

# Nuevos híbridos de maíz, porte medio y bajo para alturas costeras e intermedias a partir de los materiales AN-360, AN-461 y AN-462

New medium-low height maize hybrids, suitable for low and medium Mexican lands, derived from the previous hybrids AN-360, AN-461, and AN-462

María Cristina Vega-Sánchez<sup>1</sup>; Emilio Padrón-Corral<sup>2</sup>; José Luis Guerrero-Ortiz<sup>1</sup>; Raymundo Cuellar-Chavez<sup>1</sup>.

E-mail: imm@uaaan.mx

<sup>1</sup>Profesores Investigadores, Instituto Mexicano del Maíz "Dr. Mario E. Castro Gil", Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah., México. C.P. 25315. <sup>2</sup>Profesor investigador, Centro de Investigación en Matemáticas Aplicadas, Universidad Autónoma de Coahuila.

## Abstract

This research was designed to evaluate the yield and agronomic performance of 12 new experimental hybrids and four commercial checks, proved under three population densities in two locations of the state of Coahuila, Mexico, temperate weather, during the A cycle 2005. The planting densities were 60 (D1), 75 (D2), and 90 (D3) thousand plants ha<sup>-1</sup> established under random blocks design into a split-plot design which was extended to a subdivided split-plot design when combining the two locations data for analysis. Results indicated statistical differences for ear yield among genotypes, densities and interaction densities-locations (d x l); differences among means were detected by *lsd* tests. The general average across densities was 7.5 t ha<sup>-1</sup> and one of the new hybrids is statistically equal to the highest yield three checks. Ear yield in densities D3 and D2 are superior to the ones in D1 (8.18 and 7.92 vs. 6.44 t ha<sup>-1</sup>) and the interaction (d x l) was superior in the cases of D3-Location 2; and D2-Location 1.

**Key words:** *Zea mays* L., experimental hybrids, sowing densities, temperate locations.

## Resumen

Con el objetivo de conocer el efecto de las densidades de siembra sobre el rendimiento y características agronómicas de híbridos experimentales para climas templados, se evaluaron 12 híbridos y cuatro testigos comerciales en tres densidades de siembra 60, 75, y 90 plantas ha<sup>-1</sup> (D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> y D<sub>3</sub> respectivamente) en dos localidades (L<sub>1</sub> y L<sub>2</sub>) del estado de Coahuila, México, bajo un diseño de bloques al azar, con arreglo de parcelas divididas para cada localidad y en parcelas subdivididas para el análisis de varianza combinado. Los resultados indicaron que para rendimiento de mazorca en el análisis combinado se detectaron diferencias estadísticas en genotipos, densidades e interacción densidades por localidad; por lo anterior, se compararon las medias a través de la prueba de Diferencias Mínimas Significativa (DMS) en cada una de ellas,

observando que para genotipos en promedio de las tres densidades, un híbrido experimental es estadísticamente igual a tres testigos con rendimientos superiores a la media general ( $7.515 \text{ t ha}^{-1}$ ).  $D_2$  y  $D_3$  son estadísticamente iguales con promedios de  $8.179$  y  $7.921 \text{ t ha}^{-1}$  y diferentes a  $D_1$  ( $6.441 \text{ t ha}^{-1}$ ) y en la interacción densidades por localidad:  $D_3$  en la  $L_2$  y  $D_2$  en  $L_1$  son iguales y diferentes al resto de combinaciones.

**Palabras clave:** *Zea mays* L., híbridos experimentales, densidades de siembra, localidades de clima templado.

## Introducción

El maíz es un cultivo que se produce en las 32 entidades del país, durante el 2002 por 3.3 millones de productores de los cuales el 66 % poseen menos de 2 ha; la producción destinada al autoconsumo representa el 58 %, consumo animal 30 % e industria almidonera 12 %. La producción nacional, fue de 20 millones de toneladas, lo que fue insuficiente para cubrir la demanda nacional de 24 millones de toneladas, por lo que las importaciones se incrementaron, llegando a un volumen de 5.3 millones de toneladas (SAGARPA, 2003). Su producción representa el 60 % con respecto a la producción total de granos y es parte fundamental de la alimentación de la población mexicana. Debido a que en México no se produce el maíz que se necesita se recurre cada año a fuertes importaciones.

Durante los últimos cuatro años se ha intentado, sin éxito, desarrollar acciones que impulsen la producción nacional de granos. En México hacen falta materiales con características favorables para prosperar en altitudes de 1100-1800 m, ya sea que se establezcan bajo riego o secano y que estos materiales presenten tolerancia a plagas y enfermedades, con rendimientos aceptables y que su semilla sea de bajo costo. Por esta razón el objetivo del presente trabajo fue conocer la respuesta de 12 híbridos triples experimentales en comparación con cuatro testigos comerciales, en tres densidades de siembra, 60, 75 y 90 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  en dos localidades del Estado de Coahuila, México. Con la hipótesis de que al menos un híbrido experimental superaría al mejor testigo, tomando en cuenta la densidad de siembra en ambas localidades y por localidad

## Metodología Experimental

La obtención de los híbridos experimentales se realizó en el ciclo OI-2004-05 en Villa Hidalgo, Nayarit. México. Los materiales se evaluaron durante el ciclo P-V 2005 en dos localidades (La Encantada y La ventura) del Municipio de Saltillo, Coah., México. El material genético consistió en 12 híbridos triples experimentales previamente seleccionados (López, 2004) en comparación de cuatro testigos comerciales.

Los ensayos se establecieron bajo un diseño de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas, con dos repeticiones por localidad y parcelas subdivididas para el combinado. La unidad experimental estuvo formada por dos surcos como parcela útil, la

distancia entre surco fue 0.8 m y la distancia entre plantas y longitud del surco varió en base a las tres densidades de siembra: para la  $D_1$  la distancia entre plantas fue 20.8 cm y la longitud del surco fue 4.37 m, para la  $D_2$  la distancia entre plantas fue de 16.7 cm la longitud del surco fue de 3.50 m, y para la  $D_3$  la distancia entre plantas fue de 13.88 cm y la longitud del surco fue 2.94 m, al inicio de la unidad experimental y al termino de la misma se establecieron dos surcos de bordo para evitar los efectos de competencia.

La dosis de fertilización para el cultivo fue 200 –104 – 00, el control de malezas y control de plagas se realizó adecuadamente y se aplicaron cinco riegos durante el ciclo del cultivo con un intervalo de 20 d. Las variables evaluadas fueron: días a floración masculina y femenina (DFM y DFF), unidades calor masculina y femenina (UCM y UCF), altura de planta (AP), altura de mazorca (AM), mazorcas x 100 plantas y rendimiento de mazorca (RM).

Las unidades calor fueron obtenidas por el método residual, los datos de temperaturas presentados durante el ciclo de cultivo fueron proporcionados por la Comisión Nacional del Agua del Estado de Coahuila, solo para la localidad de La Ventura.

## Resultados y Discusión

En La Encantada, no se encontró diferencia significativa en la variable rendimiento, únicamente se presentó en DFM y en AP y AM. En La Ventura se detectó diferencia altamente significativa en genotipos para la variable rendimiento, el mismo caso se presentó en la variable densidad de siembra. La interacción genotipos por densidad solo se presentó en mazorcas por 100 plantas.

Al encontrar diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ) en genotipos y densidades para rendimiento de mazorca, se realizó la prueba de comparación múltiple obteniendo seis grupos estadísticos, en donde en el primer grupo se clasificaron ocho híbridos, tres de ellos testigos y cinco híbridos experimentales, todos ellos superando a la media general (7.469), los testigos AN-447 y Cronos, ocuparon los dos primeros lugares, seguidos por el híbrido experimental AN-I-103, en promedio de las tres densidades.

En la variable densidad de siembra se encontró que la densidad de 90,000 y 75,000 plantas  $ha^{-1}$  fueron estadísticamente iguales y superiores a la de 60,000 plantas  $ha^{-1}$ , resultados similares fueron encontrados por Ortiz y col. (1974). Los resultados del análisis se presentan en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Concentración de cuadrados medios y su significancia para las variables en forma combinada.

FV	GL	DFM	DFF	AP Cm	AM cm	Mx100 plantas	Rend. <sup>1o</sup> t ha <sup>-1</sup>
Bloques	1	444.125	420.125	24780.5	16050.87	652.625	146.288
Genotipos	15	52.208*	41.458*	1308.199	1152.05	1339.841**	12.062*
Error a	15	17.049	14.658	1156.099	596.483	349.100	4.711
Densidades	2	68.75*	77.625*	2404.75*	813.437	28.937	56.249**
Gen x dens	30	13.512	12.362	402.35	169.1	839.129*	5.895
Error b	32	15.550	16.828	422.656	249.40	360.261	5.758
Localidades	1	4680.75*	4351*	107222*	51417.5**	4.625	0.394
Gen x loc.	15	18.383	16.358	952.433	565.533	335.758	7.059
Dens x loc	2	1.375	1.25	563.25	208.812	709.062	29.978*
Gen x dens x loc.	30	15.841	13.754	514.299	229.958	419.245	3.630
Error c	48	18.406	17.427	837.489	320.528	409.427	6.865
C.V. E A (%)		4.488	4.030	19.429	27.441	19.462	28.889
C.V. E B (%)		4.286	4.318	11.747	17.744	19.771	31.939
C.V. E C (%)		4.663	4.394	16.536	20.116	21.077	34.874

<sup>1</sup> mazorca al 15.5% de humedad.

\*, \*\*, Significativo y altamente significativo a la probabilidad de 0.05 a 0.01 respectivamente.

**Cuadro 2.** Comparación entre media de rendimiento para genotipos por el método de Diferencia Mínima Significativa (DMS).

<b>Genotipos</b>	<b>Media t ha<sup>-1</sup></b>
AN-447 (T)	9.917 a
Cronos (T)	8.731 a b
Exp-o (T)	8.628 a b
ANE-II-29	8.326 a b c
ANE-III-337	7.937 b c d
ANE-I-103	7.800 b c d
ANE-III-336	7.746 b c d
ANE-I-011	7.199 b c d
ANE-III-309	7.183 b c d
ANE-I-118	7.134 b c d
ANE-III-318	6.914 b c d
ANE-II-26	6.866 b c d
ANE-II-27	6.552 c d
ANE-II-32	6.527 c d
ANE-III-329	6.417 c d
AN-388 (T)	6.342 d

**Cuadro 3.** Comparación entre media de rendimiento para densidades por el método de Diferencia Mínima Significativa (DMS).

Nivel de significancia = 0.01

DMS = 1.1616 ton ha<sup>-1</sup>

<b>Densidades</b>	<b>Media t ha<sup>-1</sup></b>
3	8.179 a
2	7.921 a
1	6.441 b

**Cuadro 4.** Comparación entre media de rendimiento para densidades por localidad por el método de Diferencia Mínima Significativa (DMS).

<b>Dens x Loc</b>	<b>Media t ha<sup>-1</sup></b>
(D <sub>3</sub> L <sub>2</sub> )	8.874 a
(D <sub>2</sub> L <sub>1</sub> )	8.099 a b
(D <sub>2</sub> L <sub>2</sub> )	7.743 b c
(D <sub>3</sub> L <sub>1</sub> )	7.483 b c
(D <sub>1</sub> L <sub>1</sub> )	7.095 c
(D <sub>1</sub> L <sub>2</sub> )	5.788 d

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 0.9322 ton ha<sup>-1</sup>

Se practicó la prueba de DMS (Cuadro 2) que presenta un valor de 1.945 t ha<sup>-1</sup>, clasificando en el primer grupo a tres testigos y a un híbrido experimental, en el segundo grupo se clasificaron 11 materiales, dos testigos y nueve híbridos experimentales, en este grupo se presentó la media del experimento (7.814 t ha<sup>-1</sup>).

Se desarrolló la prueba de DMS (Cuadro 3). Su valor de 1.616 ton ha<sup>-1</sup> agrupó a las D<sub>3</sub> y D<sub>2</sub> como estadísticamente iguales y superiores a D<sub>1</sub>.

Para la interacción detectada en densidades por localidad, la prueba de DMS mostró que la D<sub>3</sub> en L<sub>2</sub> y D<sub>2</sub> en L<sub>1</sub> se ubican en el grupo A; la D<sub>2</sub> en L<sub>1</sub>, la D<sub>2</sub> en L<sub>2</sub> y D<sub>3</sub> en L<sub>1</sub> en el grupo B; la D<sub>2</sub> en L<sub>2</sub>, D<sub>3</sub> en L<sub>1</sub> y D<sub>1</sub> en L<sub>1</sub> En el grupo C y D<sub>1</sub> en L<sub>2</sub> en el grupo D diferente a los demás (Cuadro 4).

En el Cuadro 5 se reportan los rendimientos obtenidos en forma combinada en cada una de las densidades de siembra.

**Cuadro 5.** Rendimiento de los genotipos en las densidades de prueba en forma combinada.

Genotipos	Densidades			Promedio de las tres densidades t ha <sup>-1</sup>
	D1 t ha <sup>-1</sup>	D2 t ha <sup>-1</sup>	D3 t ha <sup>-1</sup>	
ANE - I -103	7.400	8.702	7.300	7.800
ANE - I - 011	7.882	6.188	7.527	7.199
ANE - III - 309	6.917	7.576	7.056	7.183
ANE - I - 118	6.884	6.691	7.826	7.134
ANE - II - 26	5.787	7.497	7.314	6.866
ANE - II - 27	2.609	8.433	8.614	6.552
ANE - II - 29	6.862	8.844	9.271	8.326
ANE - II - 32	5.170	8.340	6.071	6.527
ANE - III - 318	5.865	7.392	7.484	6.914
ANE - III - 336	5.710	7.036	10.492	7.746
ANE - III - 337	6.323	8.752	8.738	7.937
ANE - III - 329	4.769	6.728	7.754	6.417
Exp-o (T)	8.457	9.773	7.654	8.628
AN – 388 (T)	5.569	6.936	6.522	6.342
AN – 447 (T)	7.971	9.658	12.121	9.917
Cronos (T)	8.888	8.193	9.114	8.731
Media general	6.441	7.921	8.178	7.513

\* Mazorca en ton ha al 15.5% de humedad.

Cabe señalar que en la localidad de La Ventura, durante el mes de noviembre se presentaron bajas temperaturas y heladas, cuando los materiales se encontraban en etapa de llenado de grano, lo que repercutió en el rendimiento.

Tomando en cuenta a los híbridos experimentales más sobresalientes así como los testigos de cada localidad, se recomienda hacer una nueva evaluación, en mayor número de localidades, y sobre todo en densidades de siembra más altas, superiores a las densidades de 75 y 90 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ , ya que en estas densidades fue donde se obtuvieron los mayores rendimientos y así efectuar la selección de los híbridos experimentales más sobresalientes.

### **Conclusiones**

Se concluye que para los genotipos en promedio de las tres densidades, un híbrido experimental es estadísticamente igual a tres testigos con rendimientos superiores a la media general ( $7.515 \text{ t ha}^{-1}$ ). El rendimiento de las densidades de siembra de 75 y 90 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  son estadísticamente iguales con promedios de  $8.179$  y  $7.921 \text{ t ha}^{-1}$  y diferentes al rendimiento ( $6.441 \text{ t ha}^{-1}$ ) de la densidad de 60 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  y en la interacción densidades por localidad: 90 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  en la La Ventura y 75 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  en La Encantada son iguales y diferentes al resto de combinaciones.

### **Literatura Citada**

- López, A. C. M. 2004. Híbridos triples de maíz para el Bajío y Trópico Seco Mexicanos. Evaluación y Selección. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- SAGARPA. 2003. Sistema-producto maíz. Subsecretaría de Agricultura. 15 p.
- Ortiz, C. J. Anthony, F. R. y Beratto M. E. 1974. Influencia de la longitud del ciclo sobre algunos parámetros fisiológicos y su relación en el rendimiento de trigo. *Agrociencia*. 16: 125-134. México.