

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**  
**"ANTONIO NARRO"**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

Identificación de Nuevas Líneas de Maíz de Porte  
Normal y Predicción de Híbridos Triples y Dobles  
para el Trópico Seco y Bajío Mexicano

Por:

**Juan Luis Villasana Banda**

TESIS

Aprobada por el Comité de Tesis

---

M.C. Ma. Cristina Vega Sánchez  
Presidente

---

M.C. Emilio Padrón Corral  
Sinodal

---

M.C. José G. Rodríguez V.  
Sinodal

---

Ing. José Luis Guerrero O.  
Sinodal

EL COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

---

M.C. Mariano Flores Davila

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 1998

**AGRADECIMIENTOS**

A la M.C. Ma. Cristina Vega Sánchez.

Por darme la oportunidad de realizar la presente investigación, por su desinteresado asesoramiento y por brindarme su confianza y amistad.

Al M.C. Armando Muñoz Urbina.

Por su valiosa colaboración y asesoramiento en el presente estudio.

Al M.C. Emilio Padrón Corral.

Por su colaboración y sugerencias en la realización del presente trabajo.

Al Ing. José Luis Guerrero Ortíz.

Por sus aportaciones y colaboración en la realización de este trabajo de investigación.

Al M.C. José Guadalupe Rodríguez Valdés

Por su colaboración en la presente investigación.

## **DEDICATORIA**

**Especialmente a mis padres.**

Abelardo Villasana Villarreal  
Elda Banda de Villasana

Por su apoyo incondicional, por no haber claudicado en los momentos más difíciles de mi vida, por ayudarme a realizar mis propósitos y porque siempre me motivaron a la superación.

**A mis hermanos.**

Maribel, Abelardo y Elda Suset.

Por todo el apoyo que me han brindado y por los gratos momentos que hemos vivido.

**A mis tías.** Marina y Olga.

Por haberme apoyado durante mi carrera.

**A mis amigos.**

Jorge A., Omar J., Ecsar y Miguel.

**A mi Alma Mater.**

Por formarme como profesional de la agronomía.

**ÍNDICE DE CONTENIDO**

AGRADECIMIENTOS..... ii

DEDICATORIA.....	iii
INDICE DE CUADROS.....	v
APENDICE.....	vi
RESUMEN.....	vii
INTRODUCCION.....	1
-Objetivos.....	3
-Hipótesis.....	3
REVISION DE LITERATURA.	
-Líneas.....	2
-Hibridación.....	5
-Predicción de cruzas dobles y triples.....	9
-Comercialización de híbridos.....	11
MATERIALES Y METODOS.	
-Descripción de las áreas de estudio.....	16
-Descripción del material genético.....	18
-Características de los ensayos por localidad.....	20
-Variables analizadas.....	23
-Análisis de varianza individual.....	28
-Análisis de variación combinado.....	36
-Predicción de híbridos triples y dobles.....	38
RESULTADOS Y DISCUSION.....	39
CONCLUSIONES.....	52
BIBLIOGRAFIA.....	55
APENDICE.....	59

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	página
--------	--------

1	Material genético involucrado en los diferentes ambientes.....	20
2	Características de los ensayos por localidad.....	22
3	Formato para el análisis de varianza individual en Bloques al azar.....	31
4	Formato para el análisis de varianza combinado en Bloques al azar.....	32
5	Cuadrados medios y su significancia de las características agronómicas evaluadas en Celaya, Gto y Gómez Palacio, Dgo.....	44
6	Comportamiento medio agronómico de las características evaluadas en Celaya, Gto. y Gómez Palacio, Dgo.....	47
7	Genotipos sobresalientes en base a su rendimiento y características agronómicas deseables en Celaya, Gto. y Gómez Palacio, Dgo.....	48
8	Híbridos triples y dobles predichos para Celaya, Gto. y Gómez Palacio, Dgo.....	49

## APENDICE

1A	Cuadrados medios y su significancia de las características agronómicas evaluadas en Celaya, Gto.....	60
----	--	----

2A	Comportamiento medio agronómico de las características evaluadas en Celaya, Gto.....	61
3A	Híbridos seleccionados en base a su rendimiento y características agronómicas, en comparación con los testigos superiores para la localidad de Celaya, Gto.....	62
4A	Híbridos triples y dobles predichos para la localidad de Celaya, Gto.....	63
5A	Cuadrados medios y su significancia de las características agronómicas evaluadas en Gómez Palacio, Dgo.....	64
6A	Comportamiento medio agronómico de las características evaluadas en Gómez Palacio Dgo.....	65
7A	Genotipos sobresalientes en base a su rendimiento y características agronómicas deseables en la localidad de Gómez Palacio, Dgo.....	66
8A	Híbridos triples y dobles predichos para la localidad de Gómez Palacio, Dgo.....	67

## **RESUMEN**

En el proceso del mejoramiento genético del maíz, la obtención de líneas superiores, su evaluación y selección así como los métodos de predicción de cruzas triples y

dobles juegan un papel importante en los programas de mejoramiento genético enfocados a la hibridación, ya que nos permite seleccionar materiales que podrán intervenir como progenitores en las cruzas de acuerdo con las exigencias del consumidor y así obtener híbridos que superen en rendimiento y características agronómicas a los híbridos comerciales.

De acuerdo con lo anterior en el presente trabajo se evaluaron 45 híbridos simples y 5 testigos, uno comercial y cuatro experimentales todos ellos evaluados en dos localidades con dos repeticiones por localidad las cuales son: Celaya, Gto. (bajío) y Gómez Palacio, Dgo. (zona de transición entre bajío y trópico seco), bajo el diseño experimental de Parcelas divididas, con partición de efectos principales.

Los resultados obtenidos permitieron aceptar la hipótesis planteada al inicio del trabajo, puesto que se detectaron híbridos que superan tanto agronómicamente como en rendimiento a los testigos, cumpliendo ampliamente con los objetivos del ensayo, lo que permitió seleccionar a los materiales superiores agronómicamente: SSE-255-18-19 X ANTSO 56 y ANTSO 83 X ANTSO 87 ya que presentaron un rendimiento promedio de 14.691 y 14.542 Ton/ha, al ser evaluadas en Celaya, Gto. Y Gómez Palacio Durango superando a los híbridos que participaron como testigos.

Se detectaron combinaciones sobresalientes con las líneas AN-7 recobradas, lo que confirma que el proceso de mejoramiento al que fueron sometidos fue efectivo.

Se predijeron híbridos triples y dobles para ser explotados en forma comercial en las localidades de prueba y áreas similares, previas evaluaciones extensivas.

Las líneas denominadas ANTSO, tema central de este trabajo, mostraron su capacidad de combinación, manifestando en sus progenies caracteres agronómicos muy favorables, lo que permitió explotarlo en la formación de nuevos híbridos con alto potencial de rendimiento.



## INTRODUCCIÓN

El maíz es la planta más conocida y de mayor importancia económica en México y en muchos países del mundo. Aunque el maíz es originario de la América tropical, está muy difundido en todo el mundo; ocupa el tercer lugar en la producción mundial, después del trigo y el arroz.

En México es uno de los cultivos que ocupa la mayor superficie en cuanto a siembra (8,638,735 Has.)<sup>1</sup> aproximadamente el 51 por ciento de la superficie cultivable, con una producción de 18,023,626 Ton.<sup>1</sup> y un promedio de rendimiento de 2.239 T/ha<sup>1</sup>.

En el Instituto Mexicano del Maíz "Dr. Mario E. Castro Gil", se han buscado estrategias para enfrentar la falta de abastecimiento de grano de maíz en el país, por lo que los investigadores han enfocado su esfuerzo para la formación de híbridos y/o variedades mejoradas, que

---

<sup>1</sup> INEGI. El Sector Alimentario en México. 1997

actualmente están siendo utilizados por productores nacionales.

La obtención de líneas superiores, su evaluación y selección así como los métodos de predicción de cruzas triples y dobles, juegan un papel importante en los programas de mejoramiento genético enfocados a la hibridación. En maíz, las predicciones han sido ampliamente utilizadas y han significado un considerable ahorro en tiempo y esfuerzo para el mejorador.

Derivadas de los programas de mejoramiento para el Trópico Seco Mexicano, se seleccionaron nueve líneas denominadas ANTSO y una mezcla de ellas de porte normal, por su capacidad de combinación y calidad agronómica, que se combinaron con ocho líneas ya utilizadas en forma rutinaria en el Instituto, en los programas de hibridación dando origen a 45 híbridos simples que sirven de tema para el presente trabajo al ser evaluados en comparación con cinco testigos; uno comercial y cuatro experimentales en dos localidades: Celaya, Gto. (bajío) y Gómez Palacio, Dgo. (zona de transición entre bajío y trópico seco) bajo las siguientes hipótesis:

- a. Al menos un híbrido simple superara en rendimiento y características agronómicas a los testigos comerciales y experimentales evaluados en las localidades bajo estudio.
- b. Se podrán predecir híbridos triples y dobles con alto potencial de rendimiento y características agronómicas que superan al mejor testigo.

Los objetivos planteados fueron los siguientes:

1. Seleccionar los mejores híbridos que superen en rendimiento y características agronómicas a los mejores testigos.
2. Predecir híbridos triples y dobles para ser explotados en áreas similares a las de la presente evaluación.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### **Líneas .**

Una línea pura es un grupo de individuos con antecedentes genéticos similares, obtenido por autofertilización o apareamiento de individuos con parentesco cercano, lo que produce una población homocigótica para casi todos los loci (Stansfield, 1978).

Herkowitz (1970) menciona que la descendencia de una línea cuyos miembros llevan el mismo genotipo, puede ser llamada "línea pura".

El valor de una línea pura se basa en su capacidad para producir híbridos superiores cuando se combina con otras líneas puras (Allard, 1980).

Jugenheimer (1981) señala que las líneas puras de maíz pueden desarrollarse a partir de variedades de polinización libre, híbridos, sintéticos y compuestos. También menciona que los mestizos que comprendían líneas puras de Estados Unidos y variedades Europeas de polinización libre,

llegaron a ser fuentes deseables de germoplasma para predecir líneas puras que estuvieran adaptadas a los países Europeos y mediterráneos.

Una línea pura es un grupo de individuos que son capaces de conservar exactamente las mismas aptitudes de generación en generación, por lo que la población estaría compuesta por individuos pertenecientes a un solo genotipo homocigote, por lo que es genéticamente pura (De la Loma, 1982).

### **Hibridación.**

Los primeros estudios sobre hibridación artificial en el maíz en que se mencionan rendimientos fueron los de Beal en el período (1877-1882) citado por Allard (1980), Beal fabricó híbridos entre diferentes variedades y afirmó que los rendimientos de los híbridos eran superiores a los de los progenitores en un 40 por ciento.

Allard (1980) señala que cuando los híbridos se fabrican con líneas puras de maíz, se ha visto que el grado en que se recupera el vigor y la productividad es función del origen de las líneas.

Un híbrido es la primera generación de un cruzamiento efectuado por polinización controlada entre progenitores genéticamente diferentes. Estos progenitores pueden ser líneas, híbridos entre líneas, clones, variedades de polinización libre o sintéticos (Besnier 1989).

Robles (1986) define a un híbrido como la primera generación que resulta del cruzamiento entre dos progenitores, cuyas características principales son: la manifestación óptima de la heterosis y la uniformidad de los caracteres agronómicos; sobre todo, si los progenitores son líneas puras homocigóticas contrastantes en sus genotipos; resulta así, una población  $F_1$  heterocigótica y homogénea altamente vigorosa y productiva.

El maíz híbrido es superior a las variedades de polinización abierta, debido: (a) a que produce grano y forraje de mejor calidad, (b) produce rendimientos significativamente más elevados, (c) tiene mayor resistencia a enfermedades e insectos, y es más resistente al acame (Delorit, 1975).

Poehlman (1987) define al maíz híbrido como la primera generación de una cruce entre líneas autofecundadas y menciona que la producción del maíz híbrido involucra: a)

la obtención de líneas autofecundadas, por autopolinización controlada; b) la determinación de cuáles de las líneas autofecundadas pueden combinarse en cruzas productivas y c) utilización comercial de las cruzas para la producción de semilla.

El híbrido doble sugerido por Jones en (1918), citado por Allard (1980), hizo posible la utilización económica de los maíces híbridos. Un híbrido doble es la  $F_1$  de dos híbridos simples. Así, si A,B,C y D representan líneas puras, uno de los híbridos simples posibles puede estar representado por AXB y uno de los posibles híbridos dobles por  $(A \times B) \times (C \times D)$ .

Los híbridos de maíz entre líneas puras tienen mejor eficiencia fisiológica, producen más grano y una mayor potencialidad de rendimiento que las variedades sintéticas (Jugenheimer, 1981).

Aldrich y Leng (1974) señalan que un híbrido simple es muy homogéneo y uniforme en la totalidad del cultivo debido a que las líneas han sido seleccionadas y endocriadas durante muchas generaciones por lo que cada planta tiene una constitución genética esencialmente similar a la del resto de las plantas procedentes del mismo

cruzamiento, por otra parte, el híbrido doble es por naturaleza menos uniforme de una planta a otra por lo que es posible que el cultivo adopte un aspecto totalmente heterogéneo.

Este mismo autor señala que empleando la técnica de "línea hermana" para producir híbridos de tres líneas pueden ser tan uniformes como las verdaderas cruza simples de dos líneas.

Un híbrido es el producto del apareamiento de individuos de genotipos diferentes de tal manera que se han desarrollado técnicas para la obtención de cruza dirigidas en la obtención de semilla para siembra (Reyes, 1985).

Chávez (1995) define a la hibridación como el acto de fecundar los gametos femeninos de un individuo con gametos masculinos procedentes de otro individuo y menciona que en el mejoramiento de cultivos alógamos, la hibridación se realiza con los siguientes objetivos: a) Explotar el vigor híbrido (heterosis), b) Formar ideotipos específicos para determinados ambientes, c) Provocar variabilidad y selección de nuevos materiales, d) Seleccionar los materiales que intervendrán como progenitores en las



cruzas, y e) Seleccionar la craza adecuada y deseable de acuerdo con las exigencias del consumidor.

### **Predicción de cruzas dobles y triples.**

En el procedimiento de la selección para desarrollar híbridos de cruzas triples y cruzas dobles es más eficiente predecir medias para obtener pruebas de cruzas simples y solo los mejores híbridos de cruzas triples y dobles serán evaluados realmente (Sprague, 1977).

La predicción de cruzas dobles formadas en maíz fue primeramente reportada por Jenkins (1934), quien utilizó datos de cruzas simples y presentó cuatro métodos alternativos de predicción a saber:

- A. La media formada de seis cruzas simples posibles entre un grupo de cuatro líneas endogámicas.
- B. El promedio formado de cuatro cruzas simples no parentales.
- C. El promedio formado de cuatro líneas endogámicas sobre una serie de cruzas simples.
- D. El promedio formado de un grupo de cuatro líneas endogámicas, al tiempo que se prueba por el procedimiento de mestizos.

Los métodos difieren con respecto al tipo de acción génica involucrada. Los métodos A,C y D, se encuentran relacionados solamente con la acción génica aditiva, mientras que el método B, involucra tanto aditiva como efectos no aditivos (dominancia y varios tipos de epistasis), Fundamentó una significativa correlación entre medias observadas y predichas en todos los métodos, pero la correlación más grande fue en el método B, que también es usado para la predicción de cruzas triples con la media de las dos cruzas simples no parentales.

Otsuka et al. (1972) también compararon las eficiencias de predicción de los métodos B y C de Jenkins y las diferencias entre ellos fueron muy pequeñas, pero la predicción óptima fue más eficiente por el método B, y han recomendado el desarrollo de cruzas simples apropiadas y predecir todas las cruzas dobles y cruzas triples de interés, utilizando este método.

Márquez (1974) señala que las predicciones hechas con respecto al rendimiento, permitirán hacer un mejor planteamiento general de su producción si se cuenta con una variedad estable que con una inestable.

### **Comercialización de híbridos.**

La semilla que da lugar a los híbridos simples proviene del cruce entre líneas que han llegado a un alto grado de endogamia, y que producen relativamente poco polen y poca semilla. Por esta razón, el costo de la semilla para un híbrido simple es bastante alto (Llanos, 1984).

Poey (1978) menciona que el rendimiento de grano se debe a la eficiencia de procesos metabólicos que logren la máxima producción traslocación y acumulación de sólidos en los granos con la menor interacción posible con el medio ambiente.

Castillo y Velázquez (1996) evaluaron doce híbridos de maíz proporcionados por cinco empresas semilleras del norte de Sinaloa, cuyas variables evaluadas fueron: por ciento de emergencia y rendimiento en (ton/ha), los promedios de estas variables mostraron mejor calidad fisiológica en los híbridos A7573, 3002W, A7545, CMhuracán, 3044W, C920, CMtornado, los cuales tuvieron 91, 89, 80, 87, 86, 85 y 83 por ciento de emergencia respectivamente en campo, resultando los híbridos D044, A7546, D810, A7573, 3002W y CMtornado, fueron los mejores con un rendimiento de 11.077, 10.709, 10.341, 9.992, 9.760 y 9.739 ton/ha respectivamente.

En las localidades de Acatic y Tepatitlán de la región de los Altos de Jalisco evaluaron 45 genotipos para la primera localidad y 28 para la segunda, incluyendo los mejores maíces que se siembran actualmente en la región, las características que se midieron fueron: rendimiento, floración masculina y femenina, altura de planta y mazorca, obteniendo que los híbridos triples superaron en rendimiento a los híbridos simples comerciales liberados por el INIFAP para la región centro-occidente del país, lo que demostró la heterosis expresada de algunas líneas participantes en los híbridos triples, la floración ocurrió antes de los 80 días, además consideraron que la altura de planta y mazorca es adecuada para la cosecha mecánica, concluyendo que existen líneas de maíz con aptitud combinatoria adecuada, que pueden ser utilizadas en la formación de nuevos híbridos (Venegas y Ramírez, 1996).

Sánchez et al. (1996) evaluaron 50 híbridos comerciales de maíz bajo condiciones de riego, las variables estudiadas fueron: altura de planta y de mazorca, floración masculina y femenina y rendimiento de grano siendo este último de mayor importancia, concluyendo que los híbridos más productivos fueron: AS-948, 5180, C-385, General y AS-31; con un rendimiento promedio entre ellos de 7.375 ton/ha.

Madueño et al. (1996) evaluaron 49 híbridos en el ciclo agrícola otoño-invierno 1994-95, la variable analizada fue rendimiento de grano en kg/ha al 14.5 por ciento de humedad, así como también las características agronómicas, altura de la planta y de mazorca, días a floración masculina y femenina y días a madurez fisiológica, los híbridos mas sobresalientes fueron: A-7573, A-7419 y D-866 con un rendimiento de grano de 11.500, 11.326 y 11.112 ton/ha respectivamente.

Vallejo y Rocha (1996) sometieron a ensayo 12 genotipos de maíz comerciales para la región templada de Michoacán (1500 a 1900 msnm), de acuerdo con lo anterior los materiales de mayor potencial de rendimiento y con una interacción genotipo-ambiente no significativa son A-7597, A-7545, 3066-W y A-7573 con un rendimiento de 10.8, 10.0, 10.5 y 10.0 ton/ha respectivamente.

Ron et al. (1996) utilizaron 15 líneas élite obtenidas por la red de investigación de maíz de la región centro-occidente de México del INIFAP, con este grupo de líneas se formaron diferentes tipos de materiales e híbridos que fueron evaluados en 1990, 1991 y 1992, habiéndose seleccionado y descartado materiales, y teniendo como

resultado que los sintéticos tardíos e intermedios fueron inferiores en 9 y 13 por ciento, respectivamente a los híbridos; por otro lado los híbridos dobles tardíos tuvieron rendimientos similares a los híbridos simples y triples, teniendo interacción con el ambiente, los híbridos dobles intermedios superaron a los híbridos de dos y tres líneas y dentro de ellos, los formados con híbridos simples tardíos por intermedios superaron a los intermedios, en general, los mejores híbridos obedecieron a las combinaciones dirigidas entre materiales contrastantes por fuente de germoplasma y/o madurez.

Betancourt (1988) evaluó 83 híbridos dobles y tres testigos en Torreón, Coah. y Cd. Guzman, Jal., los híbridos se formaron mediante diferentes cruzamientos entre 16 cruza simples tropicales y cinco probadores (cruza simple) del Bajío. Concluyendo que los mejores híbridos experimentales por su estabilidad en rendimiento y características agronómicas fueron: (AN-60 x V524-140-1)x(SSE255-18-19 x SSE232-22-23-3-1), (V524-85-1-2 x V524-223-1-7)x(SSE255-18-19 x SSE232-22-23-3-1), (SSE255-18-19 x MLS4-1)x(V524-140-2 x 353-173-5-1), sugiriendo que estos híbridos experimentales se cultiven a un nivel semicomercial en Trópico Seco y Bajío, concluyendo que el

probador de mayor productividad que proporcionó a sus cruzas que fue: SSE255-18-19 x 232-22-23-3-1.

Guzmán (1984) concluyó que la cruza doble experimental (SSE255-18-19 x MLS4-1)x(AN1 x AN2) fue la mejor en cuanto a estabilidad y rendimiento promedio a través de 6 localidades, en sus conclusiones adicionales menciona que los más altos rendimientos se obtuvieron en la localidad de Gasca, Gto., con una media de 17.943 ton/ha y en las localidades de Cd. Guzman, jal. Y Río Bravo, Tamps. Se presentó la más alta incidencia de pudrición de mazorca , por lo que representan ambientes mas propicios para hacer selección para esta característica y en la localidad de Torreón Coah., se puede hacer selección para resistencia al acame y/o gusano barrenador *Diatraea saccharalis*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción de las áreas de estudio.

La ubicación geográfica y clasificación climática de las localidades en estudio son las siguientes:

Celaya, Guanajuato<sup>1</sup> Se encuentra ubicado en las coordenadas de 20°32' latitud Norte y a los 100° 49' longitud Oeste, con una altitud de 1754 msnm; presenta una temperatura media anual de 20.6°C y una precipitación media anual de 597.3 mm (García, 1981).

Se contempla mayormente una agricultura de riego, las unidades de suelo presentes en esta región son vertisol pélico y crómico. Son suelos de origen aluvial, ligeramente satinados y de textura fina. La topografía que presenta el terreno es plana o ligeramente ondulada con pendientes menores del 18 por ciento.

---

<sup>1</sup> Enciclopedia de los Municipios de México 1988.



El clima de la entidad de acuerdo a la clasificación de Koppen modificado por García (1981) es:

- Por su temperatura: semicálido.
- Por su humedad: semihúmedo.
- Por sus lluvias: verano.

Gómez Palacio, Durango<sup>1</sup> Se encuentra al oriente del estado, a los 25°32' de latitud Norte y 103°39' de longitud Oeste a una altura de 1130 msnm; el clima que predomina en esta región es muy seco y estepario. La temperatura media anual es de 20°C, con una precipitación anual de 200 mm, tiene un régimen de lluvias en julio, agosto y septiembre. La composición del suelo corresponde a la del tipo xerosol (García 1981).

**Descripción del material genético.**

Se utilizó germoplasma del Instituto Mexicano del Maíz de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro de las siguientes áreas:

Seis líneas sobresalientes altamente endogámicas que participan en la formación de híbridos comerciales para el Bajío, Zonas de transición y Trópico Seco, las cuales son: SSE-255-18-19, MLS<sub>4</sub>-1, Zap.211-1-1, 43-1-1-1-1, AN-60-2 y VAN-524-85-1-2.

Dos líneas AN<sub>7</sub>R-1 y AN<sub>7</sub>R-2 que fueron recobradas por selección gamética para mejorar la línea progenitora AN<sub>7</sub> original que en ciertos ambientes presenta dificultades para la producción del híbrido AN-447 por su alto nivel de endogamia.

Las líneas denominadas ANTSO fueron obtenidas de diferentes programas de mejoramiento para trópico seco y liberadas en trabajos previos por su excelente capacidad de combinación (ACG) y respuesta agronómica en sus progenies; dichas líneas presentan un alto nivel de endogamia.

La Mezcla de Líneas, se formó por la conjunción de las líneas denominadas ANTSO.

En el Cuadro 1 se muestra el material genético en los ambientes de prueba con los respectivos testigos.

### **Testigos.**

El AN-447 es un híbrido triple para el bajío y zonas de transición con muy buena aceptación por los agricultores por su capacidad de adaptación, sobre todo en ambientes no muy favorables.

El resto de los testigos son cruzas experimentales que se encuentran en etapas de evaluación semicomerciales.

Los híbridos AN-447 O y AN-447-R1 participaron, dos veces por cada localidad, para ver su comportamiento en cada ambiente distinguiéndose de la siguiente manera: AN-447 O, AN-447 O' (O=original) y AN-447-R1, AN-447-R1" (R=recobrado).

Cuadro 1. Material genético involucrado en los diferentes ambientes.

<b>Genealogía</b>		
Líneas	Líneas	Testigos
SEE-255-18-19	ANTSO-36	AN-447 O (TC)
MLS <sub>4</sub> -1	ANTSO-53	AN-447-R1 (TE)
Zap.211-1-1	ANTSO-56	Híbrido Doble* (TE)
43-1-1-1-1	ANTSO-73	Híbrido Triple 1 ** (TE)

AN-60-2	ANTSO-83	Híbrido Triple 2 *** (TE)
VAN-524-85-1-2	ANTSO-87	
AN <sub>7</sub> R-1	ANTSO-88	
AN <sub>7</sub> R-2	ANTSO-720	
ANTSO-22	Mezcla de Líneas	
ANTSO-32		

TC = Comercial

TE = Experimental

\* = (SSE-255-18-19X232-10-11-1)X(Mezcla de LíneasXANTSO-720)

\*\* = (SSE-255-18-19X232-10-11-1)X(43-1-1-1-4)

\*\*\* = (SSE-255-18-19XMLS<sub>4</sub>-1)X(43-1-1-1-1)

### **Características de los ensayos experimentales.**

Las características de los ensayos experimentales individuales por localidad se muestran en el Cuadro 2.

Las labores previas a la preparación del terreno que se efectuaron en las dos localidades en estudio, fueron las tradicionalmente usadas: barbecho, rastra, nivelación, y surcado; con la finalidad de que el terreno se encuentre lo más uniforme posible ayudando con esto a una mejor germinación de la semilla y aprovechamiento del agua de riego.

La siembra se realizó a mano para asegurar la germinación, sembrando dos semillas por golpe para después aclarar a una planta. Las labores de cultivo, control de plagas y enfermedades, fueron realizadas según lo requería el cultivo en el transcurso de su ciclo vegetativo.

Cuadro 2. Características de los ensayos por localidad.

Característica del experimento	Celaya	Gómez
Fecha de siembra	<b>16/May/95</b>	<b>29/Jun/95</b>
Diseño estadístico	<b>B.A.<sup>1</sup></b>	<b>B.A.<sup>1</sup></b>
No. Tratamientos	<b>52</b>	<b>52</b>
No. Híbridos	<b>45</b>	<b>45</b>
No. Testigos	<b>7</b>	<b>7</b>
No. Repeticiones	<b>2</b>	<b>2</b>
No. Entradas	<b>52</b>	<b>52</b>
No. Surcos por parcela	<b>1</b>	<b>1</b>
Long. de surco (m)	<b>4.62</b>	<b>4.62</b>
Distancia entre surco(m)	<b>0.77</b>	<b>0.76</b>
Matas por surco	<b>21</b>	<b>21</b>
Distancia entre matas(m)	<b>0.22</b>	<b>0.22</b>
Plantas por mata sembrar	<b>2</b>	<b>2</b>

aclarar	1	1
Plantas por parcela útil	21	21
Área de parcela experimental (m <sup>2</sup> )	3.55	3.51
Densidad de siembra (Plantas/ha)	59,032	59,808
Fertilización	160-80-00	160-80-00

<sup>1</sup> Bloques al azar

#### **VARIABLES ANALIZADAS.**

**Días a floración masculina.** Es el número de días transcurridos desde la fecha de siembra del cultivo, hasta que el 50 por ciento de las plantas presentaban anteras dehiscentes, en cada parcela.

**Días a flor femenina.** Es el número de días transcurridos desde la fecha de siembra hasta que el 50 por ciento de las plantas poseen estigmas receptivos.

**Altura de planta.** Se toma una muestra de 10 plantas, al azar, y se mide desde la base del tallo hasta la

inserción de la hoja bandera, se obtiene la media y se expresa en centímetros.

**Altura de mazorca.** Se realiza en 10 plantas, muestreadas al azar, se miden desde la base del tallo hasta el nudo donde se encuentra insertada la mazorca principal, se obtiene la media y se expresa en centímetros.

**Acame de raíz.** Se cuenta el número de plantas, por parcela útil, que presentan una inclinación con un ángulo de  $30^\circ$  con respecto a la vertical, se estima posteriormente el porcentaje en base al total de plantas cosechadas.

**Acame de tallo.** Se cuenta el número de plantas de cada parcela que presentan tallo quebrado abajo de la mazorca principal, se expresa en porcentaje en base al total de plantas por parcela.

**Mazorcas podridas.** Se cuantifica el por ciento de pudrición por parcela cosechada.

**Mala cobertura.** Se toma antes de la cosecha de las parcelas contando el número de mazorcas que presentaron la punta descubierta y se expresa en porcentaje en relación al número de plantas cosechadas.

**Daños por Fusarium spp.** Se obtiene al considerar el número de plantas y de mazorcas que presentan un daño parcial o total por este hongo, expresando los datos en por ciento en base al total de plantas cosechadas (Fusarium en planta) y al total de mazorcas cosechadas (Fusarium en Mazorca).

**Calificación de mazorca.** Se utilizó una escala de calificación visual de 1- 5, lo que permitió medir el grado de variabilidad existente dentro de cada tratamiento, donde 1 corresponde a uniformidad total, 2 buena uniformidad, 3 moderadamente variable, 4 muy variable y 5 extremadamente variable.

**Mazorcas por cien plantas.** Es la cantidad de mazorcas que proporcionan 100 plantas, en base a las plantas y mazorcas cosechadas dentro de cada parcela, se estima mediante la siguiente formula:

$$\text{Mazorcas x 100 plantas} = \frac{\text{No.deMazorcas}}{\text{No.dePlantas}} \times 100$$

**Rendimiento.** Se obtiene de la siguiente forma:



- Peso de campo. Se obtiene en el lugar de la cosecha, utilizando una báscula de reloj, se pesa el total de mazorcas cosechadas por parcela en kg.
  
- Contenido de humedad. Al momento de la cosecha se toma una muestra de grano representativa de las mazorcas cosechadas y se determina la humedad (con un determinador portátil) en porcentaje.
  
- Peso seco. Se determina restando a 100 el por ciento de humedad de cada muestra por el peso de campo de cada parcela entre 100.
  
- Rendimiento ajustado por covarianza en cada una de las localidades debido a que se detectaron parcelas con menor número de plantas que lo programado.

El peso seco de cada una de las parcelas se ajustó después de realizar el ajuste por covarianza a través de la siguiente fórmula:

$$\hat{Y}_{ij} = Y_{ij} - \beta_{ij} (X_{ij} - \bar{X}_{..})$$

donde:

$\hat{Y}_{ij}$  = Rendimiento ajustado por regresión del  $i$ -ésimo tratamiento en la  $j$ -ésima repetición.

$Y_{ij}$  = Peso seco observado por el factor de conversión del  $i$ -ésimo tratamiento en la  $j$ -ésima repetición.

$\beta_{ij}$  = Coeficiente de regresión de  $y$  en  $x$

$X_{ij}$  = Número de plantas del  $i$ -ésimo tratamiento en la  $j$ -ésima repetición

$\bar{X}_{..}$  = Media general del número de plantas

$i = 1, 2, \dots, t$  (genotipos)

$j = 1, 2, \dots, r$  (repeticiones)

- Factor de conversión a Ton/ha. Después de ajustarse el número de plantas por parcela, se calcula el factor para convertir el rendimiento en kilogramos por parcela a rendimiento en toneladas por hectárea al 15.5 por ciento de humedad mediante la siguiente fórmula:

$$F.C. = \frac{10,000}{APU * 0.845 * 1000}$$

donde:

F.C. = Factor de conversión a toneladas por hectárea al 15.5 por ciento de humedad.

10,000 = Constante para obtener el rendimiento  
por hectárea.

APU = Area de parcela útil que se deriva del número  
perfecto de plantas por la distancia entre  
surcos, por la distancia entre plantas.

0.845 = Constante para obtener el 15.5 por ciento de  
humedad.

1000 = Constante para obtener el rendimiento en  
toneladas.

Al multiplicar el peso seco ajustado por  
covarianza, por el factor de conversión a toneladas  
por hectárea en cada uno de los tratamientos, el  
resultado es el rendimiento en toneladas por hectárea  
al 15.5 por ciento de humedad por tratamiento.

#### **Análisis de varianza individual.**

Para realizar los análisis de varianza, la  
característica agronómica calificación de mazorca que es  
en base a la escala de 1 a 5 los datos fueron transformados  
por la fórmula siguiente:

$$Y = \sqrt{X}$$

donde:

Y= Dato ajustado

$x$  = Valor a transformar

Las características agronómicas expresadas en porcentaje fueron transformadas con la siguiente fórmula:

$$Y = \text{Arc.sen.} \sqrt{\frac{x + 0.5}{100}}$$

donde:

$Y$  = Dato ajustado

$x$  = Dato en porcentaje a ser transformado

0.5= Constante

100= Constante

Una vez que fueron concentrados todos los datos se realizó un análisis de varianza individual por localidad, mediante un modelo lineal estadístico para un diseño de bloques al azar (desglosándose la fuente de variación tratamientos), el cual es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + E_{ij}$$

donde:

$Y_{ij}$  = Observación del  $i$ -ésimo tratamiento en la  $j$ -ésima repetición.

$\mu$  = Efecto de la media general

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento

$\beta_j$  = Efecto de la j-ésima repetición.

$E_{ij}$  = Efecto del error experimental.

$i = 1, 2, \dots, t$  (genotipos)

$j = 1, 2, \dots, r$  (repeticiones)

El Cuadro 3 muestra el formato de el análisis de varianza individual utilizado.

Para determinar la confiabilidad de los datos obtenidos se calculó el coeficiente de variación para cada análisis de varianza, mediante:

$$C.V. = \frac{\sqrt{CMEE}}{\bar{X}} \times 100$$

donde:

C.V. = Coeficiente de variación (%)

CMEE = Cuadrado medio del error experimental

$\bar{X}$  = Media general de tratamientos

100 = Constante para convertir a porcentaje

Cuadro 3. Formato para el análisis de varianza individual en Bloques al azar.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
Bloques	(r-1)	$\frac{\sum_{j=1}^2 Y_{.j}^2}{g} - \frac{Y_{..}^2}{gr}$	$\frac{SC}{g.l.}$	$\frac{CM}{CMEE}$
Genotipos	(g-1)	$\frac{\sum_{i=1}^{52} Y_{i.}^2}{r} - \frac{Y_{..}^2}{gr}$	$\frac{SC}{g.l.}$	$\frac{CM}{CMEE}$
Híbridos	(h-1)	$\frac{\sum_{i=1}^{45} Y_{i.}^2}{r} - \frac{Y_{..}^2}{hr}$	$\frac{SC}{g.l.}$	$\frac{CM}{CMEE}$
Testigos	(t-1)	$\frac{\sum_{i=1}^7 Y_{i.}^2}{r} - \frac{Y_{..}^2}{tr}$	$\frac{SC}{g.l.}$	$\frac{CM}{CMEE}$
H vs T	(1)	$\frac{\left(\sum_{i=1}^{45} Y_{i.}\right)^2}{hr} + \frac{\left(\sum_{i=46}^{52} Y_{i.}\right)^2}{tr} - \frac{Y_{..}^2}{gr}$	$\frac{SC}{g.l.}$	$\frac{CM}{CMEE}$

Error Exp.	(g-1)(r-1)	$\sum_{i=1}^{52} \sum_{r=1}^2 Y_{ij}^2 - \frac{\sum_{r=1}^2 Y_{.j}^2}{g} - \frac{\sum_{i=1}^{52} Y_{i.}^2}{r} + \frac{Y_{..}^2}{gr}$
Total	(gr-1)	$\sum_{i=1}^{52} \sum_{r=1}^2 Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{gr}$

---

Cuadro 4. Formato para el análisis de varianza (Parcelas Divididas).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
Localidades	(l-1)	$\frac{\sum_{l=1}^2 Y_{..k^2}}{gr} - \frac{Y_{...}^2}{grl}$	$\frac{SC}{g.l.}$	$\frac{CM}{CM^{R/L}}$
Rep./Loc.	(r-1)l	$\frac{\sum_{r=1}^2 \sum_{l=1}^2 Y_{.jk^2}}{g} - \frac{\sum_{l=1}^2 Y_{..k^2}}{gr}$	$\frac{SC}{g.l.}$	$\frac{CM}{CMEE}$
Genotipos	(g-1)	$\frac{\sum_{i=1}^{52} Y_{i..}^2}{rl} - \frac{Y_{...}^2}{grl}$	$\frac{SC}{g.l.}$	$\frac{CM}{CMEE}$
Híbridos	(h-1)	$\frac{\sum_{i=1}^{45} Y_{i..}^2}{rl} - \frac{Y_{...}^2}{hrl}$	$\frac{SC}{g.l.}$	$\frac{CM}{CMEE}$
Testigos	(t-1)	$\frac{\sum_{i=46}^{52} Y_{i..}^2}{rl} - \frac{Y_{...}^2}{trl}$	$\frac{SC}{g.l.}$	$\frac{CM}{CMEE}$



Cuadro 4.1. ....Continuación.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	F.C
H vs T	(1)	$\frac{\left(\sum_{i=1}^{45} Y_{i..}\right)^2}{hrl} + \frac{\left(\sum_{i=46}^{52} Y_{i..}\right)^2}{trl} - \frac{Y_{...}^2}{grl}$	$\frac{SC}{g.l.}$	$\frac{CM}{CMEE}$
Genotipos x Loc.	(g-1)(l-1)	$\frac{\sum_{i=1}^{52} \sum_{l=1}^2 Y_{i.k}^2}{r} - \frac{\sum_{i=1}^{52} Y_{i..}^2}{rl} - \frac{\sum_{l=1}^2 Y_{..k}^2}{gr} + \frac{Y_{...}^2}{grl}$	$\frac{SC}{g.l.}$	$\frac{CM}{CMEE}$
Híbridos x Loc.	(h-1)(l-1)	$\frac{\sum_{i=1}^{45} \sum_{l=1}^2 Y_{i.k}^2}{r} - \frac{\sum_{i=1}^{45} Y_{i..}^2}{rl} - \frac{\sum_{l=1}^2 Y_{..k}^2}{hr} + \frac{Y_{...}^2}{hrl}$	$\frac{SC}{g.l.}$	$\frac{CM}{CMEE}$
Testigos x Loc.	(t-1)(l-1)	$\frac{\sum_{i=46}^{52} \sum_{l=1}^2 Y_{i.k}^2}{r} - \frac{\sum_{i=46}^{52} Y_{i..}^2}{rl} - \frac{\sum_{l=1}^2 Y_{..k}^2}{tr} + \frac{Y_{...}^2}{trl}$	$\frac{SC}{g.l.}$	$\frac{CM}{CMEE}$

Cuadro 4.2. ....Continuación.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	F.C
(H vs T) x Loc.	1(l-1)	$\frac{\left[ Q_1^2 + Q_2^2 - \frac{(Q_1 + Q_2)^2}{2} \right] (r)}{\sum_{i=1}^{52} Cki^2}$	$\frac{SC}{g.l.}$	$\frac{CM}{CMEE}$
Error Exp.	(g-1)(r-1)l	$\sum_{i=1}^{52} \sum_{r=1}^2 \sum_{l=1}^2 Yijk^2 - \frac{\sum_{r=1}^2 \sum_{l=1}^2 Y.jk^2}{g} - \frac{\sum_{i=1}^{52} \sum_{l=1}^2 Yi.k^2}{r} + \frac{\sum_{i=1}^2 Y..k^2}{gr}$		
Total	(grl-1)	$\sum_{i=1}^{52} \sum_{r=1}^2 \sum_{l=1}^2 Yijk^2 - \frac{Y...^2}{grl}$		

$$Q_1 = \frac{\sum_{i=1}^{45} (Yi.1)(t)}{r} + \frac{\sum_{i=46}^{52} (Yi.1)(-h)}{r}$$

$$Q_2 = \frac{\sum_{i=1}^{45} (Yi.2)(t)}{r} + \frac{\sum_{i=46}^{52} (Yi.2)(-h)}{r}$$

Q = Localidades.

Para la característica rendimiento se realizó la prueba de medias mediante el método de diferencias mínimas significativas (DMS) para obtener los diferentes tratamientos estadísticos que determinan la igualdad o desigualdad estadística de los tratamientos. Se determinó mediante la fórmula siguiente:

$$DMS = t_{\alpha 0.05 \text{ g.l:EE}} \sqrt{\frac{2CMEE}{r}}$$

donde:

DMS = Diferencia mínima significativa

$t_{\alpha 0.05 \text{ g.l:EE}}$  = Constante de tablas

CMEE = Cuadrado medio del error experimental

r = Repeticiones

**Análisis de varianza (Parcelas Divididas).**

Para cada una de las variables evaluadas se realizó un análisis de varianza combinado utilizando el diseño experimental de Parcelas Divididas el cual cuenta con el siguiente modelo lineal estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + L_k + R_{jk} + H_i + (HL)_{ik} + E_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = Observación del  $i$ -ésimo tratamiento en la  $j$ -ésima repetición de la  $k$ -ésima localidad.

$\mu$  = Media general.

$L_k$  = Efecto de la  $k$ -ésima localidad.

$R_{jk}$  = Efecto de la  $j$ -ésima repetición anidada en la  $k$ -ésima localidad (Error Parcela Grande).

$H_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo híbrido.

$(HL)_{ik}$  = Efecto de la interacción del  $i$ -ésimo híbrido con la  $k$ -ésima localidad.

$E_{ijk}$  = Efecto del error experimental (Parcela Chica).

$i$  = 1,2 ..... , $t$  (genotipos)

$j$  = 1,2 ..... , $j$  (repeticiones)

$k$  = 1,2..... , $k$  (localidades)

Al igual que el análisis de varianza individual para el análisis de varianza combinado también se obtuvieron el

coeficiente de variación y su prueba de medias con el mismo método.

La fórmula para estimar la prueba de medias (DMS) es la siguiente:

$$DMS = t_{\alpha 0.05 \text{ g.l.:EE}} \sqrt{\frac{2CMEE}{lr}}$$

donde:

DMS = Diferencia mínima significativa

$t_{\alpha 0.05 \text{ g.l.:EE}}$  = Constante de tablas

CMEE = Cuadrado medio del error experimental

r = Repeticiones

l = Localidades

### **Predicción de híbridos trilineales y dobles.**

En base al comportamiento medio del rendimiento y otras características de las mejores cruzas a través de los

ambientes fueron predichas cruzas triples y dobles mediante el método "B" de Jenkins; para cruzas dobles.

$$\bar{Y}_{ij.kl} = \frac{1}{4}[\bar{Y}_{ik} + \bar{Y}_{il} + \bar{Y}_{jk} + \bar{Y}_{jl}]$$

donde:

Los índices  $i$ ,  $j$ ,  $k$  y  $l$  representan a los progenitores involucrados para la formación de una cruza doble, de la misma forma para cruzas triples es el siguiente:

$$\bar{Y}_{ij.k} = \frac{1}{2}[\bar{Y}_{ik} + \bar{Y}_{jk}]$$

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

Los resultados obtenidos de los genotipos evaluados en las dos localidades en estudio se discuten de la siguiente manera:

Con el fin de probar la primera hipótesis, la cual postula que al menos un híbrido simple supera en rendimiento y características agronómicas a los testigos comerciales y experimentales evaluados en las localidades bajo estudio, se realizaron análisis de varianza para cada localidad y en forma combinada.

La concentración de los cuadrados medios de rendimiento y las características agronómicas evaluadas y sus significancias para la localidad de Celaya, Gto. se muestra en el Cuadro 1A las cuales se discuten por fuente de variación.

En la fuente de variación Bloques hubo alta significancia para días a floración macho y hembra. Esto indica que existió heterogeneidad de fertilidad, drenaje y manejo entre los bloques de esta localidad.

Para las fuentes de variación genotipos, Híbridos, Testigos y su contraste, se observan altas significancias debido a la variabilidad genética y caracteres contrastantes de los genotipos, lo que permitió la selección de cruzas superiores.

Los coeficientes de variación se consideran aceptables, lo que indica que existió eficiencia en el manejo y buenas condiciones de cultivo. En el caso de las variables expresadas en porcentaje, los coeficientes fueron altos debido a la transformación realizada.

En el Cuadro 2A se muestra el comportamiento medio agronómico de las características evaluadas en Celaya, Gto., destacando los mejores híbridos y testigos los cuales son: SSE-255-18-19 X ANTSO 56, Híbrido Doble, 43-1-1-1-1 X ANTSO 22, Híbrido Triple 1 y MLS4-1 X ANTSO 53, con un rendimiento de 19.126, 19.082, 18.720, 17.777 y 17.667 ton/ha, con un promedio de rendimiento general de 10.107 ton/ha.



En esta localidad se observa un amplio rango entre el rendimiento máximo y el mínimo, lo que permitió seleccionar en base a la diferencia mínima significativa (DMS) para rendimiento que presento un valor de 3.855 ton/ha y los mejores genotipos dentro de ellos híbridos y testigos los cuales se muestran en el cuadro 3A superando en rendimiento los híbridos a los testigos, comprobándose la hipótesis planteada.

En base a los resultados detectados que nos indican que sí hubo diferencias significativas entre genotipos y por sus características agronómicas sobresalientes se predijeron híbridos triples y dobles para esta localidad los cuales se muestran en el Cuadro 4A cumpliendo con la segunda hipótesis planteada.

En la localidad de Gómez Palacio, Dgo. en el Cuadro 5A se muestra la concentración de cuadrados medios y su significancia de las características agronómicas evaluadas, observando significancia solo para días a floración macho y hembra para la fuente de variación Bloques lo que indica que estas características tuvieron heterogeneidad de fertilidad, drenaje y manejo entre los bloques de esta

localidad y para las demás características nos indica que fueron homogéneos los bloques.

Para las fuentes de variación Genotipos, Híbridos, Testigos y el contraste solo hubo diferencias significativas para cinco de las variables estudiadas incluyendo rendimiento.

En lo que respecta a los coeficientes de variación, estos presentan valores aceptables lo que indica que hubo eficiencia en el manejo y buenas condiciones de cultivo y en las características donde los coeficientes de variación fueron altos esto se debe a las transformaciones realizadas a las variables.

En el Cuadro 6A se muestra el comportamiento medio agronómico de las características evaluadas en esta localidad, que fue inferior a Celaya, Gto. Debido a las condiciones climáticas, detectando los mejores híbridos y testigos mas sobresalientes los cuales son: ANTSO 83 X ANTSO 87, AN-60-2 X Mez. Líneas, AN-447 O', ANTSO 83 X Mez. Líneas y SSE.255-18-19 X ANTSO 53 con un rendimiento de 12.505, 11.917, 11.795, 11.197 y 11.184 ton/ha y una media de rendimiento de 8.743 ton/ha.

En la localidad de Gómez, Palacio, Dgo. se seleccionaron los mejores genotipos en base a la diferencia mínima significativa (DMS) de rendimiento que presento un valor de 3.735 ton/ha los cuales se muestran en el Cuadro 7A con una media de rendimiento de 10.207 ton/ha superando en rendimiento los híbridos a los testigos comerciales.

En base al rendimiento y características agronómicas deseables y diferencias significativas entre genotipos se predijeron híbridos triples y dobles los cuales se muestran en el Cuadro 8A de esta localidad.

En el Cuadro 5 se muestran los cuadrados medios de rendimiento y características agronómicas evaluadas en forma combinada, para los caracteres que fueron comunes en las dos localidades Celaya, Gto. y Gómez Palacio, Dgo.

Para la fuente de variación localidades se observan altas diferencias significativas en la mayoría de las variables. Estas diferencias se deben a la variación

Cuadro 5

existente de condiciones climáticas que existen en cada localidad.

En la fuente de variación Genotipos, Híbridos Testigos, H Vs T y sus respectivas interacciones se observan altas diferencias significativas para la mayoría

de las variables esto se debe a la variabilidad genética de cada genotipo y a sus características contrastantes con los demás. Cabe hacer notar que la fuente testigos no mostró diferencias, lo que indicó que son semejantes entre si, además interactuaron en menor grado que los híbridos con el ambiente.

Estas diferencias en las interacciones se deben a los efectos ambientales, puesto que son ambientes con climas diferentes.

Los coeficientes de variación son altos en dos variables Mazorcas podridas y Fusarium en mazorca, debido a transformaciones a que fueron sometidas las variables, por lo que los demás coeficientes se consideran aceptables esto nos indica que hubo homogeneidad y eficiencia en el manejo del cultivo, ya que nos determinan la confiabilidad del experimento.

En el Cuadro 6 se muestra el comportamiento medio agronómico de las características evaluadas en forma combinada de las dos localidades sobresaliendo los híbridos y testigo siguientes: SSE-255-18-19 X ANTSO 56, ANTSO 83 X ANTSO 87, Híbrido Doble, AN-447 O' y SSE-255-18-19 X ANTSO 53 con un rendimiento de 14.691, 14.542, 14.505, 14.380 y

14.188 ton/ha y una media de rendimiento general de 9.425 ton/ha.

En base a su rendimiento por medio de la prueba diferencia mínima significativa (DMS) y características agronómicas deseables se seleccionaron las mejores cruzas simples las que se muestran en el Cuadro 7 con un promedio de rendimiento de 13.504 ton/ha superando 2 híbridos al mejor testigo comercial y a los testigos experimentales.

Se predijeron híbridos triples y dobles para las dos localidades las cuales se muestran en el Cuadro 8. Estas cruzas fueron predichas en base al rendimiento y a que varias líneas participan en la formación de híbridos comerciales mencionadas en la descripción del material genético.

Cuadro 6

Cuadro 7



Cuadro 8

Las líneas SSE-255-18-19, ANTSO 56, ANTSO 83, ANTSO 87 y ANTSO 53, son con las que se obtuvieron los más altos rendimientos en sus combinaciones, mostrando su comportamiento medio agronómico de las dos localidades (Cuadro 6), ya que como se menciona en la descripción del material genético tienen una alta capacidad de combinación (ACG) y respuesta agronómica en sus progenies.

## CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y de acuerdo con los objetivos e hipótesis planteados se concluye para la localidad de Celaya, Gto. que el híbridos SSE-255-18-19 X ANTSO-56 (19.126 ton/ha) superó en rendimiento al testigo híbrido doble, sin embargo y de acuerdo a la prueba de DMS, un número considerable de cruzas presentan un comportamiento similar al de los testigos, sobresaliendo las cruzas: 43-1-1-1-1 X ANTSO 22 y MLS4-1 X ANTSO 53 con un rendimiento de 18.720 y 17.667 ton/ha respectivamente.

Para esta localidad se predijeron cinco híbridos triples y un doble en base a rendimiento y características agronómicas deseables de las cruzas simples evaluadas.

En la localidad de Gómez Palacio, Dgo. Dos híbridos superaron a los testigos comerciales, sobresaliendo las cruzas: ANTSO 83 X ANTSO 87, AN-60-2 X Mez. Líneas, ANTSO 83 X Mez. Líneas y SSE-255-18-19 X ANTSO 53 con rendimientos de 12.505, 11.917, 11.197 y 11.184 ton/ha. El

mejor testigo fue AN-447 O' con un rendimiento de 11.795 ton/ha.

En base a dicha respuesta se predijeron cinco híbridos triples y un dobles.

De acuerdo a los resultados obtenidos por el comportamiento medio agronómico de los híbridos evaluados en forma combinada, podemos concluir que los dos primeros genotipos SSE-255-18-19 X ANTSO 56 y ANTSO 83 X ANTSO 87 , superaron en rendimiento a los mejores testigos comerciales y experimentales con un rendimiento de 14.691 y 14.542 ton/ha respectivamente, cabe hacer notar que ambas cruzas sobresalieron en las dos localidades de prueba.

En forma combinada se predijeron cinco híbridos triples y un dobles los cuales se adaptarían a cualquiera de las dos localidades por su rendimiento y características agronómicas deseables.

Las predicciones de híbridos triples y dobles tienen ventajas ya que permite detectar cuales líneas combinan mejor en los ambientes de prueba y que demuestren su potencial genético y en base a ello se pueden seleccionar líneas superiores y así formar híbridos con altos

rendimientos y características agronómicas deseables, es decir explotar adecuadamente el fenómeno de heterosis.

## BIBLIOGRAFIA

- Aldrich R.S. y Leng Earl R. 1974. Producción moderna del maíz, 1<sup>a</sup> Edición, Editorial Hemisferio Sur, S.R.L. p.34.
- Allard, R.W. 1980. Principios de la mejora genética de las plantas. 4<sup>a</sup> Edición. Editorial Omega, S.A. Barcelona, España. p. 232-235, 276-278.
- Besnier, R.F. 1989. Semillas, Biología y tecnología. De. Mundi-Prensa. Impreso en España. p.232.
- Betancourt C.Q. 1988. Comportamiento de híbridos dobles experimentales de maíz en el Trópico Seco y bajío de México. Tesis. Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Castillo A.P. y Velázquez R.F. 1996. Evaluación de híbridos comerciales de maíz en el Valle del Fuerte, Sinaloa. Memorias del XVI Congreso de fitogenética, Montecillos, Texcoco, Edo. De México. p. 119.
- Chávez A.J.L. 1995. Mejoramiento de plantas 2, 1<sup>a</sup> Edición, Editorial trillas. P. 83.
- De la Loma, J.L. 1982. Genética general y aplicada, Editorial Hispano-Americana S.A., México.
- Delorit, R.J. 1975. Producción Agrícola. Segunda impresión, Editorial Continental, S.A. México, D.F. p 51-66.

- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. U.N.A.M. Dirección General de Publicaciones México, D.F.
- Guzmán M.E.R. 1984. Rendimiento y estabilidad de híbridos triples y dobles de maíz evaluados en 6 localidades. Tesis. Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Herskowitz, I.H. 1970. Genética, Tercera reimpresión, Editorial CECSA, México.p.14.
- INEGI, 1997. El Sector Alimentario en México. Primera Edición, Aguascalientes, Ags. México. p.13,55.
- Jenkins, M.T. 1934. Methods of estimating the performance of double crosses in corn. Jour. Amer. Soc. Agron. 26: p. 199,204.
- Jugenheimer, W.R. 1981. Maíz, Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. 1ª Edición, Editorial Limusa, S.A., México D.F. p.132,177.
- Llanos, C.M. 1984. El Maíz, su cultivo y aprovechamiento, Ediciones Mundi-Prensa, Impreso en España.
- Madueño M.J.I., Sánchez P.P. y Galvan P.B. 1996. Evaluación de híbridos comerciales de maíz bajo condiciones de riego en el Valle de Culiacán, Sinaloa. Memorias del XVI Congreso de fitogenética, Montecillos, Texcoco, Edo. de México. p. 208.
- Márquez, S.F. 1974. El problema de la interacción genética ambiental en genotecnia vegetal. Patena, A.C. Chapingo, México.p.138.
- Otsuka, y., S.A. Eberhart and W.A. Russell. 1972. Comparisons of prediction formulas for maize hybrids. Crop. Sci. 12 (3): p. 315-331.

- Poelhman, J.M. 1987. Mejoramiento genético de las cosechas. Décima reimpresión, Editorial Limusa, S.A. de C.V., México, D.F. p. 270-275.
- Poey D.F.R. 1978. El mejoramiento integral del maíz, Editorial Colegio de posgraduados, Chapingo, México. p.63.
- Reyes C.P. 1985. Fitogenotecnia básica y aplicada, 1ª Edición, Editorial AGT. Editores, S.A., México D.F.
- Robles, S.R. 1986. Genética elemental y fitomejoramiento práctico. Primera edición. Editorial Limusa. México, D.F. p. 339-348.
- Ron P.J., Ramírez D. J.L., Valdivia B.R. y Maya L.J.B. 1996. Tipo de híbridos de maíz en la región centro-occidente de México desarrollados por el INIFAP. Memorias del XVI Congreso de fitogenética, Montecillos, Texcoco, Edo. de México. p. 228.
- Sánchez P.J., Madueño M.J.I., Sánchez P.P., y Galvan P.B. 1996. Evaluación de híbridos comerciales de maíz para primavera-verano bajo condiciones de riego en Sinaloa. Memorias del XVI Congreso de fitogenética, Montecillos, Texcoco, Edo. de México. p. 207.
- Sprague, G.F. 1977. Corn and corn improvement. De. Am. Soc. Agron., Medison, Wis. P.323-324.
- Stansfield, W.D. 1978. Teoría y problemas de genética. Editorial libros Mc Graw-Hill de México, S.A. de C.V. México, D.F. p.22.
- Vallejo D.H.L. y Rocha A.J.L. 1996. Adaptabilidad de híbridos de maíz comerciales para la región templada de Michoacán (1500 a 1900 msnm). Memorias del XVI Congreso de fitogenética, Montecillos, Texcoco, Edo. de México. p. 210.



Venagas S.H. y Ramírez V.H. 1996. Evaluación de híbridos triples de maíz ciclo intermedio en la región de los Altos de Jalisco. Memorias del XVI Congreso de fitogenética, Montecillos, Texcoco, Edo. de México. p. 212.

**APENDICE**