	2.30
<u>Híbrido doble</u>		
(Pepitilla 2-2-1- x Tuxp. 139-1-2) x (Celaya 22-1-1- x SSE-255- HMS-18-19)	11.388	1.92

* Al 15.5% de humedad.

CONCLUSIONES

1. Se detectaron mayores efectos para contenido de lisina en las cruzas con SSE-255-MHS-18-19, que con Tuxpeño 139-1-2.
2. Los mejores rendimientos y mayor contenido de lisina fueron obtenidos con la línea SSE-255-MHS-18-19, utilizada como probador.
3. Los valores de las correlaciones y la significancia encontrados, señalan que es posible que se estén modificando las relaciones de rendimiento

y contenido de lisina en grano de endospermo normal, por lo que sí es factible generar híbridos con ambas características positivas.

4. Se seleccionaron las líneas Pepitilla 2-2-1, Cónico Norteño 2- 4-2, Celaya 22-1-1 y Celaya 238-1-2, para predecir 5 híbridos triples y uno doble, en base a rendimiento de mazorca y lisina.
5. Se recomienda seguir estudiando el posible efecto entre líneas con bajo contenido de lisina, con líneas de alto contenido de lisina en cruza directas y recíprocas.

BIBLIOGRAFIA

- Aguirre, F., C. E. Robles y N.S. Scrimshaw. 1953. The nutritive value of Central American Corns. II. Lysine and methionine content of twenty-three varieties in Guatemala. Food Res. 18:268-272.
- Betanzos, M.E. 1980. Selección de variedades de maíz de alta calidad proteínica por resistencia al picudo del maíz (*Sitophilus zea mays* Matsch). Agricultura Técnica de México. 6(1): 45-66.
- Choe, B.H.; M.S.H. Zuber; G.F. Krause and F.S. Hildebrand. 1976. Inheritance of high lysine in maize. Crop Sci. 16:34-38.
- Mertz, E.T.; L.S. Bates and O.E. Nelson. 1964. Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. Sci. 145:279-280.
- Nelson, O.E., E.T. Mertz and L.S. Bates. 1965. Second mutant gene affecting the amino acid pattern of maize endosperm proteins. Sci. 150: 1469-1470.
- Tello, F.; M.A. Alvarez T. and G. Alvarado. 1965. A study of the improvement of the essential amino acid and varietal characteristics and lysine levels of corn. Cereal Chem. 42:368- 384.
- Vega S., M.C. 1984. Modificaciones al método microbiológico del Instituto Mexicano del Maíz para determinar lisina en granos de maíz. Tesis M.C. Saltillo, Coah., Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Villegas, E. 1972. Useful experiences in other crops. En: proceedings of the symposium on nutritional improvement of food legumes by breeding. PAG group of U.N., FAO, Roma, Julio 3-5.
- Wessel, B.L. and R.J. Lambert. 1982. Genetic control of modified endosperm texture in Opaque-2. Maize Crop Sci. 22:1091-1098.
- Zuber M., S.H. and J.L. Helm. 1977. Métodos para el mejoramiento de la calidad de proteína del maíz sin emplear mutantes específicos. Maíz de alta calidad proteínica. CIMMYT-PURDUE. México. Ed. Limusa. pp. 259-270.