

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



“Nuevos Híbridos de Maíz para el Bajío Mexicano, Formado con Germoplasma Interinstitucional (UAAAN - CIMMYT)”

Por:

DARINEL TORRES HERNÁNDEZ

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Mayo de 2006**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

“Nuevos Híbridos de Maíz para el Bajío Mexicano, Formado con Germoplasma Interinstitucional (UAAAN - CIMMYT)”

Por:

DARINEL TORRES HERNÁNDEZ

TESIS

Aprobada por el comité de Tesis:

M.C. M^a Cristina Vega Sánchez
Asesor principal

Ing. Raymundo Cuellar Chávez
Sinodal

Ing. José Luís Guerrero Ortiz
Sinodal

Ing. Raúl Gandara Huitron
Sinodal

M.C. Arnoldo Oyervides García
Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Mayo de 2006

DEDICATORIA

A mi Madre:

Sra. Elvira Hernández Hernández

Por todo el amor que me ha depositado, por tus oraciones que me brindas día con día, por la profunda preocupación al encontrarme fuera de casa, por que con mucho esfuerzo y sacrificio ha sabido sacarme adelante, como puedo agradecerte lo que has hecho por mí, que Dios me la bendiga ¡Gracias mamá, te quiero mucho!

A mis hermanas (o):

Juana, Yolanda, Magdalena, Cecilia, Zoila, Samuel y Beatriz

Quienes han vivido junto a mi lado momentos de alegría y tristeza, por el cariño y respeto que nos tenemos y sobretodo por apoyo incondicional que siempre me han dado.

A mis sobrinos (as):

*Sandy Cristell, Claudia Estela, Gabriela, Mariana, Rubicel, Daniel,
Kevin Oswaldo.*

Quien con su sonrisa y sus pasos de caminar en la vida; han llenado mi existencia de amor y felicidad.

A mi cuñado:

Lic. Jacob Morales Villarreal,

Por todo su apoyo, por su amistad, por motivarme a seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

A DIOS:

Por que me ha permitido seguir viviendo, por lo bueno y lo malo que he vivido, por la fe que me da para inspirarme a superarme cada día más y dispuesto a llegar muy lejos si Dios me lo permite.

A MI “ALMA MATER”:

Por abrirme sus puertas para realizar mis estudios y formarme como profesionista, ya que me dio el camino de la sabiduría a través de sus maestros, la cual es una de las armas para seguir adelante por el camino de la vida.

A la **M.C. Ma. Cristina Vega Sánchez** por su valiosa orientación, por su amistad, por su paciencia, por su confianza que deposito en mí y sobretodo por haberme dado la oportunidad de realizar mi trabajo de tesis.

Al **Ing. Raymundo Cuellar Chávez** por su valiosa colaboración en este trabajo, por su amistad y aportación brindada en esta tesis.

Al **Ing. José Luís Guerrero Ortiz** por formar parte del comité de asesoría, por su participación.

Al **Ing. Raúl Gandara Huitrón** por participar generosamente en este trabajo.

Al Ing. Daniel Sámano Garduño, por su amistad y a todo el IMM.

A la **Generación 100** de la especialidad de producción y amigos (as) de afuera, que me brindaron su amistad en todo este tiempo “gracias”.

Por que Jehová da la sabiduría y de su boca viene el conocimiento y la inteligencia (Prov. 4:5).

INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
INDICE DE CUADROS.....	vi
APÉNDICE.....	vi
RESUMEN.....	vii
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Heterosis.....	4
Híbridos simples.....	10
Híbridos triples.....	13
Híbridos dobles.....	15
MATERIALES Y METODOS	18
Descripción de área de estudio.....	18
Material genético.....	19
Características experimentales.....	21
Características agronómicas evaluadas.....	22
Modelo estadístico.....	26
Análisis de varianza individual.....	26
Análisis de varianza combinado.....	28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
CONCLUSIONES.....	43
RECOMENDACIONES.....	45
BIBLIOGRAFÍA.....	46
APÉNDICE.....	51

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Características de las localidades	18
2	Material genético utilizado de los experimentos.....	19
3	Características por localidades.....	21
4	Concentración de cuadrados medios y sus significancia para las características evaluadas en Buenavista, Saltillo, Coahuila.....	32
5	Concentración de cuadrados medios y sus significancia para las características evaluadas en La Ventura, Saltillo, Coahuila.....	34
6	Concentración de cuadrados medios y sus significancia para las características evaluadas de la forma combinada para las dos localidades.....	38
7	Híbridos superiores por localidad y en forma combinada.....	40
8	Relación de cruzas simples con valores superiores de ACG.....	41

APÉNDICE

Cuadro		Pág.
1A	Concentración de medias de las características evaluadas en la localidad de Buenavista, Saltillo, Coahuila.....	51
2A	Concentración de medias de las características evaluadas en la localidad de La Ventura, Saltillo, Coahuila.....	53
3A	Concentración de medias de las características evaluadas de la forma combinada para las dos localidades.....	55
4A	Rendimiento y ACG de las cruzas simples que participaron con un macho común en las dos localidades.....	57

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en dos localidades de Saltillo, Coah. Buenavista y La Ventura durante el ciclo P-V 2004-2005, respectivamente, donde se evaluaron tres series de híbridos triples formados con líneas nuevas y tradicionales del IMM y del CIMMYT.

Se utilizó el diseño de bloque al azar con dos repeticiones por localidad a una densidad de 62,500 ptas ha⁻¹ con la finalidad de conocer las diferencias que presenten los híbridos en los caracteres a evaluar.

Los objetivos planteados en este estudio fueron los de explotar la heterosis que existe en los materiales y seleccionar aquellos que superen o iguallen estadísticamente a los testigos comerciales.

De los resultados obtenidos al realizar los análisis de varianza particionando los efectos, se aprecia que los materiales evaluados presentan una gran variabilidad genética consecuencia de la combinación de líneas no emparentadas.

En cada localidad y en forma combinada, un grupo de híbridos presentó comportamiento estadístico superior o iguales al mejor testigo en

Buenavista ANE-I-103 superó al mejor testigo AN-447, en La Ventura 14 híbridos experimentales superaron al testigo VAN-543. En esta localidad los rendimientos fueron bajos debido a los factores climáticos en este caso las bajas temperatura y las heladas que afectaron en la etapa final del llenado de grano de los materiales.

El rendimiento promedio en Buenavista, Saltillo fue de 8.333 Ton ha⁻¹, el mejor testigo fue AN-447 con 12.497 Ton ha⁻¹ y el mejor híbrido experimental fue ANE-I-103 con 13.352.Ton ha⁻¹.

Para La Ventura, Saltillo la media del rendimiento fue de 5.032 Ton ha⁻¹, el mejor testigo fue la VAN-543 con 6.005 Ton ha⁻¹, por lo que el mejor híbrido fue el ANE-II-34 con 8.341 Ton ha⁻¹ como anteriormente se mencionó los rendimiento fueron muy bajos debido a los factores climáticos.

En forma combinada el rendimiento promedio fue de 6.712 Ton ha⁻¹, el testigos AN-447 mostró un rendimiento de 8.839 Ton ha⁻¹, que fue superado por el híbrido ANE-III-337 que rindió 9.916 Ton ha⁻¹.

Por su comportamiento agronómico se seleccionaron 12 híbridos triples experimentales, perteneciendo siete a la serie ANE-I (líneas tradicionales del IMM con líneas del CIMMYT); tres de la serie ANE II (líneas

nuevas del IMM con líneas del CIMMYT) y dos de la serie ANE-III (línea tradicionales y nuevas del IMM).

Por su aptitud combinatoria general se seleccionaron ocho cruzas simples, participando cinco de ellas en los híbridos seleccionados.

Por lo anterior se concluye que la hipótesis de trabajo se acepta y los objetivos se cumplen, puesto que se logró la selección de híbridos con respuesta superior o igual al mejor testigo.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del maíz (*Zea mays L.*) se ha convertido, no solo en México sino en buena parte del mundo, en el sustento permanente de múltiples grupos campesinos, es el alimento barato de millones de trabajadores asalariados urbanos y es materia prima estratégica de la ganadería mundial y la industria de alimentos.

El maíz es un producto de enorme importancia social y económica en México, ya que ocupa el 62% de la superficie cultivada y da empleo a cerca de 3 millones de agricultores.

Se estima que entre 15 y 18 millones de personas dependen en el país de la producción de esta planta para ganarse la vida. Su cultivo se extiende a lo largo de todo el territorio nacional, sobre distintos contextos geográficos, ecológicos, técnicos y sociales.

México es el centro de origen del maíz y sigue siendo el mayor centro de diversidad de la especie, es el quinto productor a nivel mundial y el cuarto importador de grano.

El mercado mexicano de maíz es un mercado en expansión, tanto para consumo animal como para uso industrial y consumo humano directo, por eso, a pesar del aumento constante en la producción, el país importa cada vez más grano.

Pero en la realidad para muchos productores de maíz, la brecha de productividad es insuperable. Muchos de ellos siguen sembrando la planta aunque su cultivo no es redituable, porque no hay muchas opciones en un mercado ocupacional deprimido, no poseen recursos para adquirir nuevas tecnologías y tienen un enorme miedo al cambio, a la crítica y al fracaso (Saad, 2004).

En el Instituto Mexicano del Maíz “Dr. Mario E. Castro Gil” de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, se ha logrado desarrollar varios programas de investigación encaminados al mejoramiento genético en el cultivos de maíz, cuyo propósito es incrementar sus rendimientos por unidad de superficie y sobre todo que presenten características agronómicas deseables, para facilitar la producción de semilla e incluso superar los rendimientos actuales.

Uno de los programas está encaminado a la generación de híbridos para climas templado con altitudes de 1000 a 1800 msnm, conocido como región subtropical o bajío.

En el presente trabajo se evalúan híbridos triples y dobles que se encuentran en su etapa final, formados con gemoplasma nuevo del IMM y del CIMMYT en combinación con líneas tradicionales del programa, persiguiendo los siguientes:

Objetivos

- ✓ Explotar la heterosis que se manifiesta en los materiales al evaluarlos en el campo exponiéndolo a la diversidad ecológica.
- ✓ Seleccionar híbridos triples y dobles experimentales de igual o mayor rendimiento que los testigos comerciales.

La hipótesis de trabajo es la siguiente:

- ✓ Existe al menos un material de igual o mayor rendimiento que los testigos, que pueda ser explotado satisfactoriamente por agricultores del bajío mexicano.

REVISIÓN DE LITERATURA

Heterosis

Shull citado por Márquez (1988) fue el primero en tener en claro el concepto de heterosis, la interpretación de tal concepto sugerido por Shull fue: el mayor vigor, tamaño, fructificación, velocidad de desarrollo, resistencia a enfermedades y a plagas, manifestado por los organismos. Por su parte Márquez (1988) señala que en términos genéticos heterosis significa que siendo el híbrido el genotipo heterocigote y las líneas autofecundadas, que lo forman son homocigotas, su progenie es superior a cualquiera de éstos en los atributos señalados en el vigor híbrido, lo que concuerda con Shull, quien menciona que la heterosis es un aumento en cuanto a heterocigocidad presentada por la misma planta.

La heterosis se manifiesta por la variabilidad genética relacionada con características genotípicas de los materiales, siendo uno de los efectos para identificar materiales que tengan una mayor potencialidad en rendimiento de grano (Gaytán citado por Flores, 1995)

Poehlman (1965) cita que el vigor híbrido o heterosis se puede definir como el exceso de vigor con respecto al vigor promedio de sus progenitores,

considera que puede manifestarse en muchas formas: mazorcas más grandes, más hilera de granos por mazorcas, mayor nudos por plantas, más peso total por planta o un mayor rendimiento de grano, donde dichos efectos son consecuencia de la interacción de los genes dominantes favorables.

El vigor híbrido o heterosis es un fenómeno de herencia cuantitativa, ya que las características muestran un comportamiento satisfactorio por lo que muchos estudios consideran que es un camino biológico a seguir para el mejoramiento genético de las plantas (Elliot citado por González,1995).

Debido a la fecundación cruzada en las plantas alógamas, se obtiene un mayor grado de heterocigotos, también tras el cruzamiento entre especies, variedades o líneas puras, surge un aumento en la expresión de ciertos caracteres, por lo que la máxima expresión de la heterosis se da en plantas fuertemente alógamas (Cubero, 1999).

Cadena (2004) mediante un cruzamiento dialélico entre grupos de maíz enanos y exóticos evaluados en Celaya, Gto., La Piedad, Mich., y General Cepeda, Coah., encontró que en los grupos de Maíz Enano y Exótico existe suficiente variabilidad genética por lo que concluye que en el grupo de Maíz Enano se encontró un gran efecto de dominancia en las líneas MLS₄-1 y E-94 para el grupo Exótico, las cuales son las mejores para los cruzamiento

superiores como: MLS₄-1 x PE-112-7 en Maíz Enano y E-195 x E-94 y E-94 x E-82 en el grupo Exótico.

De la Cruz y col. (2003) citaron que a partir de las cruzas dialélicas de doce progenitores, seis híbridos comerciales adaptados: Tornado, C-220, D-880, P-3066, A-7573 y H-357; y seis poblaciones exóticas: Pob-49 y Pob-32 del CIMMYT, el híbrido comercial P-3394, los sintéticos SynB73 y SynMo17 y el criollo Blanco de Ocho, calcularon la heterosis a través de cuatro ambientes y los efectos de ACG y ACE y concluyeron que la mejor cruza en rendimiento de grano fue P-3394 x D-880 (5683 kg ha⁻¹) con heterosis de 183 % que también presentó la ACE más alta y significativa, los híbridos adaptados que menos combinaron con los exóticos fueron P-3066 y A-7573. La heterosis promedio para rendimiento de adaptados x exótico fue superior (73 %).

De la Rosa y col.(2000) realizaron un estudio para identificar híbridos con valor genético, la estimación de habilidad combinatoria fue obtenida por medio del método IV de Griffin y la distancia genética por el método de Troyer, por lo que concluyeron que las cruzas más sobresaliente fueron: AS910 x AS4450 y PP9538 x AS948 con rendimiento de 17.538 y 17.463 t/ha respectivamente y éstas misma obtuvieron ACE más altas, las cruzas con la heterosis más alta en base a la media de los padres fueron: PP9539 x AN453 y PPP9603 x PP9539 con 11.35 y 11.13% respectivamente, los híbridos con

alta ACG fueron PP9539 y AN447 con 1.168 y 0.684 respectivamente y las mejores heterosis se encontraron en PP9539 y A7500 con 2.269 y 1.170 respectivamente, por lo que los híbridos más relacionados son AN450 y AS910 con una distancia génica de 0.033 y una heterosis de 47.68%.

Márquez (1989) investigó la heterosis al cruzar líneas hermanas y sublíneas derivadas de la misma línea, en cuatro tipos de líneas endogámicas: autofecundadas, fraternales, mesofraternales y retrocruzadas y concluye que la heterosis se incrementa al aumentar la endogamia. Por lo que en las líneas fraternales y mesofraternales, si las frecuencias génicas de los homocigotes dominantes y de los recesivos son iguales o simétricas, se obtiene el mismo resultado, es por eso que recomienda no emplear líneas retrocruzadas para formar la cruce simple de una cruce trilineal pues la heterosis promedio es negativa.

Sierra y Preciado (1988) realizaron investigaciones en variedades precoces de maíz para zonas de temporal, donde su objetivo era conocer la heterosis y el tipo de acción génica del rendimiento de grano por lo que realizaron cruzamientos dialélicos entre ocho poblaciones de maíz y concluyeron que existen poblaciones precoces como PABC Precoz y Pool 15, que poseen un efecto varietal en sus cruces y que los valores de heterosis en la mayoría de las cruces con NLVS-30 fueron las de mejor comportamiento,

los máximos valores de heterosis ocurrieron en los cruzamientos de Pool 15 x Zapalote Chico y V-424 x comp. Precoz C₂ .

Romero y col. (1992) analizaron patrones heteróticos de maíz en Tlaltizapán, Morelos., con el fin de conocer el rendimiento y sobretodo las características agronómicas de colecciones *per se* de razas mexicanas de los grupos heteróticos Tuxpeño y ETO. Concluyeron que existen diferencias en el comportamiento heterótico de las colecciones de las cruzas con Tuxpeño y ETO y que hay diversidad genética para rendimiento dentro de las colecciones, lo cual abre la posibilidad de aprovecharlas en programas de mejoramiento.

Morales y col. (1996) estimaron los efectos de heterosis y la aptitud combinatoria durante el ciclo de O-I 94-95 en dos localidad de Colima, en donde realizaron 15 cruzamientos entre híbridos comerciales: A7520, P3296, H-357, D-801-B, C-220 y Tornado. Para el ciclo de P-V 94-95 se evaluaron dichos cruzamientos junto con los híbridos en F₁ y F₂ en cinco localidades de Jalisco, bajo condiciones de temporal. Concluyen que el híbrido A7520, mostró un efecto más bajo de heterosis e inverso del híbrido P3296, en cambio, en H-357 el efecto de heterosis fue aceptable, los cruzamiento de mayor rendimiento y de AC más alta y positiva fueron P3296 x H-357 (2x3), P3296 x Tornado (2x6) y P3296 x D-801B (2x4). Sin embargo, las combinaciones: A7520 x P3296(1x2), P3296 x C220 (2x5) y H-357 x D-801B x (3x4), lograron superar al menos a uno de ellos; los híbridos F₂ en promedio rindieron 30% menos que los híbridos en F₁.

Molina y Lobato citados por Guerra (2000) detectaron una correlación en la heterosis para rendimiento, esto es en base al promedio de rendimiento *per se* de dos líneas progenitoras, y para la heterosis evaluada en base al promedio de la ACG de las líneas progenitoras, reportan que en el segundo indican una correlación casi perfecta señalando que en la mayoría de los casos, las cruzas con alto grados de heterosis son las que presentan un mayor rendimiento.

Mendoza y col. (1998) evaluaron 15 líneas tropicales de maíz con buenos rendimiento, formaron dos grupos, el grupo uno de 10 líneas (UA1-UA10), de la raza Tuxpeño, derivadas por el IMM y cinco (C1-C5) seleccionadas por el CIMMYT, la finalidad era identificar las mejores líneas y los mejores híbridos de mayor heterosis para el trópico húmedo, donde encontraron para el grupo uno la UA2 que fue el más sobresaliente con 6.274 t/ha, la línea C1 con 6.260 t/ha, siendo la mejor craza UA2 x C1 con 7.65 t/ha, sin embargo, la craza UA4 x C5 tuvo un rendimiento aceptable, la craza UA2 x C1 presentó un comportamiento de heterosis de 21.93 % y la UA3 x C2 fue de 0.36% concluyen que los datos obtenidos en rendimiento actualmente para trópico húmedo son bajos.

Coutiño (2004) menciona que en la Región de la Frailesca de Chiapas se cultivan aprox. 120,000 ha de maíz donde en el 8.5% se utiliza semilla certificada de más de una docena de empresas privadas. Se evaluaron dos híbridos de cada una de las siete empresas que comercializan a la región durante el temporal del 2000 - 2002 con la finalidad de encontrar heterosis en combinaciones entre ellas. Se formaron dos dialélicos de 7 progenitores utilizando un híbrido de cada empresa, se encontró una heterosis media de hasta 34% en la mejor crusa de híbrido, en la F_2 de los mejores pares heteróticos se derivaron líneas, se formaron nuevas cruzas con líneas S_1 y se avanzaron a S_2 donde un pequeño grupo selecto de 20 de estas cruzas y sus híbridos comerciales se evaluaron durante el temporal del 2003 y se avanzaron las líneas a S_3 , dos cruzas resultaron sobresalientes con rendimiento de grano de 8.4 y 8.5 t ha⁻¹ y con heterosis media de 20 y de 14% sobre el mejor progenitor, las características fenotípicas de las mazorcas fueron excelentes, de tamaño grande, de buena cobertura, sanas con grano blanco de textura dentada. Se pretende continuar evaluando hasta la S_4 de las líneas progenitoras mediante un esquema de hibridación que permita obtener mejores materiales para la región.

Híbridos Simples

Aldrich y Leng (1974) mencionan que para que los híbridos tengan una buena aceptación en el comercio, ésto ha sido a consecuencia de dos adelantos en el mejoramiento y producción de semilla los cuales son:

a) Muchas líneas endocrías actuales que son bastante vigorosas y capaces de lograr un buen rendimiento de semillas o de producir gran cantidad de

polen, b) Emplear técnicas de cruzamiento de “línea-hermana” para producir cruzas especiales o triples donde la mayoría de ellas son casi uniformes como la verdadera craza simple, la semilla de éstas puede competir con el precio de una craza doble.

Morfin (1990) señala que los híbridos simples y dobles tienen una gran repuesta para obtener buenos rendimientos y que además tiene un amplio rango de adaptación y en su trabajo utilizó materiales simples tropicales bajo condiciones de temporal y concluye que los materiales utilizados fueron superiores en rendimiento al testigo.

Moreno (2002) identificó híbridos de maíz de cruzas simple de alto rendimiento en suelos de Valles Altos con alto y bajo contenido de Nitrógeno donde evaluó 19 cruzas A_i x CML349 y x CML246, 33 cruzas B_j x CA1L244 y x CML352 y concluyó que los mejores cruzas en suelo con alto contenido de Nitrógeno fueron A_{15} y A_{18} x CML349, las cuales superaron en 13.4% al mejor testigo; en el ambiente de bajo contenido de Nitrógeno, el híbrido A_8 x CML349 fue superior en 14.3% al mejor testigo y para los genotipos B, la mejor craza en suelos de alto contenido de Nitrógeno fue B_{24} x CML244, la cual superó al testigo en 15.7% y de bajo contenido fue R26 x CML244 superior en 33% al testigo.

Espinosa y Tadeo (1992) evaluaron dos cruza simples (M17 x M18 y M36 x M37) durante el ciclo de P-V de 1989 en el campo experimental Valle de México, en sus resultados encontró que las M17 x M18 superó estadísticamente en 1447 kg/ha^{-1} al rendimiento total de semilla comercial de la cruza M36 x M37, indica que la cruza simple M17 x M18 debe emplearse como progenitor hembra en la producción de semilla para híbridos dobles.

Ramírez (1989) evaluó cruza simples y concluye que los materiales de mayor prepotencia son aquellos que producen mejores rendimiento, también menciona que las mismas líneas participan como progenitores en cruza más estables.

Cervantes y col. (2002) seleccionaron líneas endogámicas de alto rendimiento para generar híbridos de cruza simples a partir de la variedad CP-561 cuya semilla fue irradiada con rayos gamma de 60 Co y en alta densidad seleccionando plantas vigorosas y con altura intermedia de planta, posteriormente se siguió el método genealógico hasta obtener líneas S_9 a S_{13} de dos poblaciones identificadas como A y B. Las líneas progenitoras (A y B), las cruza de línea A por línea B la variedad comercial CP-561 y el híbrido comercial H-512 del INIFAP fueron evaluados en Tepatales, Ver., México en 1998 y en 1999 las mejores 16 cruza, CP-561 y H-512 se evaluaron en tres densidades de siembras $62,500$; $81,250$ y $100,000 \text{ ptas ha}^{-1}$ en la misma localidad. Los resultados mostraron que siete líneas superaron a la población

original CP-561 y cinco a H-512. El rendimiento de las cruzas superaron en 61.7% y 41.8 % a CP-561 y H-512, respectivamente. Ellos concluyeron que con la irradiación de semilla se amplió la variabilidad genética de la variedad CP-561, permitiendo obtener híbridos simples de alto rendimiento en las densidad de 100,000 ptas ha⁻¹, cuyas líneas tuvieron rendimientos similares al de la variedad original.

Bejarano y col. (2000) evaluaron en dos localidades de Venezuela 13 genotipos de maíz (seis cruzamiento simples, cinco líneas progenitoras y dos testigos), en sus resultados encontraron diferencias para el efecto ambiental en las variables de altura de planta y mazorca y diferencias altamente significativas para acame y prolificidad; sin embargo, indican que un cruzamiento simple a un nivel de endocria $S_1 \times S_1$, tendrá el mismo comportamiento en esta variables que un cruzamiento $S_3 \times S_2$ ó $S_2 \times S_3$, a medida que se utilicen híbridos simples en la producción de maíz y aprovechando la máxima reacción de vigor y el manejo de las líneas será más fácil tener híbridos más uniformes y rendidores.

Híbridos Triples

La F_1 de un híbrido entre un par de líneas puede cruzarse con otra línea pura para producir un híbrido de tres vías $(A \times B) \times C$, donde el híbrido simple se utiliza como genitor femenino y para que la línea pura utilizada

como genitor masculino de buenos resultados, debe ser una excelente productora de polen (Allard, 1967).

Chávez (1995) menciona que los híbridos triples se forman con tres líneas autofecundadas, es decir, son el resultado de un cruzamiento entre una cruce simple y una línea autofecundada. Para formarlos se polinizan las plantas de la cruce simple con polen del progenitor masculino, el cual debe ser una línea muy productora de polen, también menciona que la combinación de las tres líneas autofecundadas da la oportunidad de combinar un mayor número de factores favorables para el crecimiento y capacidad de rendimiento.

Jugenheimer (1981) cita que la producción de híbridos triples ocasiona menos costos que los híbridos simples, aunque es más cara que los híbridos dobles, considera que no son tan uniformes como los híbridos simples, estos híbridos son utilizados mucho en los Estados Unidos para la producción de maíz dentado y reventón.

López (2004) evaluó híbridos triples a partir de 12 líneas élite y 14 cruces simples, formadas con germoplasma del IMM y de CIMMYT (CML), en las localidades de Celaya, Gto., y Parras, Coah., con la finalidad de seleccionar híbridos de buenos rendimientos y líneas y cruces con un buen comportamiento de aptitud combinatoria.

En los resultados encontró que hay híbridos triples sobresaliente en Celaya, Gto., como: (MLS₄-1 x CML-264) x CML-312; (43-1-1-1-4 x CML-254) x CML-312; para Parras Coah., (43-1-1-1-4 x CML-87) x 255-18-19; (MLS₄-1 x CML-108) x CML-321, donde las líneas superiores en Celaya fueron: CML-321, CML-264 y 43-1-1-1-4, para Parras, Coah., CML-87, 255-18-19 y CML-108, las cruza simples (probadores) en Celaya, Gto., discriminaron de una forma aceptable a las líneas con las que fueron cruzadas y en Parras, Coah., no se encontraron diferencias estadísticas.

Híbridos Dobles

Estos se forman con cuatro líneas autofecundadas, es decir, son la progenie obtenida de una crusa entre dos híbridos simples. Una crusa simple (A x B) se combina con una segunda crusa (C x D), las cuales se seleccionan por su vigor, uniformidad y alto rendimiento, las cruza dobles son en realidad un híbrido entre dos cruza simples, por eso no son tan uniformes como éstas, debido a que las cuatro líneas no siempre combinan bien en todo sus pares de genes, por tal motivo, hay mayor variabilidad de plantas en este tipo de cruza (Chávez, 1995).

Pimentel (1993) identificó en cuatro localidades, híbridos dobles por medio de probadores de cruza simples donde encontró híbridos con capacidad agronómica, rendimiento, heterosis útil y estabilidad en base a los

testigos utilizados, los híbrido dobles en la localidad de Atoyac, Jal., fueron: (AN24 x 255) x (232-10-11-1 x 255-18-19), en Celaya, Gto., fueron:(43-46-2-3-2 x BS 90) x (232-10-11-1 x 255-18-19) para Rio Bravo, Tpm., fue:(VS24-223-1-7 x AN12) x (232-10-11-1 x 255-18-19) y para Orizaba, Dgo., fue: (252 x STS C1 26-2-1-2-1) x (232-10-11-1 x 255-18-19) y considera que estos híbridos son de gran interés y que garantizan su explotación en zonas del Bajío.

Acalco (2004) evaluó híbridos dobles en las localidades de Parras, Coah., y Celaya, Gto., durante el ciclo de P-V del 2001 y concluyó que hay híbridos dobles superiores a los testigos, en Parras, Coah., fueron: (ANTSO-73 x 255) (43 x ANTSO-22); (SINT LAG x MLS₄-1) (ANTSO-83 x 43) y (ANTSO-87 x 255) (43 x ANTSO-32), para Celaya, Gto., fueron: (ANTSO-87 x 255) (43 x ANTSO-22), (ANTSO-87 x 255) (43 x ANTSO-32) y (43 x M de L) (ANTSO-36 x AN-60-2) y sugiere que se continúen evaluando bajo diferentes ambiente para explotar su gran capacidad de producción.

Cano (1992) evaluó híbridos dobles que provenían de líneas precoces que al ser cruzadas con diferentes poblaciones de alto rendimiento encontró en su evaluación híbridos precoces y con buena sanidad en las semillas.

Unidades Calor

Hodges y Doraiswamy citado por Villalpando (1985) mencionaron que los cultivos obtendrán una determinada etapa fisiológica cuando hayan adquirido una gran cantidad de calor, ésto debido al tiempo requerido para ello.

Reamur, citado por Russelle *et al.* (1984) reporta que el desarrollo de las plantas tiene que ver con las temperaturas, por lo que demostró que la cantidad de temperatura media diaria del aire que reciben las planta es constante para un determinado estado de la planta.

Villalpando (1985) encontró unos rangos de temperaturas óptimas de 10, 5, 10 y 15°C para los cultivo de maíz, trigo, soya y sorgo, respectivamente, en la que indica que la velocidad de crecimiento de las plantas disminuye completamente al llegar la temperatura a cierto límite.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área del experimento

La presente investigación se llevó a cabo en el ciclo P-V 2004 en Buenavista y en el ciclo P-V 2005 en La Ventura, Saltillo, Coahuila. A continuación en el Cuadro 1 se describen las características de ambas localidades.

Cuadro 1. Característica de las localidades donde se llevó a cabo el trabajo en estudio.

Buenavista, Saltillo, Coahuila				
LN	LW	Altitud	Temp. Media Anual	Precipitación
25° 22'	101° 03'	1723 msnm	19.8°C	350-450 mm
La Ventura, Saltillo, Coahuila				
LN	LW	Altitud	Temp. Media Anual	Precipitación
24° 38'	100° 53'	1740 msnm	17.1°C	301mm

Fuente: Comisión Nacional del Agua, 2004, 2005.

Material genético

Los materiales que se utilizaron en el experimento (Cuadro 2) fueron generados por la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en el Instituto Mexicano del Maíz “Dr. Mario E. Castro Gil”, dentro del programa para Bajío y trópico seco.

Cuadro 2. Material genético utilizado en la presente investigación.

Serie de híbridos	Buenavista	La Ventura
	Número	
ANE-I (Triples)	22	22
ANE-II	17	17
ANE-III	9	9
Híbridos Dobles	-	6
Testigos	3	6

La serie de híbridos ANE-I involucra líneas tradicionales del Instituto y línea del CIMMYT; la serie ANE-II líneas tradicionales y nuevas del Instituto y la serie ANE-III líneas nuevas del IMM y líneas del CIMMYT.

Preparación del terreno y labores de cultivo

Las labores culturales como barbecho, rastreo, nivelación y surcado se realizaron de acuerdo a la época y momento oportuno en cada localidad, aplicando un riego rodado en presiembra con la finalidad de tener una buena germinación de los materiales.

Siembra

La siembra se realizó de manera manual depositando dos semillas por golpe aclarando posteriormente a una con el fin de tener un resultado positivo en la germinación, a una profundidad fue 6 cm aproximadamente.

Fertilización

Para cubrir las necesidades nutrimentales del maíz, se requiere de una buena fertilización, en el presente estudio se aplicó la dosis: 200-104-00, en donde se realizaron dos aplicaciones a la siembra, se aplicó la mitad del Nitrógeno y todo el Fósforo, quedando la otra mitad del Nitrógeno para una segunda aplicación al momento del cultivo.

Control de plagas y malezas

El terreno sembrado con maíz debe permanecer libre de malas hierbas durante los 30 ó 40 días posteriores a la nacencia del cultivo, con el objetivo de evitar la competencia por luz y nutrientes, y la presencia de plantas hospederas que causan la invasión de plagas y posteriormente las enfermedades por lo que se aplicó herbicida preemergente y postemergente.

En los ensayos se aplicaron insecticidas al suelo al momento de sembrar para el control de plagas y enfermedades y se controló la presencia del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) para asegurar el desarrollo de la espiga.

Riegos

Estos se aplicaron con cintilla en Buenavista y con agua rodada en La Ventura durante el desarrollo del cultivo de acuerdo a los requerimientos de éste y sobre todo a las condiciones climatológicas y edáficas del área correspondiente, con una periodicidad de 20 a 22 días, siendo en total cinco riegos.

En el Cuadro 3 se señalan las características generales del experimento de ambas localidades.

Cuadro 3. Características experimentales para las dos localidades donde fueron evaluados los materiales.

Características experimentales.	Buenavista Saltillo, Coah.	La Ventura Saltillo, Coah.
Fecha de siembra	04 / Mayo / 2004	06 / Junio / 2005
Diseño experimental	B.A. ⁺	B.A. ⁺
Número de tratamientos	51	60
Híbridos experimentales	48	54
Testigos	3	6
Número de repeticiones	2	2
Distancia entre surcos (m)	0.80	0.80
Distancia entre planta (m)	0.20	0.20
Planta por surco	21	21
Plata / mata (siembra)	2	2
Aclarar	1	1
Fertilización	200-104-00	200-104-00
Densidad de población ptas ha ⁻¹	62,500	62,500

+ Diseño Bloques al azar con partición de efectos.

Toma de datos

Las características agronómicas que fueron tomadas durante el desarrollo del cultivo se describe a continuación:

Días a floración masculina (DFM)

Para el caso de la floración masculina se consideró el período transcurrido en días a partir de la fecha de siembra hasta que se encontraron las anteras dehiscentes en un 50% de la parcela útil.

Días a floración femenina (DFF)

En cuanto a la flor femenina también se tomó el criterio de los días transcurridos a partir de la fecha de siembra hasta que el 50% de la parcela útil presentaba estigmas receptivos.

Unidades Calor Masculina (UCM) y Unidad Calor Femenina (UCF)

Para esta variable se obtuvieron las unidades calor diarias en °C desde la fecha de siembra hasta la fecha de la floración donde posteriormente se sumaron utilizando el método residual con la siguiente fórmula:

$$UC = \frac{T \text{ max} + T \text{ min}}{2} - 10$$

Donde:

UC = Unidades calor

T max = Temperatura máxima en °C

T min = Temperatura mínima en °C

10 = Temperatura base para el cultivo de maíz

2 = Constante

Los datos de las temperaturas diarias fueron proporcionados por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) de las estaciones climatológicas de Buenavista y de La Ventura, Saltillo, Coahuila en 2004 y 2005, respectivamente.

Altura de planta (AP)

Para este dato se consideró la distancia entre la base de la planta hasta la hoja bandera y es expresada en centímetros.

Altura de mazorca (AM)

Es la distancia existente en la base de la planta hasta el nudo donde nace la mazorca primaria, expresada en centímetro.

Mazorcas por cien plantas (M x 100 ptas)

El dato se obtiene por parcela en base al número de mazorcas cosechadas en base al número de plantas dentro de la parcela útil, la cual se calcula con la siguiente fórmula:

$$M \times 100 \text{ Ptas} = \frac{\# \text{Mazorcas cos echadas}}{\# \text{Plantas cos echadas}} \times 100$$

Rendimiento de mazorcas (ton ha⁻¹ al 15.5% de humedad)

Con respecto a este dato es obteniendo el peso de campo (PC) pesando el total de mazorcas cosechadas por parcela mediante de una báscula de reloj, el dato es expresado en kilogramos.

Luego se toma una muestra representativa de aproximadamente 250 gramos de grano de cada parcela útil y se obtiene el por ciento de humedad usando un aparato manual “Dickey-John” que da la lectura de humedad directamente.

Posteriormente se determina el peso seco por medio de la siguiente fórmula:

$$PS = \left(\frac{100 - \% H}{100} \right) \times PC$$

Donde:

PS = Peso seco

%H = Contenido de humedad

PC = Peso de campo

100 = Constante

Debido a que se presentaron fallas en germinación de plantas por parcela, estas fueron corregidas de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$FCF = \frac{P - (0.3)f}{P - f}$$

Donde:

FCF = Factor de corrección por fallas.

P = Número perfecto de plantas por parcela útil.

0.3 = Constante para corregir la falta de competencia en las plantas.

f = Número de plantas faltantes (fallas) en la parcela en base al número perfecto de plantas.

Posteriormente se calculó el factor de conversión para reportar el rendimiento de mazorcas en ton ha^{-1} al 15.5% de humedad mediante la fórmula siguiente:

$$FC = \frac{10,000}{APU \times 0.845 \times 1000}$$

Donde:

FC = Factor para convertir el rendimiento de mazorcas a toneladas por hectárea al 15.5 % de humedad.

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

APU = Área de parcela útil donde es el número perfecto de plantas multiplicado por la distancia entre surcos y por la distancia entre ptas.

0.845 = Constante para obtener el rendimiento al 15.5 % de humedad.

1000 = Constante para obtener el rendimiento en toneladas.

Finalmente se procedió a multiplicar el peso seco por el factor de corrección por fallas y por el factor de conversión para obtener el resultado en toneladas por hectáreas al 15.5% de humedad.

Una vez reunidos todos los datos de campo fueron concentrados, procediendo a realizar un análisis de varianza utilizando el modelo lineal estadístico de un diseño de Bloques al Azar para las diferentes características evaluadas.

El modelo lineal estadístico utilizado para un diseño bloque al azar es el siguiente:

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

Donde:

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

μ = Efecto de la media general del experimento.

α_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

β_j = Efecto de la j-ésima repetición.

ε_{ij} = Efecto del error experimental.

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

$j = 1, 2, \dots, r$ (repetición)

Para determinar la confiabilidad de los datos obtenidos en los análisis de varianza, se estimó el coeficiente de variación (CV), esto para conocer el nivel de confiabilidad en el experimento, mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:

C.V. = Coeficiente de variación expresado en (%).

CMEE = Cuadrado medio del error experimental.

\bar{X} = Media general.

100 = Constante para obtener el valor en porcentaje.

Para la variable de rendimiento se realizó la comparación de medias mediante la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) para conocer los diferentes grupos estadísticos que determinan la igualdad o desigualdad estadística de los tratamientos. Esta prueba se obtiene mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:

DMS = Diferencia Mínima Significativa.

$t_{\alpha \ 0.05 / 2 \ g. \ l: \ EE}$ = Constante de tablas.

CMEE = Cuadrado medio del error experimental.

r = Repeticiones.

Análisis de Varianza Combinado

Para cada una de los caracteres evaluados se realizó un análisis de varianza combinado utilizando el diseño experimental de bloques al azar bajo el siguiente modelo lineal estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_{j(k)} + \gamma_k + \alpha\gamma_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

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

μ = Efecto de la media general.

α_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

$\beta_{j(k)}$ = Efecto de la j-ésima repetición de la k-ésima localidad.

γ_k = Efecto de la k-ésima localidad.

$\alpha\gamma_{ik}$ = Efecto de la interacción entre el i-ésimo tratamiento y la k-ésima localidad.

ε_{ijk} = Efecto del error experimental.

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

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

$k = 1, 2, \dots, k$ (localidades)

Para el análisis de varianza combinado en la variable rendimiento se realizó la comparación de medias mediante la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) esta prueba se obtiene mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:

DMS = Diferencia Mínima Significativa.

$t_{\alpha \ 0.05 / 2 \ g. \ l: \ EE}$ = Constante de tablas.

CMEE = Cuadrado medio del error experimental.

r = Repeticiones.

l = Localidades

Tomando en cuenta que participaron líneas de tres grupos germoplásmicos diferentes en la formación de los híbridos triples experimentales, se consideró el número de cruza simples (hembras) que fueron cruzadas con una línea común (macho) para estimar su capacidad de combinación en el carácter rendimiento de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$AC = X_i - \bar{X}$$

Donde:

AC= Aptitud combinatoria estimada.

X_i = Media del i-ésimo Híbrido.

\bar{X} = Media del grupo de híbridos correspondiente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las evaluaciones realizadas en las localidades de Buenavista y La Ventura, Saltillo, Coahuila., durante el ciclo P-V 2004 y 2005, se discuten a continuación.

En primer lugar se discutirán los resultados que se obtuvieron en forma individual en cada localidad y posteriormente se hará mención de los resultados que se obtuvieron en forma combinada.

En el Cuadro 4 se presentan los cuadrados medios y su significancia para las diferentes variables evaluadas en la localidad de Buenavista, Saltillo, Coah.

En la fuente de variación Repeticiones se encontraron diferencias estadísticas en las variables altura de planta y mazorcas, mientras que las demás variables no mostraron ningún grado de significancia, lo que indica que las repeticiones se comportaron de manera similar en lo que respecta al manejo agronómico y sobre todo a los cuidados que se dieron a las parcelas.

Cuadro 4. Concentración de cuadrados medios y su significancia para la localidad de Buenavista, Saltillo, Coahuila.

FV	GL	DFM	UCM	DFF	UCF	AP (cm)	AM (cm)	RENTO \oplus (Ton ha ⁻¹)
Rep	1	2.205	33.660	0.627	38.297	2165.686*	2600.245**	2.277
Trat	50	3.565**	227.877*	2.779*	198.787*	3470.657**	2790.186**	5.234**
Hs	47	3.713**	236.019*	2.888*	206.769	3634.907**	2867.287**	4.689**
Ts	2	1.500	134.607	1.500	102.632	429.167	1529.167*	18.846**
Hs vs Ts	1	0.741	31.741	0.221	15.922	1833.884*	1688.480*	3.635
Error	50	1.767	127.317	1.487	105.284	337.186	334.245	2.351
C.V.(%)		1.644	1.376	1.474	1.226	9.852	18.676	18.400
Media		80.853	819.698	82.686	836.697	186.373	97.892	8.333

\oplus Mazorcas al 15.5% de humedad

* ** Significancia al 0.05 y 0.01 de probabilidad.

En Tratamientos todas las variables mostraron diferencias estadísticas, lo que señala una gran variabilidad en cada uno de los caracteres estudiados, por lo que se particionó el efecto de Tratamientos en Híbrido, Testigos y su contraste, se encontró que en Híbridos hubo diferencias estadísticas para la mayoría de las variables evaluadas a excepción de unidades calor femenina, esto debido a la diversidad genética que existe en los materiales.

En los Testigos se encontró alta significancia solo en rendimiento y solo significancia en altura de planta. Para el contraste solo se encontró significancia en altura de planta y de mazorca lo que indica que las diferencias detectadas en Tratamientos son causadas principalmente por los híbridos experimentales.

Los coeficientes de variación se ubicaron dentro del rango de 1.226 a 18.676%, lo que significa que se da la confiabilidad al experimento realizado.

En el Cuadro 1A se encuentra la concentración de medias de las variables evaluadas en Buenavista incluyendo a los testigos, donde el rendimiento presentó un rango de: 5.862 a 13.352 ton ha⁻¹, con una media general de 8.333 ton ha⁻¹, siendo superada por 21 tratamientos. De acuerdo a la DMS para rendimiento 3.078 ton ha⁻¹ se detectaron tres grupos, en donde el primero consta de cinco tratamientos, cuatro híbridos experimentales y el testigo AN-447 que ocupó el segundo lugar; el segundo grupo se conformó por 36 materiales en donde se ubicó la media general y el testigo AN-388 en el lugar 24 y un tercer grupo en donde participaron 10 genotipos, ubicándose la VAN-361 en el lugar 46.

Las medias de las demás variables fueron las siguiente: días a floración masculina y femenina es 81 y 83 para altura de planta y mazorcas fueron 186 y 98 cm y para unidades calor masculina y femenina es 820 y 837, respectivamente.

En el Cuadro 5 se muestran concentrados los cuadrados medios y su significancia para cada una de las variables evaluadas en la localidad de La Ventura, Saltillo, Coahuila.

Para la fuente de variación Repeticiones se encontraron diferencias en la mayoría de los caracteres evaluados, lo que señala que el comportamiento de las repeticiones fue diferente lo que pudo deberse a que el terreno presentó problemas por el paso de vehículos previo a la siembra y los materiales presentaron problemas en la germinación y desarrollo por la compactación del suelo.

Cuadro 5. Concentración de cuadrados medios y su significancia para la localidad de La Ventura, Saltillo, Coahuila.

FV	GL	DFM	UCM	DF	UCF	AP (cm)	AM (cm)	M X 100 ptas	RENTO ₀ (Ton ha ⁻¹)
Rep	1	66.008**	4737.630**	46.875*	3415.995*	3967.500**	2167.500*	78.408	9.482*
Trat	59	20.634**	1532.647**	21.280**	1585.317**	982.471**	720.888**	687.618**	4.670**
Hs	56	15.311*	1050.759*	15.728**	1129.551**	850.497*	665.756**	558.442**	4.070**
Ts	2	171.000**	14924.920**	175.000**	14093.606**	4828.167**	2048.417**	4611.167**	23.800**
H vs T	1	18.019	1733.750	24.752	2091.675*	681.633	1153.199	74.418	0.002
Error	59	8.652	657.011	6.960	492.057	521.754	338.483	121.764	1.544
C.V.(%)		3.258	2.445	2.854	2.081	12.971	20.191	12.877	24.694
Media		90.275	1048.154	92.408	1065.860	176.100	91.117	85.692	5.002

© Mazorcas al 15.5 % de humedad

* ** Significancia al 0.05 y 0.01 de probabilidad.

Tratamientos mostró alta significancia en todos los caracteres evaluados, esto indica la variabilidad genética que existe en los materiales evaluados.

Al particionar esta fuente en Híbridos, Testigos y su contraste se encontró que en híbridos y testigos hubo alta significancia en todas las variables existiendo variación dentro de ellos.

En el contraste solo se detectó significancia en unidades calor femenina, lo que señala que se comportan los híbridos experimentales de igual forma que los testigos.

Los coeficientes de variación de las variables estudiadas estuvieron dentro del rango de 2.081 a 24.694%, por lo que se consideran confiables los resultados obtenidos.

En el Cuadro 2A se presentan las medias de las variables evaluadas incluyendo a los testigos, el rango que existió en los tratamiento para rendimiento fue de: 1.993 a 8.341 ton ha⁻¹, donde 22 híbridos fueron superiores a la media 5.032 ton ha⁻¹, de acuerdo a la DMS que presentó un valor de 2.486 ton ha⁻¹ se formaron tres grupos, el primero formado por 19 tratamientos en donde HD1 (Híbrido doble) ocupó el segundo lugar y la VAN-543 el lugar 16, el segundo grupo integró a 28 materiales, ubicándose la media general y el tercer grupo lo formaron 13 tratamientos.

Las media de las demás variables fueron las siguientes: días a floración masculina y femenina fueron 90 y 92, para altura de planta y mazorca fue 176 y 91 cm, para unidades calor masculina y femenina fueron 1048 y 1066 y para mazorcas por cien planta fue de 86, respectivamente.

En esta localidad se observa que los materiales fueron afectados por el ambiente, principalmente por las bajas temperaturas y heladas que se presentaron en la etapa final de llenado de grano, observando que los materiales retardaron los días a floración y presentando menores rendimientos.

En el Cuadro 6 se presentan los cuadrados medios y su nivel de significancia para las diferentes variables evaluadas de forma combinada.

Para la fuente de variación Localidades se observó que éstas tuvieron un comportamiento diferente, lo anterior se justifica, puesto que la evaluación se realizó en años diferentes y las condiciones climatológicas varían de año en año y de localidad a localidad.

En lo que respecta a la fuente de variación Repeticiones dentro de Localidades hubo alta significancia en las variables altura de planta y altura de mazorca y solo significancia en unidades calor femenina, lo que señala que las repeticiones tuvieron un comportamiento similar en ambas localidades.

Para la fuente de variación Tratamientos se encontró alta significancia en todas las variables indicando la variación genética de los genotipos.

Particionando la fuente de variación Tratamientos en Híbridos, Testigos y su contraste se observó que para el caso de los Híbridos éstos mostraron alta significancia en todas las variables evaluadas, sin embargo en la fuente de variación Testigos, éstos presentaron variación solo en altura de planta y de mazorca y rendimiento

En el contraste Híbridos contra Testigos solo en rendimiento mostró alta significancia por lo que se anota que las principales diferencias detectadas en Tratamientos se encuentran dentro de los Híbridos.

Al analizar el efecto de Localidades sobre Tratamientos y sus componentes, se observó que se presentó interacción con Tratamientos debido a los Híbridos experimentales, no así a Testigos. Lo anterior señala que los híbridos experimentales manifiestan una respuesta diferente en cada localidad debido a las condiciones ambientales prevalecientes en cada una de ellas.

Cuadro 6. Concentración de cuadrados medios en forma combinada y su significancia evaluada en las dos localidades

FV	GL	DFM	UCM	DFF	UCF	AP (cm)	AM (cm)	RENTO \ominus (Ton ha ⁻¹)
Loc	1	4531.520**	2636336.067**	4880.720**	2653954.526**	4104.180**	1357.205	548.917**
Rep/Loc	2	17.370	1176.160	13.840	1103.000*	2256.250**	2169.745**	3.328
Trat	49	11.961**	763.054**	10.686**	784.899**	2063.625**	1809.929**	4.686**
Hs	47	12.076**	770.743**	10.908**	800.926**	2084.425**	1809.413**	3.895**
Ts	1	0.125	0.024	0.500	33.210	2664.500*	3570.125**	32.386**
H vs T	1	18.376	1164.713	10.453	783.356	485.140	74.003	14.138**
Trat. x Loc	49	9.734**	704.631*	10.404**	760.998**	2488.945**	1806.766**	5.497**
Hs x Loc	47	9.879**	717.248**	10.719**	783.392**	2563.840**	1851.115**	5.643**
Ts x Loc	1	6.125	392.701	2.000	147.060	162.000	325.125	0.123
H x T x Loc	1	6.527	423.671	3.967	322.352	1295.841	1204.003	3.967
Error	98	5.452	412.322	4.524	330.627	450.066	360.776	1.981
C.V. (%)		2.727	2.173	2.427	1.910	11.680	20.015	21.104
Media		85.610	934.454	87.620	951.846	181.620	94.895	6.669

\ominus Mazorcas al 15.5 % de humedad.

* ** Significancia al 0.05 y 0.01 de probabilidad.

Los coeficientes de variación estuvieron en el rango de 1.910 a 21.104 %, lo que da la confiabilidad a los resultados obtenidos.

En el Cuadro 3A están concentradas las medias de los tratamientos de las variables evaluadas de la forma combinada. Los rendimientos de los híbridos junto con los testigos se encontraron en un rango de 4.193 a 9.916 ton ha⁻¹, donde la media presentó un valor de 6.712 ton ha⁻¹ siendo superada por 22 híbridos experimentales, el testigo AN-447 ocupó el segundo lugar con un rendimiento de 8.839 ton ha⁻¹ y AN-388 con 7.824 ton ha⁻¹ en el lugar 12. De acuerdo a la DMS calculada con un valor estimado de 1.973 ton ha⁻¹, se clasificaron tres grupos; donde en el primero 8 híbridos experimentales son estadísticamente iguales al mejor testigo, el segundo se formó por 30 tratamientos donde se indica la media general y el tercero lo integraron 12 tratamientos.

Por otra parte las medias de las variables restantes fueron las siguientes: días a floración masculina y femenina es 86 y 88, altura de planta y mazorcas fue 182 y 95 cm y para unidades calor masculina y femenina 934 y 952, respectivamente.

En el Cuadro 7 se enlista los Híbridos superiores en comparación con los Testigos y la media general por localidades y en forma combinada.

Cuadro 7. Híbridos superiores por localidad y en forma combinada.

BUENAVISTA

GENEALOGIA	DFM	UCM	DFP	UCF	AP (cm)	AM (cm)	RENTO [⊖] (Ton ha ⁻¹)
ANE-I-103	79	803	81	823	235	128	13.352
ANE-I-118	82	827	84	844	128	40	10.961
ANE-III-336	81	822	83	840	193	85	10.870
ANE-III-339	81	818	83	835	240	145	10.745
ANE-III- 337	80	813	82	831	233	123	10.116

TESTIGOS

AN-447	80	808	82	827	220	140	12.497
AN-388	82	826	84	843	220	115	8.227
VAN-361	80	808	82	827	138	63	6.542
Media del exp.	81	820	83	837	186	98	8.333

LA VENTURA

GENEALOGÍA	DFM	UCM	DFP	UCF	AP (cm)	AM (cm)	M x100 pta	RENTO [⊖] (Ton ha ⁻¹)
ANE-II-34	86	1013	87	1023	228	149	94	8.341
HD1	91	1051	92	1064	184	99	138	8.294
ANE-II-33	87	1023	90	1045	217	120	104	8.077
ANE-II-31	90	1043	92	1059	172	86	103	7.979
ANE-I-16	86	1012	89	1034	206	127	92	7.754

TESTIGOS

VAN-543	93	1071	97	1105	198	98	90	6.005
AN-447	89	1037	91	1053	195	98	93	4.800
AN-388	87	1023	91	1049	150	69	81	4.648
VAN-JA	81	953	83	972	148	76	90	4.070
Media del Exp.	90	1048	92	1066	176	91	86	5.032

COMBINADO

GENEALOGIA	DFM	UCM	DFP	UCF	AP (cm)	AM (cm)	RENTO [⊖] (Ton ha ⁻¹)
ANE-III-337	86	932	87	949	221	127	9.916
ANE-I-011	84	915	86	929	217	112	8.558
ANE-I-103	83	908	85	928	208	127	8.534
ANE-I-106	84	917	86	936	200	118	8.357
ANE-I-034	84	915	86	939	192	100	8.201
TESTIGOS							
AN-447	85	929	87	947	220	137	8.839
AN-388	88	953	91	982	193	98	7.824
Media del exp.	86	934	88	952	182	95	6.712

⊖ Mazorcas al 15.5% de humedad.

Se puede observar que en Buenavista los híbridos con respuestas superiores son de las series I y III en donde se combina germoplasma tradicional del IMM con materiales del CIMMYT (I) y líneas nuevas del IMM con materiales del CIMMYT (III). En la Ventura la serie I y II, en donde en el segundo se combinan materiales tradicionales y nuevos del IMM, sobresaliendo el híbrido doble (HD1). Se observó que Buenavista fue el mejor ambiente para que los genotipos expresaran su potencial, puesto que en La Ventura se presentaron temperaturas bajas en el mes de noviembre que afectaron el llenado de grano repercutiendo en el rendimiento.

En el Cuadro 4A se presentan los rendimientos y ACG de las cruzas que participaron con un macho común en las dos localidades.

En el Cuadro 8 se enlistan las cruzas simples con valores superiores de ACG.

Cuadro 8. Relación de cruzas simples con valores superiores de ACG.

Híbridos Triples	Cruzas Simples (Hembra)	Línea Común (Macho)	ACG
ANE-II-34	S.L. x MLS ₄ -1	43-1-1-1-4	1.323
ANE-II-33	S.L. x MLS ₄ -1	ANTSO-36	1.141
ANE-I-011	CML-264 x MLS ₄ -1	CML-312	0.719
ANE-II-22	ANTSO-36 x AN-60-2	MLS ₄ -1	0.799
ANE-I-105	CML 273 x AN-60-2	MLS ₄ -1	0.575
ANE-I-106	CML 273 x AN-60-2	SSE-255 M	0.816
ANE-I-103	43-1-1-1-4 x CML-87	SSE-255 M	0.993
ANE-II-21	43-1-1-1-4 x M de L	ANTSO-36	0.599

Se puede ver que en los primeros tres híbridos, MLS₄-1 participa como progenitor masculino de las cruzas simples; en los siguientes dos como macho en los híbridos triples, lo que muestra su capacidad de combinación como tal, Cadena (2004) en su investigación, dentro de un grupo de líneas enanas la señala como sobresaliente por sus efectos de dominancia.

CONCLUSIONES

Los resultados generados en el presente estudio señalan que la combinación de líneas no emparentadas permitió que los híbridos triples manifestaran diferencias estadísticas de alta significancia en los caracteres evaluados, detectando que en rendimiento en Buenavista, de acuerdo a la prueba de DMS cuatro híbridos experimentales (ANE-I-103; ANE-I-118; ANE-III-336 y ANE-III-339) son estadísticamente iguales al mejor testigo (AN-447) que fue superado por el híbrido ANE-I-103 con 0.873 ton, que es formado por líneas tradicionales del IMM y CIMMYT.

En La Ventura en donde las condiciones climatológicas fueron drásticas en la etapa del llenado de grano al presentarse heladas y bajas temperaturas continuas, 19 tratamientos fueron estadísticamente iguales, ubicándose en el grupo uno, 17 híbridos experimentales, el híbrido doble (HD1) que ocupó el segundo lugar y la VAN-543 (testigo) que se ubicó en el lugar 16, todos ellos superiores a la media general, el mejor híbrido experimental lo superó con 2.336 ton.

En forma combinada seis híbridos experimentales son estadísticamente iguales al mejor testigo AN-447 que ocupó el segundo lugar y fue superado por ANE-III-337 con 1.077 ton.

Las bajas temperaturas presentadas en La Ventura afectaron a los materiales, retardando su floración, presentando menores alturas de planta y mazorca y por supuesto reducción en el rendimiento.

Doce híbridos triples y uno doble experimentales, fueron seleccionados por su rendimiento tanto por localidad como en forma combinada, en los triples siete son de la serie I (líneas tradicionales del IMM con líneas del CIMMYT), tres de la serie II (línea nuevas del IMM con líneas del CIMMYT) y dos de la serie III (líneas tradicionales y nuevas del IMM), quedando de manifiesto que la combinación de materiales no emparentados presenta heterosis positiva.

En cuanto a la aptitud combinatoria general de las cruzas simples, en base a un macho común, se detectaron ocho cruzas con valores positivos muy aceptables, en donde participan tanto líneas del IMM y del CIMMYT que han sido seleccionadas por su ACG. Cinco de los híbridos triples en donde participan cruzas seleccionadas por su ACG fueron seleccionados también por su ACE.

Por lo anterior se concluye que la hipótesis de trabajo se acepta y los objetivos se cumplen puesto que se logró la selección de híbridos con respuesta igual o superior al mejor testigo.

RECOMENDACIÓN

Se recomienda evaluar a los híbridos seleccionados, en mayor número de localidades y en parcelas de mayor número de surcos para conocer la estabilidad de su rendimiento.

Se recomienda también aumentar las densidades de siembra de los materiales y por último considerar a futuro las fechas de siembra recomendadas para evitar daños parciales o siniestros totales.

BIBLIOGRAFÍA

- Acalco, J. S. 2004. Híbridos de maíz para altura de 1000 a 1900 msnm. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista Saltillo, Coahuila, México.
- Aldrich, R. S., Leng, R. E. 1974. Producción moderna de maíz. Editorial Hemisferio Sur. pág. 34-40.
- Allard, R. W. 1967. Principios de la Mejora Genética de las Plantas. 1^{ra}. Edición, Ediciones Omega, S. A. Casanova, Barcelona, España. pág. 278.
- Bejarano, A., Segovia, V., y Marín, R. C., 2000. Evaluación de cruzamientos simples de maíz provenientes de líneas con tres niveles diferentes de endocría. *Agronomía Tropical* 50(3): 416-476. www.ceniap.gov.ve
- Cadena, T. J. L. 2004. Estimación de parámetros genéticos en dos grupos germoplásmicos de maíz, bajo el método IV de Griffin. Tesis de Licenciatura, UAAAN, Saltillo, Coahuila, México.
- Cano, L. R. 1992. Evaluación y Selección de Híbridos Dobles formados a partir de cuatro poblaciones precoces. Tesis de Licenciatura, UAAAN, Saltillo, Coah. México.
- Cervantes, S. T., Oropeza. R. M., Reyes, L. D. 2002. Selección para rendimiento y heterosis de líneas endogámicas de maíz irradiado *Agrociencia*. Vol.36. p. 421-431.
- Chávez, A. J. L. 1995. Mejoramiento de plantas II. Editorial Trillas. México, D. F. pág. 102-103.

- Coutiño, E. B. 2004. Heterosis del rendimiento de grano de maíz entre híbridos comerciales de la Frailesca, Chiapas. (Memoria). XX Congreso Nacional de Fitogenética. Toluca, México.
- Cubero, J. I. 1999. Introducción a la Mejora Genética Vegetal. Ediciones Mundi - Prensa Madrid, Barcelona. pág. 155-161
- De la Cruz, L. L., Ron, P. J., Ramírez, D. J. L. Mena, M. S. 2003. Heterosis y Aptitud combinatoria entre híbridos comerciales y germoplasma exótico de maíz en Jalisco, México. Revista de Fitotecnia Mexicana Vol. 26(1):1-10.
- De la Rosa, A., De león, H., Martínez, G y Rincón, F. 2000. Heterosis, habilidad combinatoria y diversidad en híbridos comerciales de maíz (*Zea mays L.*). Revista Agronomía Mesoamericana 11(1):113-122.
- Espinosa, C. A y Tadeo, R. M. 1992. Producción de semilla del híbrido doble de maíz H-37 en respuesta a la fertilización y densidad de población. Revista Fitotecnia Mexicana. 15:1-9.
- Flores, S. S. 1995. Heterosis y aptitud combinatoria de poblaciones adaptadas a Valles Altos. Tesis de Licenciatura. UAAAN, Buenavista Saltillo, Coahuila, México.
- González, L. S. 1995. Híbridos dobles de maíz (*Zea mays L.*) formados a partir de líneas mejoradas por selección gamética y retrocruza. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.

- Guerra, R. F. A. 2000. Patrones heteróticos y habilidad combinatoria en líneas de maíz tropical con alta calidad de proteína. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista Saltillo, Coah. México.
- Jugenheimer, R. W. 1981. Variedades Mejoradas, Métodos de Cultivo y producción de Semillas. 1^{ra}.Edición. Ed. Limusa, México. pág. 509.
- López, A. C. M. 2004. Híbridos triples de maíz para el bajío y trópico seco mexicano, evaluación y selección. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista Saltillo, Coahuila, México.
- Márquez, S. F. 1988 Genotecnia Vegetal. Tomo II. AGT Editor, S.A. México. D. F. pág. 20-30.
- Márquez, S. F. 1989. Problemas con líneas endogamicas. III. Heterosis entre líneas hermanas. Revista Fitotecnia Mexicana. Vol. 12:120-128.
- Mendoza, E. M., Oyervides, G. A. De León C. H. Cortez, G. S. 1998. Aptitud combinatoria y heterosis en maíz para el trópico húmedo. (Memoria). XVII Congreso de Fitogenética. pág. 485.
- Morales, R, M .M , J. Ron, P. M. Michel, S. Hurtado, de la P. 1996. Heterosis y aptitud combinatoria de híbridos comerciales de maíz de Jalisco. (Memoria). XVI Congreso de Fitogenética. pág. 227.
- Moreno, P. E. 2002. Aptitud combinatoria de líneas de maíz de valles altos en suelos con alto y bajo contenido de nitrógeno. Revista Fitotecnia Mexicana. Vol. 25(3): 253-259.

- Morfin V. A. 1990. Cruzas simples tropicales de maíz bajo condiciones de temporal. Resumen del XIII Congreso Nacional de Fitogenética. Pág. 354.
- Pimentel, R. J. B. 1993. Evaluación y Selección de híbridos dobles experimentales de maíz (*Zea mays L.*) a través de cuatro ambientes. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista Saltillo, Coah. México.
- Poehlman, J. M. 1965. Mejoramiento genético de las cosechas Editorial. Limusa-Wiley, S. A. México. pág. 506-517.
- Ramírez, A. J. 1989. Prepotencia de líneas progenitoras, estabilidad de cruzas simples y predicción de híbridos de maíz. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah. México.
- Romero, M. P. Byrne, S. Taba. 1992. Comportamiento de razas mexicanas de maíz de mazorcas angosta en cruza con dos probadores de ETO y Tuxpeño. XVI Congreso Nacional de Fitogenética. pág. 416.
- Russelle, M. P., W. M Wilhelm, R. A. Olson and J. F. Power. 1984. Growth analisis basad on degree days. Crop Sci. 24:28-32.
- Saad, I. 2004. Maíz y libre comercio en México. Claridades Agropecuarias, SAGARPA. pág.44-48.
- Sierra, M. M., y Preciado, O. R. E. 1988. Análisis e interpretación de cruzas dialélicas con germoplasma tropical precoz de maíz. Revista Fitogenética Mexicana. 11:92-102.

Villalpando, J. F.1985. Metodología de Investigación en Agroclimatología.
Curso de Orientación para aspirantes a Investigador del INIP, INIF e
INIA, SARH, Zapopan, Jalisco.

APENDICE

Cuadro 1A. Concentración de media de las variables evaluadas en la localidad de Buenavista, Saltillo, Coahuila.

GENEALOGÍA	DFM	UCM	DFD	UCF	AP (cm)	AM (cm)	RENTO Θ (Ton ha ⁻¹)
ANE-I-103	79	803	81	823	235	128	13.352
AN-447 (T)	80	808	82	827	220	140	12.497
ANE-I-118	82	827	84	844	128	40	10.961
ANE-III-336	81	822	83	840	193	85	10.870
ANE-III-339	81	818	83	835	240	145	10.745
ANE-III-337	80	813	82	831	233	123	10.116
ANE-I-105	80	808	82	827	228	125	9.758
ANE-I-022	83	835	85	851	223	130	9.712
ANE-III-318	81	823	83	839	210	133	9.680
ANE-I-011	82	827	84	844	155	65	9.659
ANE-I-116	80	813	82	831	223	120	9.644
ANE-I-110	80	808	82	827	208	118	9.556
ANE-I-034	80	813	82	831	218	125	9.422
ANE-II-37	83	839	85	857	225	125	9.331
ANE-I-108	79	803	81	822	228	150	9.279
ANE-I-112	79	835	85	853	140	45	9.173
ANE-I-106	85	831	84	844	158	65	9.132
ANE-I-119	80	813	82	831	200	98	9.048
ANE-I-115	80	812	82	830	200	110	8.714
ANE-II-27	83	836	85	852	228	135	8.550
ANE-III-338	81	822	83	840	205	123	8.470
ANE-I-117	82	827	84	844	128	48	8.277
ANE-I-032	80	813	82	831	235	135	8.241
AN-388 (T)	82	826	84	843	220	115	8.227
ANE-I-019	79	803	81	823	203	128	8.190
ANE-II-17	80	808	82	827	140	58	8.110
ANE-I-16	81	818	83	835	120	50	7.909
ANE-I-114	81	817	82	831	138	63	7.895
ANE-II-28	82	826	84	844	228	148	7.771
ANE-I-015	83	835	85	853	223	128	7.759
ANE-I-102	81	823	84	844	113	48	7.758
ANE-III-335	80	808	82	827	150	53	7.545
ANE-II-32	79	803	81	818	128	50	7.534
ANE-II-33	82	827	83	839	125	48	7.459
ANE-II-8	81	818	82	827	135	53	7.333
ANE-II-36	81	823	83	835	118	50	7.316
ANE-II-22	81	822	83	840	220	120	7.309
ANE-II-12	83	835	84	848	138	40	7.237
ANE-II-38	81	823	83	839	198	118	7.218
ANE-I 027	84	844	86	861	220	125	7.072

Continuación... Cuadro 1A

GENEALOGÍA	DFM	UCM	DFE	UCF	AP (cm)	AM (cm)	RENTO [⊖] (Ton ha ⁻¹)
ANE-I-021	79	803	81	823	198	118	7.059
ANE-II-31	82	827	83	839	143	60	6.963
ANE-II-21	82	831	84	848	235	148	6.704
ANE-III-328	82	827	84	844	160	70	6.612
ANE-II-29	81	822	83	840	218	133	6.544
VAN-361 (T)	80	808	82	827	138	63	6.542
ANE-II-30	80	813	82	831	195	113	6.518
ANE-III-319	81	823	83	839	155	58	6.184
ANE-II-24	83	826	84	844	235	143	6.181
ANE-III-314	79	803	81	823	210	128	6.018
ANE-II-34	81	818	83	835	153	65	5.862
Media	81	820	83	837	186	98	8.333
DMS							3.078

⊖ Mazorcas al 15.5 % de humedad

Cuadro 2A. Concentración de media de las variables evaluadas en la localidad de La Ventura, Saltillo, Coahuila.

GENEALOGÍA	DFM	UCM	DFF	UCF	AP (cm)	AM (cm)	Mx100 ptas	RENTO Θ (Ton ha ⁻¹)
ANE-II-34	86	1013	87	1023	228	149	94	8.341
HD1	91	1051	92	1064	184	99	138	8.294
ANE-II-33	87	1023	90	1045	217	120	104	8.077
ANE-II-31	90	1043	92	1059	172	86	103	7.979
ANE-I-16	86	1012	89	1034	206	127	92	7.754
ANE-II-21	86	1013	88	1029	193	98	88	7.301
ANE-III-337	89	1036	91	1057	176	89	137	7.237
ANE-I-106	89	1034	91	1053	178	102	97	7.185
ANE-I-032	88	1030	91	1049	197	109	94	7.168
ANE-I-011	86	1029	90	1045	150	65	123	7.109
ANE-I-038	88	1023	90	1043	176	82	101	6.922
ANE-II-22	88	1030	91	1053	178	89	106	6.638
ANE-I-108	90	1045	92	1062	187	108	92	6.602
ANE-II-28	89	1038	92	1058	204	118	82	6.443
ANE-I-027	89	1037	91	1053	207	112	94	6.107
VAN-543 (T)	93	1071	97	1105	198	98	90	6.005
ANE-I-015	89	1037	91	1053	143	69	128	5.928
ANE-II-29	86	1013	90	1045	200	111	93	5.892
ANE-II-32	89	1037	91	1053	181	80	85	5.879
ANE-I-021	88	1027	90	1045	205	126	69	5.546
ANE-III-339	89	1037	92	1058	182	87	117	5.296
ANE-I-110	90	1045	92	1062	213	124	90	5.243
ANE-II-17	89	1034	91	1049	179	92	81	4.979
ANE-I-019	89	1037	90	1045	154	80	79	4.895
AN-447 (T)	89	1037	91	1053	195	98	93	4.800
ANE-I-105	92	1058	93	1072	183	109	86	4.794
ANE-II-30	91	1053	94	1083	133	68	111	4.778
ANE-II-27	92	1064	94	1075	190	91	85	4.763
ANE-II-24	89	1037	91	1053	195	110	105	4.747
ANE-I-119	93	1071	93	1071	149	80	79	4.686
AN-388 (T)	87	1023	91	1049	150	69	81	4.648
ANE-I-022	88	1021	90	1042	207	98	93	4.449
HD2	90	1045	92	1062	173	78	72	4.382
ANE-I-118	90	1097	92	1121	128	56	84	4.318
ANE-III-335	91	1041	94	1058	176	88	75	4.283
HD3	93	1057	95	1079	191	101	85	4.273
HD4	96	1068	99	1084	177	84	109	4.213
HD5	90	1047	92	1064	163	71	102	4.137
VAN-JA (T)	81	953	83	972	148	76	90	4.070
ANE-II-8	93	1067	95	1088	183	100	71	3.798

Continuación...Cuadro 2A

GENEALOGÍA	DFM	UCM	DFP	UCF	AP (cm)	AM (cm)	Mx100 ptas	RENTO Θ (Ton ha ⁻¹)
ANE-I-102	92	1063	95	1090	184	118	66	3.428
ANE-III-314	92	1058	93	1071	161	81	83	3.424
ANE-III-338	92	1060	94	1079	166	95	86	3.423
ANE-I-117	94	1081	97	1105	186	94	87	3.210
ANE-I-103	94	1077	96	1094	150	71	86	3.204
ANE-I-114	93	1071	98	1113	163	65	66	3.090
ANE-II-38	91	1053	93	1071	158	83	64	3.070
ANE-III-336	92	1059	90	1045	182	84	76	3.057
VAN-361 (T)	94	1075	96	1092	130	66	71	3.037
ANE-III-328	93	1071	95	1088	151	69	77	2.927
ANE-I-115	94	1075	96	1091	165	75	44	2.721
HD6	93	1071	91	1053	168	81	65	2.654
ANE-II-36	92	1063	95	1086	182	97	77	2.556
ANE-I-116	92	1128	102	1148	173	76	74	2.551
ANE-II-37	93	1071	96	1097	176	95	79	2.488
ANE-III-319	94	1079	96	1092	157	93	88	2.186
ANE-I-112	97	1106	99	1117	139	69	51	2.091
F.A (T)	84	989	86	1013	182	101	69	2.073
ANE-II-12	92	1062	94	1077	169	65	62	2.061
ANE-III-318	90	1048	92	1064	190	100	70	1.993
Media	90	1048	92	1066	176	91	86	5.032
DMS								2.486

Θ Mazorcas al 15.5 % de humedad

Cuadro 3A. Concentración de media de la forma combinada de las dos localidades.

GENEALOGÍA	DFM	UCM	DFE	UCF	AP (cm)	AM (cm)	RENTO Θ (Ton ha ⁻¹)
ANE-III-337	85	932	87	950	152	64	9.916
AN-447 (T)	84	923	86	940	208	119	8.839
ANE-I-011	84	926	87	942	180	99	8.558
ANE-I-103	86	940	88	958	193	99	8.534
ANE-I- 106	84	923	87	942	200	111	8.357
ANE-I-034	84	915	86	935	192	100	8.201
ANE-II-34	84	918	85	933	170	98	8.161
ANE-II-31	85	926	87	943	161	69	7.944
ANE-I-032	84	917	86	936	200	118	7.901
ANE-II-33	83	913	85	931	172	85	7.878
ANE-III-339	85	928	87	946	211	116	7.865
AN-388 (T)	84	926	87	944	171	77	7.824
ANE-I-108	86	933	88	951	196	115	7.694
ANE-I-110	85	929	87	947	215	125	7.340
ANE-II-21	84	924	86	938	165	69	7.327
ANE-I-022	84	915	86	929	217	112	7.258
ANE-I-118	88	955	91	976	180	89	7.258
ANE-II-27	87	945	89	960	172	78	7.235
ANE-II-22	85	929	87	946	152	68	7.080
ANE-II-32	84	922	86	940	161	69	7.059
ANE-II-17	85	930	87	946	153	70	6.874
ANE-I-105	87	947	89	962	205	122	6.856
ANE-I-16	83	908	85	929	208	127	6.739
ANE-II-28	85	932	87	948	173	89	6.722
ANE-II-29	84	915	86	936	168	82	6.707
ANE-I-114	88	953	91	982	193	98	6.545
ANE-II-24	85	927	87	944	158	80	6.483
ANE-II-30	86	935	88	957	135	65	6.452
ANE-I-019	85	931	87	944	191	114	6.452
ANE-II-8	86	940	89	959	191	105	6.449
ANE-I-119	88	953	89	962	186	104	6.339
ANE-I-117	89	960	91	981	205	109	6.309
ANE-I-015	85	929	87	946	180	101	6.268
ANE-III-336	87	947	87	949	161	65	6.209
ANE-I-021	85	929	87	947	220	137	6.127
ANE-III-338	87	943	89	961	193	105	6.060
ANE-I-116	90	966	92	985	200	113	5.970
ANE-I-027	86	932	87	949	221	127	5.928
ANE-II-37	87	942	89	964	188	96	5.897
ANE-I-112	91	968	91	980	148	67	5.714

Continuación... Cuadro 3A

GENEALOGÍA	DFM	UCM	DFF	UCF	AP (cm)	AM (cm)	RENTO (Ton ha ⁻¹)
ANE-III-335	86	934	88	951	168	79	5.471
ANE-III-318	85	930	87	947	213	118	5.350
ANE-I-102	88	953	90	975	202	122	5.325
ANE-I-115	87	948	90	965	193	98	5.093
ANE-II-36	86	933	88	955	190	107	4.813
ANE-II-12	87	942	88	956	143	58	4.763
ANE-II-38	86	933	88	951	176	98	4.682
ANE-III-328	87	947	89	963	153	63	4.382
ANE-III-319	87	943	89	959	147	78	4.252
ANE-III-314	86	938	88	953	157	73	4.193
Media	86	934	88	952	182	95	6.712
D.M.S.							1.973

⊖ Mazorcas al 15.5 % de humedad

Cuadro 4A. Rendimiento y aptitud combinatoria general de las cruzas simples que participaron con un macho común en las dos localidades.

Cruzas simples de los híbridos correspondientes	Línea común (macho)	Rento \ominus (Ton ha ⁻¹)	ACG
ANE-II-34	43-1-1-1-1	8.161	1.323
ANE-II-32		7.059	0.221
ANE-II-17		6.874	0.036
ANE-I-16		6.739	0.099
ANE-I-015		6.268	-0.570
ANE-I-027		5.928	-0.910
Media		6.838	
ANE-II-22	MLS ₄ -1	7.080	0.799
ANE-I-105		6.856	0.575
ANE-II-28		6.722	0.441
ANE-II-29		6.707	0.426
ANE-I-119		6.339	0.058
ANE-I-021		6.127	-0.154
ANE-I-102		5.325	-0.956
ANE-I-115		5.093	-1.118
Media	6.281		
ANE-I-103	SSE-255 M	8.534	0.993
ANE-I-106		8.357	0.816
ANE-II-31		7.944	0.403
ANE-I-108		7.694	0.153
ANE-I-118		7.258	-0.283
ANE-I-114		6.545	-0.996
ANE-II-30		6.452	-1.089
Media		7.541	
ANE-II-33	ANTSO-36	7.878	1.141
ANE-II-21		7.327	0.599
ANE-II-27		7.235	0.498
ANE-II-24		6.483	-0.254
ANE-II-12		4.763	-1.974
Media		6.737	
ANE-I-011	CML-312	8.558	0.719
ANE-I-034		8.201	0.362
ANE-I-110		7.340	-0.499
ANE-I-022		7.258	-0.581
Media		7.839	

\ominus mazorcas al 15.5% de humedad