

# Generación y evaluación de híbridos y variedades de maíz para regiones mexicanas altas e intermedias

## Hybrids and open pollinated varieties for Mexican high and intermediate lands

José Luis Guerrero-Ortiz, María Cristina Vega-Sánchez, Raymundo Cuellar-Chávez, Raúl Gándara-Huitrón<sup>1</sup>

Email: imm@uaaan.mx

*Profesores Investigadores del Instituto Mexicano del Maíz “Dr. Mario E. Castro Gil”, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo Coah., México. C.P. 25315.*

### Abstract

Subtropical high lands requires “shorter season” but high yielded maize varieties, because of low temperatures and frosts may handicap plants production. Having those in mind, this work was carried on to select inbred lines with the better combining ability in a maize breeding program for Mexican high and intermediate land regions. Previously, a series of crossings were made utilizing 31 inbred lines, different inbreeding levels (S1 to S8) and 4 non-related, single cross testers, three of them taken as shorter season hybrids and one late. Initially, inbred lines were grouping according to their origin and grain color and nutrimental quality. The resulting three way crosses along with two checks commercial hybrids were assayed in two locations: Buenavista and La Ventura, state of Coahuila, in Northeast of México during the A cycle 2005; the experiment was conducted in a complete block design, two repetitions. The single and locations-combined ANOVA evidenced a great variability between and within group's lines. Results indicated also that the ear yield for experimental hybrids oscillate among 4.46 to 10.35 t ha<sup>-1</sup> with 8.04 as general average. 49 crosses ear yield overcame the best check (AN-447). Five yellow and four white grain color lines presented the better GCA for yield and can be kept in the breeding program's objective. Crosses between high level inbreeding lines and high nutrimental value lines may be used for pre-commercial assays.

**Key words:** *Zea mays* L; high lands, inbred lines, testers, combining ability; yellow maize, heat units.

### Resumen

Dada la importancia de contar con híbridos y variedades de maíz para regiones de Valles Altos, donde las bajas temperaturas y heladas obligan a contar con materiales precoces que escapen a dichos efectos sin abatir el rendimiento, se realizó la presente investigación con el objetivo de seleccionar líneas que manifiesten buena aptitud combinatoria para continuar el programa de hibridación. Se involucraron 31 líneas (S<sub>1</sub> a S<sub>8</sub>) provenientes de cuatro grupos de acuerdo a su fuente de origen, color de grano y

calidad nutritiva, las cuales fueron cruzadas con cuatro probadores no emparentados, tres precoces y uno tardío. Los híbridos experimentales resultantes y dos híbridos comerciales como testigos fueron evaluados durante 2005, en las localidades: Buenavista y La Ventura, Coah., México, bajo el diseño de Bloques al Azar. Los análisis de varianza, partiendo los efectos por localidad y en forma combinada, indican que existe gran variabilidad entre y dentro de los grupos de líneas en todas las características evaluadas; esto se pudo constatar por el uso de los probadores, quienes se consideraron adecuados para discriminar las líneas. Por otra parte, rendimiento de mazorca presentó valores entre 4.460 y 10.350 t ha<sup>-1</sup> con una media de 8.038. Del conjunto de cruzas, 49 superaron al mejor testigo (AN-447). Se detectó a cinco líneas de grano amarillo y cuatro de grano blanco, que por su ACG para rendimiento podrán ser consideradas para continuar con el programa de hibridación. Se observó también que las cruzas con líneas endogámicas y de alto valor nutritivo podrán ser utilizadas como híbridos competitivos en forma inmediata.

**Palabras clave:** *Zea mays* L; líneas, valles altos, probadores, aptitud combinatoria, heterosis, maíz amarillo, unidades calor.

## Introducción

El cultivo del maíz es de trascendental importancia en México, ya que forma parte de la dieta básica del pueblo y se ha cultivado desde hace cientos de años, para aprovecharlo con el propósito de obtener no sólo productos comestibles, tanto para el ser humano como para los animales, sino también productos industriales.

En regiones templadas con altitud de 1000 a 1800 m y los valles altos con alturas superiores a 1800 m donde se siembra maíz, la gran preocupación es aprovechar el tiempo en el cual no se presentan condiciones ambientales desfavorables como sequías y heladas.

El mejoramiento del maíz por hibridación se basa en el desarrollo de líneas endogámicas y en la evaluación de su aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE), para la obtención de híbridos comerciales de alto rendimiento (Lobato *et al.*, 2002). La prueba de aptitud combinatoria es la que determina el valor de las líneas para utilizarlas como progenitores de híbridos comerciales; para determinar este valor, es necesario el uso de probadores; dentro de éstos, las cruzas simples ofrecen la posibilidad de que las combinaciones híbridas más sobresalientes se puedan utilizar como híbridos triples a nivel comercial, ya que este tipo de cruzas son las más comunes en el mercado (Rivas *et al.*, 2000 y Gómez *et al.*, 2002). En el presente trabajo se realizó la evaluación temprana de líneas a través de cruzas de prueba utilizando cuatro cruzas simples como probadores, lo que generó híbridos triples de grano blanco y amarillo, que a futuro se podrán explotar en áreas con altitudes superiores a 1500 m.

## Metodología Experimental

En el ciclo primavera-verano del año 2005, en Buenavista y La Ventura, Coah., México, se realizó la evaluación de 31 líneas ( $S_1$  a  $S_8$ ) producto de las investigaciones realizadas para valles altos, por el Instituto Mexicano del Maíz de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; se formaron cuatro grupos de acuerdo a su fuente de origen, color de grano y calidad nutritiva, se cruzaron con cuatro probadores (cruzas simples) no emparentados, con características deseables como precocidad, alta calidad nutritiva y tolerancia a sequía, y se incluyeron híbridos comerciales como testigos.

Los ensayos se analizaron bajo el diseño de bloques al azar con partición de efectos, con dos repeticiones por localidad. Se analizaron 57 tratamientos, que involucraron 55 cruzas de prueba y dos testigos. La parcela experimental constó de dos surcos con una densidad de siembra de 62, 500 plantas  $ha^{-1}$ . Las variables evaluadas fueron: días a floración, unidades calor, altura de planta y mazorca, prolificidad y rendimiento de mazorca en  $ton\ ha^{-1}$  al 15.5 % de humedad. Las unidades calor se calcularon por el método residual y se estimó la aptitud combinatoria para la variable de rendimiento.

## Resultados y Discusión

La fuente de variación “localidades”, mostró que en todas las variables existieron diferencias estadísticas, lo que se explica por las condiciones ambientales que se presentaron en cada sitio de evaluación. Las diferencias estadísticas detectadas en la fuente “tratamientos”, en cada una de las localidades, y en forma combinada, fueron significativas en la mayoría de las variables analizadas, lo que muestra gran variabilidad de los materiales evaluados, lo cual permite realizar la selección de acuerdo a los objetivos planteados. El análisis indicó que los cuatro grupos marcaron diferencias en días a floración y unidades calor, lo que pudo deberse a que se encontraban materiales de madurez, tanto precoz como intermedia. Los mayores efectos de variación dentro de las líneas por probador fueron consecuencia de la acción del probador cuatro. En términos generales, se puede anotar que el efecto de los ambientes (localidades) sobre los tratamientos fue mayor en días a floración y unidades calor, variables que están asociadas, pero sin afectar al resto.

En rendimiento, los tratamientos estuvieron dentro del rango de 4.460 a 10.350  $ton\ ha^{-1}$ , con una media de 8.038  $t\ ha^{-1}$ ; 27 híbridos fueron superiores a la media en donde no se ubicó ningún testigo; el rendimiento del mejor testigo (AN-447) fue de 7.260  $ton\ ha^{-1}$  lo que lo colocó en el lugar número 50. En forma general, las líneas se comportaron de manera diferente con los probadores utilizados; se observó que las cruas experimentales superaron ampliamente a los testigos, que fueron afectados por las bajas temperaturas. Con base a los resultados obtenidos, en el Cuadro 1 se registran las cinco cruas que presentaron los rendimientos superiores en cada una de las localidades y en forma combinada, en comparación con el mejor testigo.

**Cuadro 1.** Concentración de las cinco cruzas con los rendimientos superiores para cada una de las localidades y en forma combinada

Genealogía	AP (cm)	AM (cm)	DFM (Días)	DFF (Días)	UCM	UCF	Mx100 Plantas	RTO * Ton ha <sup>-1</sup>
Buenavista, Coah., Méx.								
P2 x N - 187-2-2-2-2-ø-3-9-3	203	123	63	65	662	676	123	12.326 ** b
P4 x VAN RV - 139	228	125	69	71	720	737	126	12.023 b
P1 x AN - 34A - 19 - 1	238	150	64	66	672	691	125	11.220 a
P2 x VAN RV - 12	228	140	64	66	667	686	108	11.118 b
P3 x VAN RV - 12	238	128	69	71	720	733	95	11.114 b
AN-447 (T)	255	158	80	82	813	831	98	8.414 b
<b>Media</b>	<b>212</b>	<b>119</b>	<b>66</b>	<b>68</b>	<b>694</b>	<b>712</b>	<b>107</b>	<b>8.910</b>
La Ventura, Coah., Méx.								
P4 x AN - 34A - 12 - 2	219	131	81	82	951	962	134	9.465 a
P4 x AN - 34A - 11 - 2	230	134	77	79	909	935	102	9.337 a
P4 x VAN RV - 78	195	112	82	84	969	990	110	9.137 b
P4 x AN - 34A - 16 - 2	223	130	82	84	966	989	136	8.852 a
P4 x AN - 34A - 20	210	125	82	84	962	984	95	8.794 a
AN-447 (T)	205	105	87	89	1012	1034	114	6.702 b
Media	192	104	78	80	914	938	101	6.946
Combinado								
P4 x VAN RV - 139	226	121	75	77	839	858	119	10.350 b
P2 x N - 187-2-2-2-2-ø-3-9-3	192	113	67	69	744	763	110	9.999 b
P4 x AN - 34A - 16 - 2	223	134	74	76	831	850	149	9.950 a
P4 x AN - 34A - 12 - 2	236	135	75	77	838	851	120	9.856 a
P4 x VAN RV - 12	221	122	77	79	859	878	105	9.617 b
AN-447 (T)	234	134	84	86	896	934	98	7.260 b
Media	202	111	71	73	789	811	104	8.038

\* mazorcas al 15 % de humedad.

a y b= Color de grano amarillo y blanco, respectivamente.

P1=N-187S<sub>7</sub>xN-120S<sub>7</sub>

P2=N-154S<sub>8</sub>xN-120S<sub>7</sub>

P3=AN-2xAN-20

P4=ANTSO-73xAN-7-R<sub>1</sub>

Como se puede observar, la localidad de Buenavista fue el mejor ambiente para que los híbridos experimentales mostraran su potencial genético, ya que reportaron los rendimientos de mazorca más altos en comparación con La Ventura.

El P4 sobresale en la mayoría de las cruzas en La Ventura, y en el combinado, lo que se justifica debido a que es un material de ciclo intermedio con características agronómicas deseables, que en cruza con las líneas precoces logra un patrón heterótico favorable. Las líneas seleccionadas con base a su aptitud combinatoria general se registran en el Cuadro 4, incluido el número de probadores involucrados. Las líneas con los mejores valores de ACG en Buenavista, fueron AN-34A-16-2 y VAN-RV-12 de color de grano amarillo y blanco, respectivamente; las líneas S<sub>7</sub> tuvieron un valor importante y aceptable de ACG debido a su nivel de endogamia.

En La Ventura sobresalió la línea VAN-RV-12, con la ACG más alta, que fue de grano blanco; por otra parte, se encontraron dos líneas de grano amarillo (AN-34A-20 y

AN-34A-12-2); para el combinado, únicamente dos líneas reportaron valores aceptables de ACG: una de grano amarillo, otra de blanco.

**Cuadro 4.** Líneas seleccionadas por su Aptitud Combinatoria General en las localidades y en forma combinada.

Línea	lo. de probadores	A C G *	Color de Grano
Buenavista, Coah., Méx.			
AN-34A-16-2	2	0.929	Amarillo
VAN-RV-12	4	0.895	Blanco
AN-34A-5	2	0.713	Amarillo
N-187-2-2-2-2- Ø -3-9-3	4	0.614	Blanco
N-187-2-2-2-2- Ø -3-9-2	2	0.429	Blanco
N-187-2-2-2-2- Ø -3-9-1	3	0.413	Blanco
La Ventura, Coah., Méx.			
VAN-RV-12	2	1.041	Blanco
N-187-2-2-2-2- Ø -3-9-3	3	0.794	Blanco
AN-34A-20	2	0.619	Amarillo
AN-34A-12-2	4	0.326	Amarillo
Combinado			
AN-35A-6-1	2	0.212	Amarillo
N-187-2-2-2-2- Ø -3-9-1	3	0.198	Blanco

\* Aptitud Combinatoria General Estimada.

## Conclusiones

Los híbridos en donde participan las líneas con alto nivel de endogamia ( $S_8$ ) se consideran con alto potencial agronómico para explotarse, en forma inmediata, en la formación de híbridos para regiones con altitudes superiores a 1800 m, que destacan por su precocidad y adecuado porte de planta que no rebasa los 2.40 m.

## Literatura Citada

Gómez, M. N. O., Ramírez, F. A., Aguilar, J. A. y Ramírez, D. J. L. 2002. Identificación de un nuevo probador de maíz para la región del trópico seco. Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitogenética. Saltillo, Coah, México.

- Lobato, O. R., Molina, G. J. D., López, R. J. J. y Mejía, C. J. A. 2002. Criterios para elegir el mejor probador de la aptitud combinatoria general en líneas de maíz. Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitogenética. Saltillo, Coah, México.
- Rivas, M. J. J., Vega, S. C., Guadalupe, R. J. y Navarro, G. E. 2000. Comportamiento de líneas recobradas de maíz en la formación de híbridos triples. Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética. Zavala, G. F., Ortega, P. R., Mejía, C. J. A., Benítez, R. I., Guillén, A. H. (Eds). Irapuato, Guanajuato, México. 281 p.