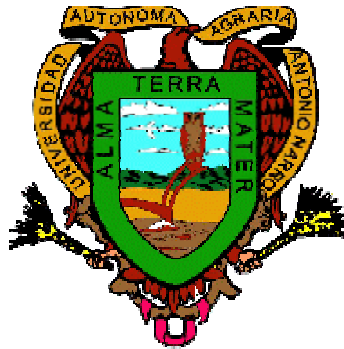


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



“ Estimación de la Aptitud Combinatoria de Líneas de Maíz para  
Generar Híbridos con Adaptación en Altitudes  
de 1500 – 2000 msnm ”

**Por:**

**ALBERTO ZENÓN PEÑA DATOLI**

**T E S I S**

Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Marzo de 2006**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**“ ANTONIO NARRO ”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**“ Estimación de la Aptitud Combinatoria de Líneas de Maíz para Generar Híbridos  
con Adaptación en Altitudes de 1500 – 2000 msnm ”**

**T E S I S**

**Por:**

**ALBERTO ZENÓN PEÑA DATOLI**

Que somete a la consideración de H. Jurado Examinador como Requisito  
Para Obtener el Título de

**Ingeniero Agrónomo en Producción**

Aprobada por:

---

**M. C. María Cristina Vega Sánchez**  
**Asesor principal**

---

**Ing. José L. Guerrero Ortíz**  
**Sinodal**

---

**Ing. Raymundo Cuellar Chávez**  
**Sinodal**

---

**Q. F. B. María Elena González Guajardo**  
**Sinodal**

---

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

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México**

**Marzo de 2006**

*“ La **Agricultura** es la más noble de todas las alquimias porque convierte a la tierra y aún a la mojada en oro, y da además al cultivador un premio de salud ”*

**Chatfield**

*“ De todas las ocupaciones de las que se deriva beneficio alguno, no hay ninguna tan amable, tan saludable y tan merecedora de la dignidad del hombre libre como la **Agricultura** ”*

**Ciceron**

*El mejoramiento de plantas es un juego de números el **ganador** será aquel mejorador que lo juegue en el ambiente apropiado*

*Práctica este juego en el campo todo lo que sea posible no lo traigas a las oficinas porque de lo contrario tú serás el **perdedor***

**Hugo S. Cordova O.**

## **AGRADECIMIENTOS**

---

---

### **A DIOS:**

Por haberme permitido terminar de escribir una página más en el libro de mi vida, por guiarme e iluminar siempre mi camino y ayudarme en la búsqueda de soluciones a mis problemas. Gracias *Nuestro Señor* .....

### **A MI “ ALMA TERRA MATER ”:**

Por brindarme la oportunidad de prepararme en un área del conocimiento, por recibirme y cobijarme en su seno.

Al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Coahuila (**COECyT**) por el apoyo económico otorgado para la realización del presente trabajo de investigación.

Mi más sincero agradecimiento a la **MC. Ma. Cristina Vega Sánchez** por brindarme la oportunidad para realizar el presente trabajo de tesis; por la revisión, sugerencias, comentarios y apoyo. Gracias maestra por su confianza, amistad, consejos y enseñanzas.

Al **Ing. Gustavo A. Burciaga Vera** por su enseñanzas, disposición y colaboración en cuanto al diseño estadístico para la culminación de esta tesis.

Al **Ing. José L. Guerrero Ortiz** por su disposición y valioso tiempo para la revisión y sugerencias en esta tesis.

Al **Ing. Raymundo Cuellar Chávez** por sus consejos y colaboración en la revisión de este trabajo de investigación.

A la **Q. F. B. Ma. Elena González Guajardo** por su colaboración en la revisión y sugerencias en esta tesis.

Al **Ing. Raúl Gandara Huitrón** e **Ing. Daniel Sámano Garduño** por todas las enseñanzas, consejos, amistad y su colaboración para llegar a buen término este trabajo de tesis.

Al la **Lic. Sandra R. López Betancourt** por las enseñanzas y ayuda brindada durante mi estancia en esta universidad.

A todos los trabajadores del Instituto Mexicano del Maíz “Dr. Mario E. Castro Gil” por el apoyo brindado para llegar a buen término este trabajo de tesis.

A todos mis amigos y a mis compañeros de la **Generación 100** de la Especialidad de **Ingeniero Agrónomo en Producción**, con quienes compartí momentos inolvidables durante el tiempo de mi estancia en esta Universidad; Sinceramente gracias por su amistad.

## DEDICATORIAS

### **A MIS PADRES:**

Sra. Guadalupe Datoli Cortez  
y  
Sr. Rigoberto Peña Cardenas

Quienes con inmenso amor y esfuerzo me han guiado por el buen camino, inculcándome siempre los valores la humildad, respeto, honestidad, sinceridad y sencillez; Es por ustedes y para ustedes padres, los amo mucho.....

### **A MIS ABUELOS:**

Sra. Casilda Cardenas Soto  
Sra. Carmen Cortez González ( † )  
Sr. Vicente Peña Rodriguez ( † )  
Sr. Noe Datoli Soto ( † )

Gracias por todas y cada una de sus enseñanzas y cariño que me brindaron cuando los necesite. Por esos momentos inolvidables que dejaron en mi vida, sobre todo por darme a los padres que tengo.

### **A MIS HERMANOS:**

Maria Antonia  
Miguel  
Aurelio  
Vicente

Con quienes he pasado momentos en la vida de alegría y tristeza. Por todo su cariño, amor, confianza y apoyo incondicional que siempre me han brindado. Siempre sean así carnales.....

### **A MI SOBRINA:**

Maricarmen Ramos Datoli

Por llenar mi vida de felicidad, alegría, cariño y amor, por tus sonrisas y llantos, por ser una luz en mi existir para que pueda seguir luchando.

### **A MI TIA:**

Sra. Aurelia Peña Cardenas

Quien ha sido para mí como una segunda madre o padre; por toda su confianza, cariño, consejos, enseñanzas y apoyo, mi más sincero agradecimiento tía.

### **A MIS TIOS:**

Guadalupe, Vicente, Julieta, Lino y Griselda  
Por el apoyo y consejos que me han brindado.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	iv
<b>APÉNDICE</b> .....	iv
<b>RESUMEN</b> .....	v
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
Heterosis.....	4
Evaluación de líneas.....	9
Probadores.....	12
Aptitud combinatoria.....	18
Maíz Amarillo.....	26
Maíces de Valles Altos.....	28
Unidades Calor.....	30
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	32
Descripción del área de estudio.....	32
Material genético.....	32
Descripción de los grupos germoplásmicos.....	33
Preparación del terreno y labores de cultivo.....	35
Características del experimento.....	37
Características agronómicas evaluadas.....	37
Análisis estadístico.....	41
Análisis de varianza individual.....	41
Análisis de varianza combinado.....	43
Estimación de la Aptitud Combinatoria General.....	44
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	45
<b>CONCLUSIONES</b> .....	66
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	69
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	70
<b>APÉNDICE</b> .....	77

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Pág.</b>
<b>1</b>	Situación geográfica y características climáticas de las localidades de evaluación, Buenavista y La Ventura, Saltillo, Coah. 2005.....	32
<b>2</b>	Genealogía de las líneas involucradas en los experimentos.....	33
<b>3</b>	Material genético utilizado como Probadores y Testigos para cada localidad de evaluación.....	35
<b>4</b>	Características de los experimentos por localidad.....	37
<b>5</b>	Concentración de cuadrados medios y su significancia para las características evaluadas en Buenavista, Saltillo, Coah.....	46
<b>6</b>	Concentración de cuadrados medios y su significancia para las características estudiadas en La Ventura, Saltillo, Coah.....	52
<b>7</b>	Concentración de cuadrados medios y su significancia de las variables evaluadas en forma combinada.....	57
<b>8</b>	Concentración de las cinco cruzas con los rendimientos superiores para cada una de las localidades y en forma combinada.....	63
<b>9</b>	Líneas seleccionadas por su Aptitud Combinatoria General en las localidades y en forma combinada.....	65

## APÉNDICE

<b>Cuadro</b>		<b>Pág.</b>
<b>A1</b>	Concentración de las medias de las variables evaluadas en la localidad de Buenavista, Saltillo, Coah. 2005.....	78
<b>A2</b>	Concentración de medias de líneas por probador para la localidad Buenavista, Saltillo, Coah. 2005.....	80
<b>A3</b>	Valores estimados de aptitud combinatoria general de las líneas en la localidad de Buenavista, Saltillo, Coah.....	82
<b>A4</b>	Concentrado de medias para los caracteres estudiados en La Ventura, Saltillo, Coah. 2005.....	83
<b>A5</b>	Concentración de medias de líneas por probador para la localidad de La Ventura, Saltillo, Coah. 2005.....	85
<b>A6</b>	Valores estimados de aptitud combinatoria general de las líneas en La Ventura, Saltillo, Coah.....	87
<b>A7</b>	Concentración de medias de las características agronómicas analizadas en forma combinada.....	88
<b>A8</b>	Concentración de medias de líneas por probador en forma combinada.....	90
<b>A9</b>	Valores estimados de aptitud combinatoria general de las líneas en forma combinada.....	92

## RESUMEN

Dada la importancia de contar con híbridos y variedades de maíz para regiones con alturas superiores a los 1800 msnm, donde las bajas temperaturas y heladas obligan a generar materiales precoces que completen su ciclo sin abatir los rendimientos. El presente trabajo tuvo como objetivos estimar en etapa temprana los efectos de ACG de las líneas de cuatro grupos genéticos y ACE de las cruzas de cada grupo con cuatro probadores de estrecha base genética (cruzas simples).

En la presente investigación se involucraron 31 líneas (S<sub>1</sub>, S<sub>3</sub>, y S<sub>8</sub>) producto de las investigaciones para Valles Altos realizadas por el Instituto Mexicano del Maíz de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” formando cuatro grupos de acuerdo a su fuente de origen, color de grano y calidad nutritiva y fueron cruzadas con cuatro probadores (cruzas simples) no emparentados con características deseables como precocidad, alta calidad nutritiva y tolerancia a sequía. Las cruzas de prueba fueron comparadas con testigos comerciales.

El diseño fue el de Bloques al Azar con partición de efectos involucrando 74 y 76 tratamientos en Buenavista y La Ventura, Saltillo, Coah., respectivamente con dos repeticiones por localidad, en parcelas de dos surcos en una densidad de siembra de 62, 500 plantas ha<sup>-1</sup> con una dosis de fertilización de 200-104-00 bajo condiciones de riego.

Los resultados obtenidos señalan que hubo diferencias en el comportamiento de los materiales en cada ambiente, tomando en consideración las condiciones climáticas de cada sitio de evaluación y resultando para rendimiento de mazorca mejor la localidad de



Buenavista, Saltillo, Coah., ya que en ésta los híbridos reportaron los mayores rendimientos (12.326 a 5.053 ton ha<sup>-1</sup>) y en La Ventura de 9.465 a 3.867 ton ha<sup>-1</sup>.

Los análisis de varianza por localidad y combinado, señalaron que existe una gran variabilidad entre y dentro de grupos de líneas bajo estudio en todas las características agronómicas consideradas, incluyendo rendimiento de mazorca. El uso de cuatro probadores no emparentados de estrecha base genética permitió que las líneas bajo estudio manifestaron una heterosis favorable puesto que un gran número superó ampliamente al mejor testigo AN-447 hasta un 46.5 % en Buenavista, 41.23 % en La Ventura y 42.56 % en forma combinada, concluyendo que fueron efectivos para discriminar adecuadamente a las líneas y efectuar selección en etapa temprana.

Los objetivos de trabajo por lo tanto se cumplieron puesto que se detectaron nueve líneas (cinco de grano amarillo y cuatro de grano blanco) que en base a su respuesta agronómica y ACG podrán ser avanzadas en endocría para continuar el programa de hibridación, estas son: del Grupo 1 VAN-RV-12; del Grupo 2 AN-34A-5; AN-34A-12-2; AN-34A-16-2 y AN-34A-20; del Grupo 3 AN-35A-6-1 y del Grupo 4 N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-1, N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-2 y N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-3.

Un aspecto de importancia a considerar es el que las cruzas de prueba por ser más precoces principalmente en La Ventura (DFM= 76 y DFF= 78) en donde se presentaron heladas en el mes de noviembre, éstas no fueron afectadas y si los testigos que son de ciclo intermedio (DFM= 87 y DFF= 89), no completando su etapa de llenado de grano.

Finalmente se concluye que el uso de cruzas simples como probadores permitió detectar cruzas triples para su explotación directa en Valles Altos y Alturas Medias, debido al rendimiento relativo de cada una de ellas (ACE).

## INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cereales utilizados por el hombre desde épocas remotas y una de las especies vegetales más productivas. A nivel mundial, especialmente en los países industrializados, es empleado básicamente como materia prima en muchos procesos industriales, obteniéndose de éste no solo productos comestibles sino también una amplia gama de subproductos que van desde almidones hasta ácidos químicos y combustibles.

El cultivo del maíz es de trascendental importancia para nuestro país ya que forma parte de la dieta básica de nuestro pueblo y es un producto que ha sido cultivado desde hace cientos de años y del cual se ha logrado, con el paso del tiempo, aprovechar hasta su máximo, para obtener de él no solo productos comestibles, tanto para el ser humano como para los animales, sino también productos industriales.

Su obtención se realiza a través del empleo de una gran variedad de paquetes tecnológicos, desde los más tradicionales, hasta los desarrollados por los grandes centros de investigación; otro componente importante que se tiene que tomar en cuenta es el uso de híbridos que tengan rendimientos óptimos que permitan satisfacer la demanda de este cereal en el país.

Como sabemos hasta la actualidad instituciones de gobierno, universidades públicas y compañías privadas brindan su mejor esfuerzo pero hasta el momento no han podido cumplir con este imprescindible reto.

Por tales circunstancias, la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” a través del Instituto Mexicano del Maíz “Dr. Mario E. Castro Gil”, cuenta con programas de mejoramiento genético que incluyen la investigación y producción de híbridos de maíz con altos rendimientos y con tolerancia a factores adversos, que puedan explotarse con éxito en las diversas regiones de nuestro país.

Lo anterior ha dado origen a investigaciones por parte del Instituto Mexicano del Maíz de la UAAAN en las que involucra la evaluación de líneas que serán progenitoras de los híbridos comerciales.

En regiones templadas con alturas de 1000 a 1800 msnm y Valles Altos con alturas superiores a 1800 msnm donde se siembra maíz, la gran preocupación es aprovechar el tiempo en el cual no se presentan condiciones ambientales desfavorables como sequías y heladas que traigan como consecuencia un escaso rendimiento o la pérdida del cultivo.

El presente trabajo de investigación se desarrolló para la evaluación temprana de líneas a través de cruzas de prueba utilizando cuatro cruzas simples como probador generando híbridos triples de grano blanco y amarillo con buenos rendimientos que a futuro puedan explotarse en áreas con altitudes superiores a 1500 msnm.

En la presente investigación se plantea alcanzar lo siguiente:

### **Objetivos**

- Seleccionar las líneas de maíz en etapa temprana que en sus cruzas de prueba manifiesten en su progenie las mejores características agronómicas contando además con buena aptitud combinatoria para rendimiento y continuar con su endocria.
- Seleccionar a los híbridos triples formados con líneas altamente endogámicas más sobresalientes que logren superar a los testigos en rendimiento de grano y atributos agronómicos deseables, para su recomendación en siembras inmediatas, en regiones con altitudes superiores a 1500 msnm.

### **Hipótesis**

- Existen líneas con buena aptitud combinatoria general y características agronómicas favorables para continuar con la generación de nuevos híbridos con adaptación a Valles Altos y Alturas Medias.
- Con el uso de cruzas simples como probadores se podrá detectar al menos un híbrido (cruza triple) para su uso directo.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Heterosis

La heterosis (también denominada **vigor híbrido**) es de vital importancia en el mejoramiento genético, es un fenómeno biológico de superioridad característico de las especies y se presenta con la cruce de dos individuos generalmente diferenciados fenotípica y genotípicamente entre si.

Moll *et al.* (1962) señalan que la heterosis es un fenómeno en el cual el híbrido resultante del cruzamiento de dos variedades, generalmente es superior en crecimiento, tamaño, rendimiento y vigor.

Poehlman (1983) define a la heterosis como el exceso de vigor del híbrido con respecto al vigor promedio de sus progenitores. También, señala que este vigor puede ser resultado de la acción de genes dominantes y que cada uno de los cuales aporta un pequeño incremento en determinadas características.

Allard (1967) indica que la heterosis es el fenómeno inverso de la degradación que acompaña a la consanguinidad.

Robles (1987) señala que la heterosis es la manifestación de vigor de un híbrido en relación con el vigor o manifestación de los caracteres de sus progenitores; pudiendo resultar éstos de cruzas entre líneas puras, cruzas intervarietales, cruzas interraciales o de cruzas interespecíficas.

Según Reyes (1985) la heterosis o vigor híbrido es el fenómeno en el cual la cruce entre dos razas, variedades, líneas, etc., produce un híbrido que es superior en las diferentes características agronómicas a sus progenitores y que la progenie de cruzas no emparentadas genéticamente y en condición homocigótica presentan mayor heterosis y uniformidad.

La heterosis se manifiesta principalmente en las plantas de la generación  $F_1$  provenientes de semillas de reproducción sexual; el vigor, el rendimiento y la mayoría de los caracteres de importancia económica del maíz son de naturaleza cuantitativa y están controlados por un gran número de genes, cuyos efectos pueden diferir ampliamente, dependiendo del tipo de acción génica manifestada (Jugenheimer, 1990).

De la Cruz *et al.* (2003) evaluaron cruzas dialélicas de maíz a partir de 12 progenitores, seis adaptados y seis exóticos. Los cruzamientos se evaluaron en un diseño experimental látice triple 10x10 en tres localidades. La heterosis se calculó con base en el promedio de los progenitores involucrados en cada cruce y los efectos de aptitud combinatoria general y específica se estimaron con el promedio de tres ambientes en forma cruzada (adaptados por exóticos). La mejor cruce mostró una heterosis de 183 %, que también presentó la ACE más alta y significativa. La heterosis promedio para

rendimiento de adaptados por exóticos fue superior (73 %), adaptados por adaptados (59 %) y exóticos por exóticos (62 %).

Cervantes *et al.* (2002) formaron un dialélico de 13 líneas puras de maíz blanco. Se evaluaron bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Encontraron diferencias altamente significativas en cruzas, ACG y ACE. La heterosis de la crusa con el rendimiento más alto fue de 110 %. La línea CML177 fue el mejor combinador general en RGM (Rendimiento de grano por mazorca) al resultar con efectos de ACG más altos y positivos, seguido de la línea CML176. En cuanto a ACE, 37 cruzas mostraron efectos positivos. Las cruzas con afectos más altos y buen rendimiento fueron CML142 x CML173 y CML149 x CML177.

Ávila *et al.* (2002) seleccionaron cinco cruzas simples tropicales blancas-hembras y las cruzaron con ocho líneas élite tropicales-machos. Todos los híbridos trilineales incluyendo las cinco cruzas simples-hembras más tres testigos comerciales fueron evaluados bajo un diseño experimental “Alfa Látice” 6 x 6 con 2 repeticiones en seis ambientes tropicales. Seis híbridos superaron en rendimiento de grano y características agronómicas al mejor testigo comercial. El mejor híbrido trilineal superó significativamente al testigo comercial.

De la Cruz *et al.* (2002) evaluaron seis poblaciones exóticas de maíz y sus cruzas dialélicas bajo el diseño experimental bloques completos al azar con tres repeticiones. La evaluación se hizo en cinco localidades. Se encontró que el promedio de heterosis fue

alto, así mismo algunas de las cruzas a pesar de tener un promedio de heterosis bajo presentaron un valor alto de ACE.

Estrada *et al.* (2000) estudiaron a siete híbridos comerciales y cuatro variedades de polinización libre bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los materiales de maíz con mayor rendimiento fueron un híbrido trilineal y la variedad de PL Jiquipilco e Ixthahuaca que superaron de manera significativa a la mayoría de los materiales evaluados.

Coutiño (2004) trabajó con dos dialélicos de siete progenitores. Encontró una heterosis media de 34 % en la mejor crusa de híbridos; en la F<sub>2</sub> de los mejores pares heteróticos se derivaron líneas, se formaron cruzas nuevas, cruzas con líneas S<sub>1</sub> y se avanzaron a S<sub>2</sub>. Se seleccionaron 20 de estas cruzas y se avanzaron las líneas a S<sub>3</sub>. Dos cruzas resultaron sobresalientes con heterosis media de 20 % y de 14 % sobre el mejor progenitor.

Sierra *et al.* (2004) evaluaron 16 híbridos trilineales; dos cruzas resultaron sobresalientes registrando rendimientos promedio de 7.23 y 6.58 ton/ha a través de 17 ambientes de evaluación, que significa 110 y 99 % respectivamente en relación con el testigo y fueron propuestos para su liberación como H-520 y H-518.

Velázquez y Rendón (2004) realizaron una evaluación de híbridos experimentales de ciclo tardío en cuatro localidades e híbridos de ciclo intermedio en tres localidades, los cuales fueron formados con líneas endogámicas nuevas (S<sub>5</sub> – S<sub>6</sub>).



Los ensayos se estudiaron bajo el diseño de bloques completos al azar con tres y dos repeticiones, respectivamente. Se encontró un híbrido tardío nuevo que superó al mejor testigo comercial H-151 en rendimiento (12 %). En los intermedios se encontraron híbridos que superaron estadísticamente (15 a 30 %) en rendimiento de grano a los testigos comerciales H-137, H-33 y H-40.

Chassaigne *et al.* (1998) estudiaron la heterosis entre los ciclos de selección recurrente de dos poblaciones de maíz de color blanco. Se evaluaron los ciclos de ambas poblaciones y los híbridos correspondientes a los cruzamientos entre ellos sin incluir recíprocos. El análisis de varianza no mostró diferencias significativas entre los progenitores y sus híbridos, ni valores importantes de heterosis. La expresión general de la heterosis fue despreciable en las cruzas entre sus ciclos de selección; sin embargo, algunas combinaciones específicas mostraron más de un 10 % de heterosis para el rendimiento en grano.

Alezones (2001) realizó un dialélico entre siete poblaciones de maíz blanco sin las cruzas recíprocas. Las poblaciones que presentaron mayor rendimiento fueron: Santa Ana, FPX-01B-C3 y CIMCAL193-SA6 y las mejores cruzas que superan al testigo híbrido doble (D-Molinero) fueron: Santa Ana x CIMCAL193-SA6, Santa Ana x FPX-01B-C3 y Santa Ana x FPX-02BP-C5. Llegó a la conclusión de que basado en la alta capacidad de combinación expresada entre algunos de estos materiales, sería interesante incluirlos en un programa para la obtención de híbridos convencionales o para la formación de híbridos intervarietales a corto plazo.

## Evaluación de Líneas

En un programa de mejoramiento genético una vez obtenidas las líneas, es de suma importancia elegir apropiadamente el método de evaluación, que dependerá de ciertos factores, principalmente del número de líneas, de su nivel de endogamia y del uso que se le pretenda dar. La evaluación de líneas se basa principalmente en sus características como progenitores de variedades híbridas, ya que en las especies alógamas no se pueden producir líneas homocigóticas para uso comercial, porque estas son poco vigorosas y poco productivas.

Martínez (1986) menciona que la evaluación de las líneas endocriadas puede ser realizada mediante una serie de técnicas, las cuales se enmarcan en dos campos: la evaluación a través de su comportamiento *per se* y la evaluación a través de comportamiento en cruzas *inter se*.

Por otra parte, Mijangos (1990) indica que la formación, evaluación y selección de líneas tiene como propósito la explotación de la heterosis, obtención de ideotipos específicos y provocar variabilidad mediante la realización de las cruzas de estas líneas. Por lo que se realizan cruzas de prueba que servirán para la identificación de las mejores líneas. Una crusa de prueba implica el cruzamiento de las líneas bajo selección con un probador.

Paredes (1995) menciona que el uso de un probador, para elegir líneas en etapas tempranas de endogamia, es de suma importancia en cualquier programa de

mejoramiento, ya que ahorra trabajo, al reducir el número de líneas que deben seguir el proceso de endogamia o hibridación. Se tienen dos razones prácticas para preferir un probador de estrecha base genética, la primera: disminuye el error de muestreo, que puede ocurrir con un probador heterogéneo y la segunda: el uso de una línea o cruza simple como probador, permite una rápida utilización de dichas líneas como progenitores de híbridos comerciales, especialmente si el probador ya se usa comercialmente.

Este mismo autor señala que la prueba temprana se basa en dos suposiciones:

1. Existen marcadas diferencias en aptitud combinatoria entre las plantas de una población seleccionada para endocria.
2. Una muestra seleccionada, en base a pruebas de aptitud combinatoria, es mejor para continuar la autofecundación y selección de líneas endogámicas, que una muestra aleatoria de las aptitudes combinatorias, obtenida de la misma población en base, a una selección visual.

Chávez y López (1987) señalan que el método de cruza posibles (dialélico) es teóricamente el mejor para la evaluación de líneas endocriadas. Sin embargo, muchas veces esto es impráctico ya que si de una población se deriva una infinidad de líneas, el número de cruzamientos que se obtendrían sería de miles de cruza posibles, lo que es totalmente improcedente formarlas y evaluarlas. Por lo tanto este método es eficaz cuando se trabaja con pocas líneas.

Según García (1996) existen varios métodos de evaluación de líneas, tales como:

- a. Método Clásico: En este se obtienen líneas altamente homocigóticas que se evalúan tomando como medida la aptitud combinatoria general de cada línea, el comportamiento promedio de sus cruzas con otras líneas.
- b. Prueba de líneas *per se*: Consiste en probar a las líneas como tales, sin necesidad de formar mestizos. Con ello se prueba directamente su dotación genética aditiva, con el ahorro de tiempo y dinero por ser más práctico y económico.
- c. Prueba de Mestizos: Se basa en la evaluación indirecta de la aptitud combinatoria general de las líneas mediante la prueba de mestizos, o sea cruzas de líneas por variedad.
- d. Cruzas Posibles (Dialélico): Teóricamente es el mejor para evaluar las líneas pero cuando se manejan muchas líneas es impráctico por lo que solo es eficaz cuando se trabaja con pocas líneas.
- e. Cruzas de Prueba: La evaluación de las primeras generaciones de líneas usando cruzamientos de prueba, se basa en el principio de que las generaciones  $S_0$  y  $S_1$  varían considerablemente en cuanto a aptitud combinatoria y que estas diferencias pueden detectarse en cruzamientos de prueba con un progenitor común.

Palacios y Ángeles (1990) mencionan que los procedimientos para la evaluación de pruebas de ACG más generalizadas son:

- 1) Prueba de mestizos, donde las líneas se cruzan con un probador común.
- 2) Prueba de líneas *per se*, en el cual se evalúan las líneas por si solas.

Latourniere (1990) menciona que para la selección de líneas en pruebas tempranas es importante la utilización de más de un probador, para que con esto exista una mejor discriminación de genotipos superiores y se pueda obtener mayor información con mejor precisión.

El comportamiento de cruzamientos de prueba depende de la aptitud combinatoria general asociada a efectos aditivos y de la aptitud combinatoria específica que depende de diferencias en frecuencias génicas para alelos con dominancia parcial a completa entre el material probado y los probadores. Cuando se utilizan probadores divergentes en la evaluación de líneas, estas diferencias pueden reflejarse en la existencia de interacciones línea por probador (Nestares *et al.* 1999).

Martínez (1993) evaluó líneas S<sub>2</sub> y S<sub>3</sub> de maíz derivadas de la variedad V-534, en cruces de prueba con un una cruce simple como probador bajo el diseño de bloques al azar con dos repeticiones. Encontró que la evaluación de líneas en etapas tempranas por medio de cruces de prueba fue efectiva ya que se seleccionaron las mejores líneas con buenas características agronómicas y rendimiento aceptable.

## **Probadores**

En un programa de obtención de híbridos los probadores pueden ser usados para varios propósitos y es necesario producir y usar los probadores adecuados dependiendo de los objetivos que se desea alcanzar.

Un **probador** se define como cualquier material genético (línea, variedad, híbrido, etc.) que permite medir la aptitud combinatoria de un grupo de líneas autofecundadas con el cual se cruza (Chávez, 1995); por otra parte, menciona que la selección adecuada de un probador maximiza la expresión de la línea.

Este mismo autor clasifica a los probadores en dos grupos:

*Test Cross*: cuando el probador usado es un material de reducida base genética como una línea o una cruce simple.

*Top Cross*: cuando el probador utilizado es de amplia base genética (poblaciones heterocigóticas, sintéticos, cruces dobles, etc).

En un programa de hibridación en maíz es conveniente contar con probadores que permitan discriminar líneas nuevas y que directamente puedan utilizarse como híbridos comerciales si se trata de una línea o una cruce simple sobresaliente (Gómez *et al.* 2002).

Matzinger (1953) cita que un probador es aquel material que combina el mayor grado de simplicidad con el uso máximo de información sobre el comportamiento esperado de las líneas bajo prueba cuando sea usado en otras combinaciones o cuando se desarrolla en otros ambientes. La selección de un probador se determina considerando el uso final que tendrá un grupo particular de líneas.

Segovia (1990) menciona que un probador es aquel que sirve para evaluar e identificar a las líneas con características superiores y son también de vital importancia en un programa de mejoramiento ya que sin ellos no se tendrían las bases necesarias para identificar los materiales sobresalientes o más productivos

El probador será utilizado para cuantificar la ACG de las líneas, es decir, será usado para ser cruzado, no seleccionado, quienes serán seleccionadas serán las líneas, por lo tanto debe existir tal variación genética en los mestizos para que sea posible una diferenciación clara entre ellas (discriminación). También se menciona que es conveniente que el probador sea de la misma población donde se derivaron las líneas (Márquez, 1988).

Brauer (1985) menciona que un probador debe tener una diversidad genética amplia para que, al cruzarse con las líneas, se obtenga una muestra de las muchas combinaciones diferentes posibles y pueda de esa manera, ser una medida apropiada de la aptitud combinatoria general.

Márquez (1988) señala que existen dos fuentes utilizadas como probador para estimar la aptitud combinatoria. Un probador de amplia base genética (heterogénea) para determinar la ACG y otro de estrecha base genética (homocigótica) para estimar la ACE en las líneas. Por otra parte, menciona que las características más importantes que debe reunir un probador son las siguientes:

- 1) Amplia base genética.
- 2) Discriminación clara entre los mestizos.

- 3) Alto rendimiento.
- 4) Media alta de rendimiento de los mestizos.

Lobato *et al.* (2002) utilizaron los siguientes criterios para determinar el mejor probador de la ACG:

- 1) El coeficiente de variación genotípica (CVG): bajo este criterio el mejor probador es aquel que presenta la mayor variación entre sus mestizos.
- 2) El Coeficiente de divergencia (CD): para este criterio el mejor probador, es aquel que presenta el menor coeficiente de divergencia con respecto al orden previamente establecido de las líneas de ACG conocida.
- 3) El efecto del probador: con base en este criterio, el mejor probador es aquel que presenta el menor efecto genotípico.

Paliwal (2001) indica que los probadores son utilizados para establecer modelos heteróticos, mejoramiento entre poblaciones, formación y mejoramiento de nuevos grupos heteróticos, evaluación de la aptitud combinatoria de las líneas e identificación de las combinaciones específicas de híbridos; también menciona que una línea endocriada como probador será útil para evaluar la aptitud combinatoria y para la identificación de combinaciones de cruzas simples específicas; por otra parte, señala que un híbrido simple como probador podrá ser útil para las combinaciones de tres vías y un probador no endocriado podrá ser necesario para identificar combinaciones híbridas mezcladas - *líneas endocriadas x líneas no endocriadas*.



Jugenheimer (1981) dice que el tipo de probador que se debe usar para la evaluación de líneas puras en combinaciones híbridas depende principalmente si la información deseada es sobre aptitud combinatoria general o específica, ya que debido a su heterogeneidad, las variedades de polinización libre, y sintéticos generalmente se usan para determinar la aptitud combinatoria general, mientras que los progenitores femeninos de cruza simple constituyen excelentes probadores para determinar la aptitud combinatoria específica. Por otra parte, menciona que los probadores deben seleccionarse por su capacidad para determinar cuáles líneas se combinan bien con otras.

Mendoza *et al.* (2000) evaluaron 23 líneas  $S_3$  derivadas de una cruza de dos poblaciones mejoradas (Tutifruti y Compuesto Cardel) cruzadas con dos probadores (Híbrido simple y la Variedad VAN-555). Se estableció en dos localidades con dos repeticiones y se analizó bajo un diseño de bloques al azar con arreglo factorial. Se encontraron resultados significativos para líneas, sobresaliendo en promedio con ambos probadores la  $S_3$ -37 y  $S_3$ -7; Además, se encontraron híbridos superiores en combinación con las líneas  $S_3$ -17 y  $S_3$ -7. El probador de reducida base genética (cruza simple) resultó superior y con diferencia significativa en relación al de amplia base genética (VAN-555) que superó en un grupo al primer probador lográndose así una mejor discriminación de líneas.

Montenegro *et al.* (2002) determinaron el comportamiento de 57 accesiones a través de cruzas de prueba usando dos poblaciones y dos líneas endogámicas como probadores. El experimento uno consistió en las cruzas obtenidas entre las dos poblaciones POB21 (Tuxpeño) y POB32 (ETO). El experimento dos incluyó las cruzas

con las líneas CML-247 y CML-254. Los experimentos se establecieron en diseños de bloques incompletos, en látice simple 9x10, y 6x7, respectivamente con dos repeticiones por localidad. De los análisis genéticos del experimento uno (criollos por poblaciones) se identificó a las accesiones TAM131, CUBA137, JAL285 y SIN70 con los mayores efectos de ACG. Para el experimento dos, las accesiones PUERGP5A, CUBA134, CUBA28, CUBA72 y CUBA79 obtuvieron los valores más altos de ACG, mientras que las cruzas con altos valores de ACE fueron CHIS567 x POB21, PUERGP5A x POB21, OAX220 x POB32 y CUBA79 x CML254.

Venegas y Ramírez (1996) realizaron la evaluación de 81 tratamientos en una localidad y 64 en otra, incluyendo testigos regionales. Para ambas localidades la distribución de los tratamientos se sujetó al diseño de bloques al azar con dos repeticiones. Se detectaron diferencias significativas para el carácter de rendimiento de grano en ambas localidades. En el estudio se encontró que existen líneas muy sobresalientes en cuanto a aptitud combinatoria. El híbrido H-358 y 5 mestizos superaron al mejor híbrido testigo en rendimiento de grano. Por otra parte, la variedad V-385 C3 (probador), reúne los requisitos para seleccionar germoplasma en etapas tempranas durante el proceso de mejoramiento.

Lobato *et al.* (2002) evaluaron 58 mestizos usando como probadores una línea de baja ACG, otra de alta ACG y la variedad original. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y dos localidades. La variable evaluada fue el rendimiento de mazorca por planta (RM) en gramos. El mejor probador fue la línea de baja ACG en comparación con la línea de alta ACG y la variedad original, aunque ésta

resultó ser también un buen probador, pero con menor valor discriminatorio que la línea de baja ACG.

### **Aptitud Combinatoria**

El comportamiento medio que puedan mostrar las líneas endocriadas en su combinación híbrida al cruzarse con otro material (línea, híbrido o variedad) es lo que generalmente se denomina como **capacidad ó aptitud combinatoria**.

Este comportamiento en los híbridos se divide en dos categorías: *aptitud combinatoria general* y *aptitud combinatoria específica*.

Sprague y Tatum (1942) citados por Márquez (1988) definieron originalmente los términos de aptitud combinatoria general y específica, refiriéndose a la aptitud combinatoria general como el comportamiento promedio de una línea en combinaciones híbridas y a la aptitud combinatoria específica para designar aquellos casos específicos en los que cierta combinación híbrida se comporta relativamente mejor (o peor) de lo que debería esperarse en base al comportamiento promedio de las líneas involucradas; Por su parte, Márquez (1988) señala que el término aptitud combinatoria significa la capacidad que tiene un individuo o una población de combinarse con otros, dicha capacidad es medida por medio de su progenie. Sin embargo, la aptitud combinatoria debe determinarse no sólo en un individuo de la población sino en varios, a fin de poder seleccionar aquellos que exhiban la más alta aptitud combinatoria.

Valdes *et al.* (2000) citan que la capacidad de una línea para transmitir información a su progenie híbrida se conoce como aptitud combinatoria, que puede ser general si mantiene su comportamiento medio en una serie de combinaciones híbridas ó específica cuando se refiere al comportamiento de dos líneas en determinada cruce.

La aptitud combinatoria general es el desempeño promedio de una línea en algunas combinaciones híbridas. La aptitud combinatoria general proporciona información sobre qué líneas puras deben producir los mejores híbridos cuando se cruzan con muchas otras líneas. La aptitud combinatoria específica es el desempeño individual de una línea pura en combinación híbrida específica (Jugenheimer, 1990).

De la Vega (1998) menciona que las pruebas de aptitud combinatoria son definitivamente las que determinan el valor de las líneas para seleccionarlas como progenitores. La aptitud combinatoria general se prueba mediante la formación de mestizos, en los que el progenitor común será una variedad de polinización libre; también señala que la selección para aptitud combinatoria es medida a través de la mayor productividad de los híbridos resultantes.

Por su parte Elizondo (2000) señala que la determinación de la aptitud combinatoria general y específica, permite conocer la forma en que actúan los genes de un carácter dado; si la acción es aditiva o no aditiva, y la importancia relativa de cada una; es posible obtener un rápido avance en la mejora genética si se usan los genotipos de alta aptitud combinatoria. También dice que el análisis de cruzamiento en diseños dialélicos permite la detección de progenitores y cruzamiento superiores, al mismo

tiempo que ayuda a elegir el método más eficiente de selección, permitiendo estimar la magnitud de diversos parámetros genéticos.

Lobato *et al.* (2002) mencionan que el mejoramiento del maíz por hibridación está basado en el desarrollo de líneas endogámicas y la evaluación de su aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE) para la obtención de híbridos comerciales de alto rendimiento.

La prueba de aptitud combinatoria es la que determina el valor de las líneas para utilizarlas como progenitores de híbridos comerciales; para determinar este valor es necesario el uso de probadores y dentro de éstos las cruzas simples ofrecen la posibilidad de que las combinaciones híbridas más sobresalientes puedan utilizarse como híbridos triples a nivel comercial, ya que este tipo de cruzas son las más comunes en el mercado (Rivas *et al.* 2000).

Gutiérrez *et al.* (2004) indican que mediante el conocimiento de la aptitud combinatoria de los progenitores, el mejorador logrará una mayor eficiencia en su programa de mejoramiento, pues le permite seleccionar líneas con un buen comportamiento promedio en una serie de cruzamientos e identificar combinaciones híbridas específicas con un comportamiento superior a lo esperado, con base en el promedio de líneas que intervienen en el cruzamiento.

Balderrama *et al.* (1996) estimaron los efectos de aptitud combinatoria general y específica de 19 poblaciones y sus cruzas dialélicas de maíz de valles altos. Se encontró que los mayores efectos de ACG para rendimiento de grano y aceptable para los otros caracteres agronómicos fueron observados en: VS-22, Mich-21, Méx-38, Tlax-51, Méx-581 y Pue-502. Las cruzas Tlax-151 x VS-22 y Mex-581 x VS-22 mostraron valores altos de ACE, estas combinaciones pueden considerarse patrones heteróticos, los cuales serán importantes en la planeación para la formación de híbridos.

Gallegos *et al.* (1998) evaluaron la aptitud combinatoria de 7 líneas derivadas de la población San Lorenzo. Encontraron que, cuando interviene uno o los dos progenitores que se encuentran entre los mejores efectos de ACG se obtienen las mejores cruzas. Concluyeron que las líneas que sobresalen en efectos de ACG, deberán considerarse en un programa de mejoramiento encaminado a la formación de una variedad sintética o bien a participar como progenitores en la formación de híbridos.

Reyes *et al.* (2004) estimaron los parámetros genéticos para el rendimiento de la raza de maíz tuxpeño, así como los efectos de ACG y ACE de diez líneas  $S_1$  que fueron derivadas de tres compuestos varietales. Concluyeron que una craza simple será de alto rendimiento si dos líneas progenitoras son de alta ACG o si su efecto de ACE es alto y al menos una de sus líneas es de alta ACG. En cambio si las líneas son de baja ACG y su efecto de ACE es bajo, el rendimiento de la craza será bajo.

Vergara *et al.* (2001) trabajaron con 24 líneas de  $S_6$  a  $S_{12}$  de maíz blanco tropical; las líneas fueron clasificadas por su tipo de mazorca (LML) mazorca larga y (LMG)

mazorca gruesa. Los efectos de ACG y ACE para rendimiento de grano fueron calculados usando un análisis de línea x probador. En el grupo de mazorca larga siete líneas tuvieron efectos positivos de ACG para rendimiento y en el de mazorca gruesa seis líneas con efectos positivos en ACG para rendimiento de grano. La cruza L10xG7 mostró el mayor efecto de ACE. La mejor frecuencia de mejores cruzas involucraron a líneas de la población 21 (Tuxpeño 1) y a las líneas de la población 32 (ETO BCO). En los dos grupos de líneas se observaron algunas con valores aceptables de ACG, indicando de esta manera su potencial para su utilización en un programa de hibridación.

De la Cruz *et al.* (2003) estimaron los efectos de ACG y ACE de seis líneas de maíz para grano de la UAAAN-unidad laguna (L-AN-123R, L-AN-447, L-AN-360PV, L-AN-130, L-AN-123 y L-AN-388R). El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar con dos repeticiones por localidad. Los resultados del análisis combinado indicaron diferencias entre localidades y genotipos. Los mayores efectos de ACG fueron observados en las líneas L-AN-123, L-AN-130 y L-AN-123R, en tanto que para la ACE, las mejores cruzas fueron la L-AN-447 x L-AN-123, L-AN-447 x L-AN-360PV y L-AN-360PV x L-AN-130. Se encontraron efectos positivos de heterosis, tanto con respecto a la media de progenitores como con el progenitor superior.

Moreno *et al.* (2002) evaluaron dos conjuntos de líneas para formar híbridos de cruza simple de alto rendimiento de grano: el grupo (A) incluyó 19 líneas endogámicas y dos líneas probadoras (CML349 y CML246) y el segundo (B) 33 líneas endogámicas con dos líneas probadoras (CML244 y CML352). Las cruzas A x CML349 y CML246 y B x CML244 y CML352 y los testigos CMS 939083, ASPROS 721 y TROMBA, fueron

evaluados en un diseño de bloques completos al azar con dos repeticiones. De los genotipos A, las mejores cruzas fueron con la línea CML349 y de los genotipos B, las mejores cruzas fueron con CML244.

García *et al.* (2002) derivaron 30 líneas S<sub>3</sub> del C<sub>0</sub> y 30 líneas S<sub>3</sub> del C<sub>6</sub> de la variedad “México grupo 10”, con las cuales se formaron dos conjuntos de 30 mestizos cada uno, utilizando como probador a C<sub>0</sub>. Por otra parte, se obtuvieron 25 cruzas simples en cadena dentro de cada conjunto de líneas. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con 4 repeticiones. Los resultados encontrados indicaron que la variedad mejorada C<sub>6</sub>, produjo mayor frecuencia de líneas autofecundadas de alta aptitud combinatoria específica, y por tanto más híbridos de alto rendimiento, que C<sub>0</sub>. Resultó un valor de correlación muy bajo entre rendimiento y la aptitud combinatoria general.

Espinoza *et al.* (2002) evaluaron los cruzamientos posibles de 10 progenitores en tres localidades. Se utilizó un diseño en bloques al azar con dos repeticiones. El análisis de varianza, mostró diferencias significativas entre cruzas en las tres localidades. Asimismo, se encontró que la ACG fué significativa en las localidades 1 y 2; la ACE, en cambio fue significativa en las tres localidades. La mayor manifestación de heterosis fue de 2.97 %.

Gutiérrez *et al.* (2004) estudiaron a 100 cruzas derivadas de 20 híbridos comerciales, de los cuales 10 actuaron como machos y los otros 10 como hembras. El diseño experimental usado fue el de bloques al azar con dos repeticiones y 100



tratamientos por localidad. Se encontraron híbridos con buen potencial de rendimiento de forraje verde y materia seca; Algunos machos y hembras manifestaron buenos efectos de aptitud combinatoria general en todas las características agronómicas, con excepción de altura de planta.

Peña *et al.* (2004) reportan la evaluación de 24 líneas S<sub>2</sub> de una población de maíces de grano blanco; nueve líneas se cruzaron con un probador de valles altos BTVC x BTRL y las otras 15 líneas con un probador subtropical CML78 x CML322. El material se evaluó en un diseño de bloques completos al azar con dos repeticiones. No se encontraron diferencias significativas entre probadores en ninguna de las variables de producción y calidad nutritiva. La mayoría de las cruzas presentaron producciones superiores a 20 ton ha<sup>-1</sup> de materia seca total en ambas localidades. Se concluye que hubo líneas de alta aptitud combinatoria para alta producción y calidad forrajera factibles de ser explotadas genéticamente en programas de hibridación.

De la Cruz *et al.* (2005) evaluaron ocho líneas de maíz de alta calidad proteínica de grano blanco para producción de forraje verde y para estimar efectos de ACG y la ACE de sus cruzas directas; el material genético consistió de 28 cruzas directas posibles entre las líneas. Se trabajó bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con dos repeticiones. Los mayores efectos de ACG se observaron en las líneas CML144 para Producción de Forraje Verde; CML146 para Porcentaje de Mazorca; CML148 para Materia Seca Total y CLQ6203 para Digestibilidad, mientras que los mayores efectos de ACE para Producción de Forraje Verde y Materia Seca Total lo presentó la cruza

CML146 x CML148 y para las variables Porcentaje de Mazorca y Digestibilidad correspondieron a las cruzas CML173 x CML144 y CML146 x CLQ6203.

Espinoza *et al.* (2002) realizaron la evaluación de seis materiales los cuales fueron: AN-361 (P1), Precoz 89 (P2), Población 461 (P3), Ranchero (P4), Anexpo-1 F2 (P5) y Tlahua 100 (P6); De sus cruzas se obtuvieron 15 híbridos que se evaluaron en cuatro localidades durante tres ciclos. Se obtuvieron cruzas con buena aptitud combinatoria específica, las cuales sirvieron para formar híbridos varietales, observando genotipos con efecto positivo de aptitud combinatoria general al evaluar todas las cruzas posibles entre 10 materiales, donde se identificaron híbridos con buen potencial de rendimiento de grano y forraje.

De la Cruz *et al.* (2000) estudiaron los efectos de la ACG de seis líneas endogámicas y la ACE de las 15 cruzas simples posibles. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con dos repeticiones. Los progenitores con mayor ACG fueron P5, P4 y P1; en cuanto a cruzas, las de mayor ACE fueron P2 x P5, P2 x P3 y P3 x P4, la alta ACE detectada permite la selección de los mejores progenitores para la formación de híbridos.

Alezones (2003) realizó un cruzamiento factorial que incluyó cuatro líneas QPM de maíz blanco del CIMMYT y ocho líneas élite de Danac. Se obtuvieron 32 híbridos simples que conforman las combinaciones posibles CIMMYT – Danac entre las líneas. Se estudiaron bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones en dos localidades. Los resultados obtenidos en las líneas de CIMMYT en cuanto a

comportamiento de aptitud combinatoria general para rendimiento de grano fue no significativa, mientras que las líneas de Danac tuvieron valores significativos. Asimismo, se encontraron cruzas con buenos rendimientos.

### **Maíz Amarillo**

La producción anual de maíz amarillo en el mundo se estima en alrededor de 500 millones de toneladas. El volumen de maíz blanco comercializado internacionalmente, estimado en un promedio de 60 millones de toneladas anuales, resulta insignificante en comparación con los embarques de maíz amarillo, destinados principalmente a la alimentación animal (CIMMYT, 1997).

Alfaro *et al.* (2004) reportan la evaluación de 10 mejores híbridos y un testigo comercial, en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, en las localidades de Yaritagua y Guarabao (estado Yaracuy), Camilero y Tucupido (estado Guárico) y CENIAP (estado Aragua) en Venezuela. Los datos fueron analizados estadísticamente mediante el análisis de la varianza y la prueba de comparación de medias. Encontraron un efecto significativo en la interacción genotipo por ambiente, evidenciaron diferencias significativas entre los híbridos para las variables de floración masculina y femenina, altura de planta y de mazorca y rendimiento de grano. El rendimiento fluctuó entre 8.420 y 3.740 ton ha<sup>1</sup>, los mayores rendimientos se obtuvieron en las localidades de Guarabao, estado Yaracuy y CENIAP (estado Aragua).

Ramírez *et al.* (2002) evaluaron 10 poblaciones de maíz amarillo: ocho tropicales y dos templadas en 5 ambientes. Se utilizó el programa Diallel para determinar la ACG y ACE. En el análisis hubo diferencias estadísticas significativas en rendimiento de grano en ACG, pero la ACE no fue significativa. Al analizar la ACG en función del ambiente de evaluación, se encontró que ésta fue significativa en todos los ambientes y en contraste la ACE no fue significativa en ninguno de los ambientes. El rango observado de heterosis en las cruzas fue de 23 a 43% y la heterosis promedio de las cruzas fue de 26%.

Valdivia *et al.* (2002) trabajaron con maíces de alta calidad proteica de grano amarillo (QPM). Evaluaron 2 experimentos, el primero incluyó 22 híbridos amarillos subtropicales y el segundo 18 híbridos amarillos tropicales. En ambos experimentos, se utilizó el diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones. Hubo maíces amarillos tropicales y subtropicales QPM con rendimiento estadísticamente superior al testigo. En el grupo de maíces tropicales QPM sobresalieron en rendimiento de grano, cuatro híbridos y una craza doble; mientras que en los híbridos subtropicales sobresalió estadísticamente una craza, así como el rendimiento de tres híbridos y una craza doble.

Vergara *et al.* (2002) experimentaron con ocho líneas élite QPM amarillas tropicales y formaron 28 cruzas dialélicas, ocho cruzas QPM x Normal, cuatro híbridos de referencia y dos testigos locales. Se evaluaron bajo un diseño 6 x 7 "Alfa Lattice" simple con dos repeticiones. Se detectaron diferencias altamente significativas en la fuente de variación cruzas y cruzas por localidad para rendimiento de grano y forraje verde. Algunas cruzas superaron a uno de los testigos forrajeros y las líneas CML167,

CML172, CML171 y CML169 mostraron el mejor comportamiento promedio para rendimiento de grano y forraje.

Ramírez *et al.* (2004) evaluaron las poblaciones INIFAP-amarillo dentado-1 e INIFAP-amarillo cristalino-1 y su cruce intervartetal. Se concluyó que la cruce INIFAP-amarillo dentado-1 x INIFAP-amarillo cristalino-1 resultó como la mejor opción para usarse como patrón heterótico en la formación de híbridos de grano amarillo de ciclo intermedio-tardío; la heterosis promedio de la cruce fue de 23.4 %, con respecto al promedio de los progenitores y de 19.5 % con el mejor progenitor.

Tut (2004) evaluó ocho maíces amarillos (Pioneer, Berentsen y Monsanto) y cinco testigos blancos. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Un híbrido de Monsanto logró mejor rendimiento, los genotipos amarillos fueron similares y algunos otros materiales de menor rendimiento respecto a los testigos blancos. En general los híbridos amarillos respecto a testigos son cuatro a seis días más precoces, son de menor altura de planta y mazorca, más tolerantes al acame y de mayor porcentaje de prolificidad.

### **Maíces de Valles Altos**

Los maíces de las zonas de Valles Altos (superiores a 1800 msnm) tienen bajos rendimientos, generalmente debido a factores limitantes que se presentan durante todo el desarrollo del cultivo, tales como las heladas, plagas, sequías, enfermedades, etc., que

merman el rendimiento final. Es por estas circunstancias que el mejoramiento genético para estas zonas va enfocado a generar materiales (híbridos ó variedades) con ciertas características como precocidad, calidad nutritiva, rendimientos óptimos y otros caracteres agronómicos favorables.

Carballoso *et al.* (2000) seleccionaron 19 poblaciones de maíz en Valles Altos de México; Estimaron a partir de sus cruzas dialélicas los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) evaluadas en cuatro localidades. Encontraron diversidad entre las 19 poblaciones al agruparlas con base en sus efectos de aptitud combinatoria general (ACG). Los resultados indicaron que los efectos de ACG se pueden utilizar para medir la divergencia entre las poblaciones de maíz; las variables de mayor peso en los agrupamientos fueron días a floración, rendimiento de grano, y altura de planta y de mazorca.

Moreno *et al.* (2004) trabajaron con dos poblaciones de maíz (A y B) de Valles Altos de México; La Población A se formó mediante recombinación de 18 líneas S<sub>3</sub> y S<sub>4</sub> de alta ACE con la línea CML246 y la B se formó recombinando 25 líneas de alta ACE con la línea CML242. El diseño usado fue bloques completos al azar con tres repeticiones. El rendimiento de grano promedio de las cruzas A×B no fue estadísticamente diferente al de los testigos y la población B fue la de menor rendimiento. En la población A, la ACG creció 10.1 %, y en la población B la ACG aumentó 3.1 %. En general, ambas poblaciones presentaron una ACG más alta (42 a 48%).

Carrera y Cervantes (2002) evaluaron el comportamiento de poblaciones tropicales (PT) de maíz y de cruzas de sus compuestos de líneas. De 30 compuestos se hicieron 23 cruzas PT x PT, 30 cruzas PT x LL y 30 cruzas PT x CS, donde (LL) es una línea S<sub>2</sub> local de Valles Altos y (CS) es una craza simple local. Las poblaciones y cuatro cruzas simples como testigos, se evaluaron en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los análisis de varianza de los caracteres evaluados mostraron diferencias significativas entre genotipos, entre grupos de genotipos y en la mayoría de los caracteres dentro de cada grupo. Se presentaron buenos rendimientos en los materiales evaluados y la heterosis mostrada fue baja.

Rodríguez *et al.* (2002) estudiaron híbridos triples para explotarse en alturas intermedias y para Valles Altos. Las evaluaciones fueron bajo el diseño de bloques al azar con dos repeticiones por localidad. Los mejores rendimientos se presentaron en los Valles altos; observándose que en todos los casos los testigos fueron superados, presentando el mejor tratamiento un rendimiento de 8.83 ton/ha de mazorca, superando al testigo en 1.99 ton/ha. Basados en los resultados obtenidos los híbridos evaluados prometen buenos rendimientos para la agricultura maicera en esas áreas Mexicanas.

### **Unidades Calor**

Uno de los principales factores climáticos limitantes en la producción de cultivos, es la temperatura. Todos los procesos fisiológicos y funciones de las plantas se llevan a cabo dentro de ciertos límites de temperatura relativamente estrechos. En general, la vida activa de las plantas superiores se localiza entre 0 y 50 °C, aún cuando estos límites varían mucho de una especie a otra. Los procesos fisiológicos que se efectúan dentro de una planta, tales como la fotosíntesis, la respiración y el crecimiento responden con frecuencia en forma diferente a la temperatura, así es que la temperatura, óptima para cada función, si no son limitantes otros factores, puede ser muy diferente.

Para que el uso de la temperatura tenga significado sobre el desarrollo de los cultivos, ésta tiene que expresarse en forma de parámetros agroclimáticos tales como:

**Unidades Calor.**

Un cultivo alcanzará una determinada etapa fenológica cuando haya recibido cierta cantidad de calor, independientemente del tiempo requerido para ello (Hodges y Doraiswamy, 1979 citados por Villalpando, 1985).

Villalpando (1985) señala que la temperatura afecta el desarrollo de las plantas a través de su influencia sobre la velocidad de los procesos metabólicos; temperaturas bajas retardan el desarrollo, mientras que altas temperaturas (hasta un cierto límite) lo aceleran y acortan el ciclo vegetativo de las plantas.



## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del área de estudio

El presente trabajo de investigación se evaluó durante el ciclo Primavera–Verano del año 2005 en las localidades de: Buenavista y La Ventura, Saltillo, Coah. y a continuación se describen en el Cuadro 1 las características principales de los sitios de evaluación.

**Cuadro 1.** Situación geográfica y características climáticas de las localidades de evaluación, Buenavista y La Ventura, Saltillo, Coah. 2005.

Localidad	Clima	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud (msnm)	Temp. Media anual (°C)	Precipitación Pluvial (mm)
Buenavista, Saltillo, Coah.	Muy seco, semicálido	25° 22'	101° 03'	1723	19.8 °C	350 – 450
La Ventura, Saltillo, Coah.	Seco, cálido	24° 38'	100° 53'	1740	17.1 °C	301

Fuente: ( INEGI, 1998 ) y ( Secretaría de Fomento Agropecuario del Gobierno de Coahuila, 1997 ).

### Material genético

En el presente estudio de investigación se utilizó material genético producto de las investigaciones para Valles altos realizadas por Instituto Mexicano del Maíz “Dr. Mario E. Castro Gil”, de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”.

Las líneas que se utilizaron en este experimento presentan diferente nivel de endogamia; por otra parte, el número de líneas por probador varió debido a la diferencia en floración al efectuar la cruce por lo que varió también el número de líneas en cada ensayo establecido. En el Cuadro 2 se presenta la relación en grupos de las líneas participantes en la presente investigación.

**Cuadro 2.** Genealogía de las líneas involucradas en los experimentos.

<b>GRUPO I *</b>	<b>GRUPO II **</b>	<b>GRUPO III **</b>	<b>GRUPO IV *</b>
VAN - RV - 5	AN - 34A - 3	AN - 35A - 2	N - 187-2-2-2-2-⊗-3-9-1
VAN - RV - 12	AN - 34A - 20	AN - 35A - 3	N - 187-2-2-2-2-⊗-3-9-2
VAN - RV - 33	AN - 34A - 5 - 1	AN - 35A - 4	N - 187-2-2-2-2-⊗-3-9-3
VAN - RV - 59	AN - 34A - 5 - 2	AN - 35A - 5 - 1	V - 105 - 33
VAN - RV - 78	AN - 34A - 11 - 1	AN - 35A - 5 - 2	
VAN - RV - 111	AN - 34A - 11 - 2	AN - 35A - 6 - 1	
VAN - RV - 139	AN - 34A - 12 - 2	AN - 35A - 6 - 2	
VAN - RV - 141	AN - 34A - 16 - 2	AN - 36A - ⊗ - 3	
	AN - 34A - 16 - 4		
	AN - 34A - 19 - 1		
	AN - 34A - 20 - 1		

\* y \*\*= Líneas precoces de grano blanco y amarillo, respectivamente.

Resulta de suma importante señalar que la agrupación del conjunto de líneas en este estudio se efectuó de acuerdo a la su fuente de origen, calidad nutritiva, color del grano, precocidad y otras características agronómicas de interés.

### **Descripción de los grupos germoplásmicos**

**Grupo I :** Las líneas de este grupo fueron derivadas de una población formada por colectas de maíz para alturas de más de 1800 msnm; poblaciones como Moquira de Chihuahua, Orizaba de Veracruz, La Angostura de Coahuila, CIPA (Compuesto Interracial Precoz Alto), AN de Valles altos y un Pool cristalino cruzadas todas ellas con

la variedad VANTA y seleccionadas por su aptitud combinatoria, son líneas con grano de color blanco, precoces y con nivel de endogamia  $S_1$ .

**Grupo II y Grupo III :** Son grupos de líneas derivadas de una población precoz para alturas superiores a 2000 msnm, presentan características agronómicas muy favorables como color de grano amarillo, precocidad, alta calidad nutritiva y poseen un nivel de endocria  $S_2$  y  $S_3$ .

**Grupo IV :** Este es un grupo de líneas hermanas que presenta un nivel alto de endogamia ( $S_8$ ) derivadas de la población NEPO (Norteños, Enanos, Precoces y Opacos); presentan características de precocidad, grano blanco y altos contenidos de lisina, a excepción de V-105-33.

Para la evaluación de estas líneas se utilizaron cuatro probadores de reducida base genética, que para esta investigación fueron cruza simples; los Probadores 1 y 2 son materiales precoces y de alta calidad proteínica de Valles Altos, el Probador 3 es precoz y tolerante a sequía y finalmente el Probador 4 es intermedio para las zonas del Bajío; todos ellos presentan color de grano blanco. Los probadores y testigos utilizados se muestran en el Cuadro 3.

Para el caso de los testigos, solo dos se utilizaron en ambas localidades y los demás fueron diferentes para cada localidad; la mayoría de estos son materiales (híbridos y variedades) que se encuentran en la categoría de comerciales generados por

el Instituto Mexicano de Maíz “Dr. Mario E. Castro Gil” y uno es de la empresa UNISEM.

**Cuadro 3.** Material genético utilizado como Probadores y Testigos para cada localidad de evaluación.

<b>Probadores (Cruzas Simples) utilizados en ambas localidades</b>	
Probador 1	N – 187 S <sub>7</sub> x N – 120 S <sub>7</sub>
Probador 2	N – 154 S <sub>6</sub> x N – 120 S <sub>7</sub>
Probador 3	AN – 2 x AN – 20
Probador 4	ANTSO – 73 x AN – 7 – R <sub>1</sub>
<b>Testigos utilizados por localidad</b>	
<b>Buena Vista, Saltillo, Coah.</b>	<b>La Ventura, Saltillo, Coah.</b>
AN – 388	AN – 388
AN – 447	AN – 447
AN – 445	AN – 424
AN – 363 R	CRONOS
VAN – 361	

### **Preparación del terreno**

Las prácticas culturales como el barbecho, rastreo, nivelación y surcado realizadas para el acondicionamiento adecuado del terreno fueron las mismas para cada ensayo de evaluación establecido, puesto que es importante contar con un terreno lo más uniformemente posible para lograr una buena germinación y emergencia de las plantas y así evitar tener resultados influenciados por una inadecuada preparación del suelo.

### **Siembra**

La siembra en ambas localidades se realizó de forma manual colocando dos semillas por golpe para posteriormente aclarar a una planta, con el fin de asegurar un mayor porcentaje de germinación de las semillas en el ensayo.

### **Labores de cultivo**

En cuanto a las labores culturales como aporques, fertilización, manejo de plagas y malezas, así como los riegos se ejecutaron en ambas localidades conforme lo fue requiriendo el cultivo.

### **Fertilización**

La práctica de fertilización se realizó con la siguiente fórmula: 200-104-00 en donde se aplicó el 50 por ciento de nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra (100-104-00), el resto de nitrógeno se aplicó al realizar el primer cultivo (100-00-00).

### **Riegos**

En cuanto a riegos se aplicaron solo los necesarios para que el cultivo no sufriera estrés de agua, además de que fue favorecido por algunas lluvias que se presentaron durante su desarrollo.

### **Manejo de plagas y malezas**

Al momento de la siembra se aplicó insecticida-fungicida para el control de plagas y enfermedades del suelo; inmediatamente después de la siembra se aplicó herbicida para evitar la competencia con malas hierbas. Posteriormente, durante el crecimiento vegetativo del experimento para el manejo de plagas y malezas se aplicaron insecticidas y herbicidas, en asociación con escarda y de forma manual en algunos casos. Teniendo prioridad durante las primeras etapas del desarrollo y crecimiento del cultivo, de tal manera que estos factores naturales no interfirieran en las características experimentales de evaluación.

## Características del experimento

En el Cuadro 4 podemos observar las características bajo las cuales se establecieron los ensayos en cada localidad de evaluación.

**Cuadro 4.** Características de los experimentos por localidad.

Característica del experimento.	Buena vista, Saltillo, Coah.	La Ventura, Saltillo, Coah.
Diseño estadístico	* B. A.	* B. A.
Fecha de siembra	15 / julio / 2005	06 / julio / 2005
Número de tratamientos	74	76
Cruzas de prueba	69	62
Testigos	5	14
Número de repeticiones	2	2
Número de surcos x parcela	2	2
Número de plantas x surco	25	21
Distancia entre surcos (m)	0.80	0.80
Distancia entre plantas (m)	0.20	0.20
Plantas / mata (sembrar)	2	2
Aclarar	1	1
Densidad de población ha <sup>-1</sup>	62, 500	62, 500

\* Bloques al azar con partición de efectos.

## Características agronómicas evaluadas

Para la evaluación de las variables en este trabajo de investigación se utilizaron los siguientes criterios:

**Días a floración masculina (DFM).** En este carácter se consideran los días transcurridos desde el momento de la siembra hasta que el 50 por ciento de las plantas de la parcela presenten anteras dehiscentes.

**Días a floración femenina (DFF).** Se calculó considerando los días transcurridos desde la fecha de siembra hasta que el 50 por ciento de las plantas de la parcela presenten estigmas receptivos.

**Unidades calor masculina (UCM) y Unidades Calor Femenina (UCF).** Para la estimación de estas variables se utilizó el método residual, el cual cuenta con la siguiente fórmula para calcularlas:

$$U. C. = \frac{T \text{ máx} + T \text{ min}}{2} - 10$$

Donde:

U.C. = Unidades calor diarias.

$T \text{ máx}$  = Temperatura máxima diaria (°C).

$T \text{ min}$  = Temperatura mínima diaria (°C).

10 = Temperatura base para el cultivo del maíz.

La información de temperaturas diarias en °C fue proporcionada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) de la estación climatológica La Ventura, Saltillo, Coahuila (Cuadro A10). Para lo anterior se obtuvieron las unidades calor diarias a partir de la fecha de siembra hasta la fecha de floración respectiva y posteriormente se sumaron.

**Altura de planta (AP).** Se obtuvo midiendo la altura a una sola planta representativa de la parcela, desde la base del tallo hasta la inserción de la hoja bandera y se registró el dato en cm.

**Altura de mazorca (AM).** También se consideró la misma planta representativa de la parcela a la cual se le midió desde la base del tallo hasta donde se encuentra insertada la mazorca principal, reportando el dato en cm.

**Mazorcas por 100 plantas.** Este dato se refiere a la cantidad de mazorcas que se pueden obtener de 100 plantas considerando las plantas y mazorcas cosechadas, la cual se estimó mediante la fórmula siguiente:

$$\text{Mazorcas } x 100 \text{ plantas} = \frac{\text{No. de mazorcas cosechadas}}{\text{No. de plantas cosechadas}} \times 100$$

**Rendimiento de Mazorca (ton ha<sup>-1</sup> al 15.5 % de humedad).** Para obtener el dato de esta variable se obtuvo el peso de campo de las mazorcas cosechadas por parcela con una báscula de reloj, luego se tomó una muestra representativa de cada parcela y posteriormente se determinó la humedad de cada muestra con un aparato especial (determinador manual “Dickey-John”), el cual expresa el dato en porcentaje.

Enseguida se determinó el peso seco a través de la fórmula siguiente:

$$P. S. = \frac{(100 - \% H)}{100} \times PC$$

Donde:

P. S. = Peso seco.

H = Contenido de humedad (%).

PC = Peso de campo.



Posteriormente, debido a que se tuvieron fallas de plantas por parcela en las localidades se procedió a realizar ajustes mediante la obtención de un factor de corrección por medio de la siguiente fórmula:

$$F . C . = \frac{P - 0.3 ( f )}{P - f}$$

Donde:

F. C. = Factor de corrección.

P = Número perfecto de plantas por parcela útil.

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

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

Por otra parte, se estimó un factor de conversión para reportar el rendimiento de mazorcas en  $\text{ton ha}^{-1}$  al 15.5 % de humedad mediante la expresión siguiente:

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

Donde:

FC = Factor de conversión a toneladas por hectárea al 15.5 % de humedad.

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

APU = Área de parcela útil que equivale a: número perfecto de plantas x distancia entre surcos ( m ) x distancia entre plantas ( m ).

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

1000 = Constante para obtener el rendimiento en toneladas.

Finalmente, una vez determinado el peso seco se multiplicó por el factor de corrección por fallas y el valor obtenido se multiplicó por el factor de conversión, para obtener los resultados en toneladas de mazorca por hectárea al 15.5 % de humedad.

## **Análisis Estadístico**

### Análisis de Varianza Individual

Una vez obtenidos todos los datos por localidad se procedió a realizar un análisis de varianza para cada variable considerada en este trabajo de investigación mediante el diseño de Bloques al azar (particionando la fuente de variación tratamientos para conocer más a fondo la respuesta de las líneas evaluadas), el cual tiene el modelo lineal estadístico siguiente:

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

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 del  $j$ -ésima repetición.

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental.

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

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

Para determinar la eficiencia de conducción del trabajo de investigación, se estimó el coeficiente de variación para cada análisis de varianza con la fórmula que se muestra a continuación:

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

Donde:

C. V. = Coeficiente de variación (%).

CMEE = Cuadrado medio del error experimental.

$\bar{X}$  = Media general.

100 = Constante para convertir a por ciento.

En la variable rendimiento se realizó la prueba de medias a través del método de diferencia mínima significativa (DMS), con la cual se logró obtener los diferentes grupos estadísticos con la fórmula siguiente:

$$DMS = t \alpha 0.05 / 2 \text{ g.l. E.E} \sqrt{\frac{2CMEE}{r}}$$

Donde:

DMS = Diferencia mínima significativa.

$t \alpha 0.05 / 2 \text{ g.l. E.E}$  = Constante de tablas.

CMEE = Cuadrado medio del error experimental.

r = Repeticiones.

## Análisis de Varianza Combinado

Cada una de las características agronómicas evaluadas se estudiaron bajo un análisis de varianza combinado con partición de efectos utilizando el diseño experimental de Bloques al azar que tiene el siguiente modelo lineal estadístico:

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

Donde:

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

$\mu$  = Efecto de la media general.

$\alpha_i$  = Efecto del **i**-ésimo tratamiento.

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

$\gamma_k$  = Efecto de la **k**-ésima localidad.

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

$\varepsilon_{ijk}$  = Efecto del error experimental.

**i** = 1, 2, ..., t (tratamientos).

**j** = 1, 2, ..., r (repeticiones).

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

Para el análisis de varianza combinado también se estimó el coeficiente de variación y se realizó la prueba de medias con el mismo método que se realizó para el análisis individual. La expresión para estimar la prueba de medias (DMS) es la siguiente:

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

Donde:

DMS = Diferencia mínima significativa.

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

CMEE = Cuadrado medio del error experimental.

$r$  = Repeticiones.

$l$  = Localidades.

### Aptitud Combinatoria General

La aptitud combinatoria general se estimó para el carácter de rendimiento en cada localidad y en forma combinada; Se utilizó la expresión que a continuación se muestra:

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

Donde:

ACG = Aptitud Combinatoria General Estimada.

$X_i$  = Media de la línea  $i$  con los probadores que se cruzó.

$\bar{X}$  = Media General del sistema en que participaron las líneas en cruza con los mismos probadores.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados obtenidos de la evaluación de las líneas a través de sus cruces de prueba utilizando cuatro probadores en las localidades de Buenavista y La Ventura, Saltillo, Coah., durante el ciclo P – V 2005, se discuten a continuación:

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

En el Cuadro 5 se muestra la concentración de los cuadrados medios y su significancia de las características agronómicas evaluadas en la localidad de Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Como se puede observar en la fuente de variación Repeticiones se encontraron diferencias significativas para las características de altura de planta y altura de mazorca, probablemente debido a efectos de riego; cabe señalar que no hubo diferencias significativas para las demás variables, lo que demuestra que el ensayo se condujo bajo condiciones similares en cuanto al manejo agronómico de las parcelas.

**Cuadro 5.** Concentración de cuadrados medios y su significancia para las características evaluadas en Buenavista, Saltillo, Coah., 2005.

F. V.	G. L.	D F M	U C M	D F F	U C F	A P (cm)	A M (cm)	MAZx100 P	R T O +
<b>Rep</b>	1	6.082	568.242	5.297	418.922	11952.027 **	9328.547 **	529.73	0.276
<b>Trat</b>	73	44.665 **	3693.097 **	44.511 **	3481.116 **	1097.640 **	769.500 **	366.700 **	3.788
<b>CP</b>	68	19.160 **	1758.024 **	18.7640 **	1536.882 **	694.714 *	569.789 **	374.725 **	2.881
<b>Grupo 1</b>	20	24.145 **	2316.781 **	23.414 **	2012.295 **	526.607	259.145	129.495	3.940
<b>L/P1</b>	5	3.133	365.600	3.133	306.333	583.333	101.983	50.133	0.793
<b>L/P2</b>	4	4.150	503.600 *	4.150	407.650 *	308.750	122.500	19.600	2.306
<b>L/P3</b>	4	8.500 **	772.650 **	7.150 **	615.900 *	491.250	415.350	31.600	5.170
<b>L/P4</b>	4	9.350 **	844.650 **	9.350 **	621.750 *	7603.750 **	203.750	130.400	3.854
<b>Prob.</b>	3	126.413 **	12008.007 **	123.340 **	10711.011 **	1333.492 *	568.696	537.613 *	9.841 *
<b>Grupo 2</b>	20	21.395 **	1760.524 **	21.007 **	1536.631 **	1133.631 **	899.345 **	699.107 **	1.951
<b>L/P1</b>	5	2.133	185.133	1.333	161.333	1248.333 *	911.333 **	365.483 *	2.558
<b>L/P2</b>	2	3.500	335.167	3.500	316.167	904.167	254.167	465.500 *	0.915
<b>L/P3</b>	5	16.083 **	1472.000 **	16.083 **	1260.133 **	492.083	622.083 *	1214.550 **	0.486
<b>L/P4</b>	5	21.533 **	1472.683 **	20.800 **	1229.750 **	1188.333 *	713.333 *	990.283 **	2.079
<b>Prob.</b>	3	74.051 **	6297.021 **	74.020 **	5614.734 **	2073.512 **	2078.274 **	66.520	3.860
<b>Grupo 3</b>	13	12.440 **	1275.451 **	12.277 **	1132.956 **	180.495	297.802	88.937	2.489
<b>L/P1</b>	1	1.000	121.000	1.000	100.000	225.000	306.250	121.000	0.027
<b>L/P2</b>	2	1.167	150.500	1.167	125.167	79.167	316.667	33.500	0.0005
<b>L/P3</b>	6	2.643	246.952	2.643	253.476	111.905	386.905	87.286	0.869
<b>L/P4</b>	1	4.000	400.000	4.000	324.000	56.250	56.250	110.250	10.997 *
<b>Prob.</b>	3	46.175 **	4759.049 **	45.472 **	4177.747 **	411.806	184.722	111.405	5.374
<b>Grupo 4</b>	12	6.917 **	685.795 **	7.289 **	654.571 **	649.199	409.295	187.321	3.164
<b>L/P1</b>	3	0.833	91.667	1.125	83.167	712.500	936.458 *	257.333	1.254
<b>L/P2</b>	2	0.667	66.667	0.667	115.167	50.000	179.167	262.167	7.436
<b>L/P3</b>	3	1.000	93.500	1.000	69.458	75.000	336.458	248.125	1.203
<b>L/P4</b>	1	0.001	0.001	0.001	0.001	25.000	25.000	64.000	0.025
<b>Prob.</b>	3	25.389 **	2513.569 **	26.584 **	2388.881 **	1768.628 *	236.485	47.713	5.235
<b>Grupos</b>	3	49.120 **	0.001	46.820 **	3648.723 **	1299.668	2264.282 **	1835.067 **	2.574
<b>Test.</b>	4	4.100	422.600	4.100	327.850	6091.250 **	3522.500 **	22.850	3.954
<b>CP vs T</b>	1	1941.284 **	148360.070 **	1956.914 **	148302.120 **	8522.123 **	3337.897 **	1196.433 **	64.828 *
<b>Error</b>	73	1.834	175.545	1.818	142.145	460.931	256.547	149.826	3.182
<b>C.V. (%)</b>		2.038	1.910	1.971	1.674	10.142	13.500	11.422	20.044
<b>Media</b>		66.446	693.784	68.392	712.007	211.689	118.642	107.162	8.910

+ Ton ha<sup>-1</sup> mazorca al 15 % de humedad.

\* y \*\* = Significancia y alta significancia para 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente.

En lo que respecta a la fuente de variación Tratamientos todas las variables evaluadas presentaron alta significancia, a excepción de rendimiento, la gran variabilidad en las características de estudio es consecuencia de la diversidad genética de los individuos involucrados en la evaluación.

Con el objetivo de conocer más a fondo el comportamiento de los materiales se decidió particionar la fuente de variación Tratamientos en CP, Testigos y el contraste entre ellos, observando lo siguiente:

En la fuente CP se encontraron diferencias altamente significativas para la mayoría de los caracteres evaluados en la investigación, debido a la variabilidad genética tanto de las líneas como probadores y testigos; en cuanto a Testigos hubo diferencias estadísticas de alta significancia solo en altura de planta y mazorca. Para rendimiento de mazorca que es la variable de mayor interés, se detectó que dentro de las cruza experimentales la respuesta es similar al igual que dentro de Testigos. El contraste (CPvsT) mostró alta significancia para todas las características de evaluación, diferencias significativas para rendimiento, lo que señala que hay diferencias entre CP y Testigos, de lo anterior se deriva que las diferencias detectadas en Tratamientos se deben principalmente a CP y al contraste CPvsT y solo en AP y AM además a Testigos.

Por otra parte, también se particionó la fuente de variación CP en Grupos y su contraste. La agrupación se realizó de acuerdo a ciertos criterios tales como el origen, precocidad y color de grano de las líneas involucradas en el estudio, encontrando que:



Para el Grupo 1 solo las variables relacionadas con floración mostraron alta significancia, en el Grupo 2 a excepción de rendimiento todas las variables mostraron variabilidad. Para el caso de los Grupos 3 y 4 se detectaron diferencias altamente significativas para las variables días a floración y unidades de calor. La variabilidad detectada en CP se debió al comportamiento diferente entre los grupos de líneas evaluados. En Grupos la mayoría de las características mostraron alta significancia y para las variables altura de planta, unidades calor masculina y en rendimiento no hubo significancia.

Ahora bien con el fin de analizar como se comportaron las líneas dentro de cada uno de los cuatro probadores utilizados se desglosó la fuente variación Grupos en líneas dentro de cada probador ( L/P ) y Probadores, esto se realizó para los cuatro grupos.

Dentro del Grupo 1 las diferencias detectadas se debieron principalmente a los efectos de L/P3 y L/P4 y Probadores, estos mostraron diferencias estadísticas en todas las variables estudiadas, a excepción de altura de mazorca. En las L/P3, L/P4 y Probadores del Grupo 2 se detectó alta significancia para los caracteres días a floración, unidades calor y mazorca por 100 plantas; mientras que solo se encontró significancia para altura de mazorca y la variable altura de planta en L/P4.

Para el caso del Grupo 3 solo L/P4 mostró diferencias significativas para rendimiento, en Probadores hubo alta significancia en días a floración y unidades calor. En el Grupo 4 solo L/P1 mostró diferencias en altura de mazorca y Probadores presentó diferencias estadísticas altas para días a floración y unidades calor.

En forma general se observó mayor variación en L/P3 y L/P4 y dentro de los Probadores.

Los coeficientes de variación obtenidos estuvieron dentro del rango de 1.674 a 20.044 %, lo que ofrece una aceptable confiabilidad al experimento realizado.

En el Cuadro A1 se muestra el concentrado de las medias de los 74 tratamientos bajo estudio, incluyendo los testigos. Los rendimientos de mazorca obtenidos de los materiales se encuentran dentro del rango de 5.053 a 12.326 ton ha<sup>-1</sup>. Con base en la media del ensayo que fue de 8.910 ton ha<sup>-1</sup>, 37 híbridos superaron este valor; dentro de los cuales no se encontró ningún testigo. Resultados similares detectó Rodríguez *et al.* (2002) al evaluar híbridos triples para regiones de Valles Altos encontrando que todos los tratamientos superaron a los testigos con muy buenos rendimientos.

Las medias para las variables DFM, DFF y UCM, UCF fueron de 66, 68 y 694, 712, respectivamente; en tanto que para AP, AM y Mazx100 Plts la media fue de 212, 119 y 107, respectivamente, observando que en general se presentan valores muy aceptables sobre todo en días a floración y unidades calor mostrando las CP mayor precocidad que los testigos. Por su parte, Alfaro *et al.* (2004) y Tut (2004) al evaluar híbridos de grano amarillo y testigos de grano blanco evidenciaron resultados similares para la variable días a floración detectando que fueron más precoces con respecto a los testigos y Carabaloso *et al.* (2004) al estudiar maíces de Valles altos concluyó algo similar encontrando que son materiales precoces.

La prueba de Diferencia Mínima Significativa se efectuó para la variable rendimiento arrojando un valor de 3.559 ton ha<sup>-1</sup> lo que clasificó a los híbridos en tres grupos; el primero con 41 tratamientos, quedando la media general incluida, el segundo con 31 tratamientos y el tercer grupo únicamente con dos híbridos que son testigos. El mejor testigo AN-447, ocupó el lugar 50 con un rendimiento de 8.414 ton ha<sup>-1</sup>, menor a la media general.

Lo anterior dio la pauta para seleccionar a los mejores cinco genotipos, entre los cuales destacaron P2 x N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-3, P4 x VAN-RV-139, P1 x AN-34A-19-1, P2 x VAN-RV-12 y P3 x VAN-RV-12 con rendimientos de 12.326, 12.023, 11.220, 11.118 y 11.114 ton ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Observando que participan los cuatro Probadores y tres líneas del Grupo 1.

En el Cuadro A2 se presentan los promedios de las líneas en cada uno de los grupos en cruza con sus probadores respectivos; se observó que el P4 reporta los valores de medias más altos en todos los caracteres evaluados, con el P1 tres cruzas con las líneas del Grupo 2 presentaron los valores más altos de rendimiento, sobresaliendo la cruza con la línea AN-34A-19-1 que registró el mayor rendimiento con 11.220 ton ha<sup>-1</sup>. Dentro del P2 se reportó el mejor rendimiento con la línea N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-3 del Grupo 4 con 12.326 ton ha<sup>-1</sup>. Con los P3 y P4 las líneas que obtuvieron los mejores rendimientos fueron del Grupo 1, la VAN-RV-12 y la VAN-RV-139 reportando rendimientos de 11.114 y 12.023 ton ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

En cuanto a la estimación de la aptitud combinatoria general (ACG) para rendimiento las líneas (Cuadro A3) que registraron los valores mas altos fueron la VAN-RV-12 y N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-3 con valores de 0.895 y 0.614, respectivamente las cuales participaron con los cuatro probadores utilizados. Con P1 y P2 sobresalieron AN-34A-5-1 (0.713) y con P3 y P4 AN-34A-16-2 (0.929) ambas de color de grano amarillo.

La concentración de los cuadrados medios y su significancia para las variables estudiadas en la localidad de La Ventura, Saltillo, Coah., se presenta en el Cuadro 6.

En la fuente de variación Repeticiones solo la variable mazorcas por 100 plantas mostró diferencias significativas. En esta localidad para la fuente de variación Tratamientos se obtuvo alta significancia para todos los caracteres evaluados, debido a la variabilidad genética de los materiales, observando que lo anterior se debe principalmente a la respuesta de las CP y solo en altura de planta además de Testigos. Resultados similares encontró Martínez (1993) en un estudio realizado utilizando líneas  $S_1$  y  $S_3$  con una cruce simple como probador.

Para el caso de la fuente CP hubo diferencias significativas altas para todas las características, a excepción de rendimiento. En Testigos la única variable que mostró significancia fue altura de planta lo que indica un comportamiento similar entre ellos y para el contraste (CPvsT) se encontró alta significancia para días a floración, unidades calor y rendimiento, y significancia solo en el carácter mazorcas por 100 plantas, lo que marca una respuesta diferente entre ellos.

**Cuadro 6.** Concentración de cuadrados medios y su significancia para las características estudiadas en La Ventura, Saltillo, Coah., 2005.

F. V.	G. L.	D F M	U C M	D F F	U C F	A P (cm)	A M (cm)	MAZx100 P	R T O +
Rep	1	3.480	881.290	0.796	292.836	47.533	11.605	960.026 *	3.666
Trat	75	61.334**	9601.808**	62.495**	8411.684**	840.455**	693.845**	284.772**	2.687**
CP	61	31.806**	5665.721**	31.482**	5001.030**	849.355**	773.516**	287.204**	2.043
Grupo 1	20	40.695**	7169.445**	39.224**	6113.131**	472.974	559.764**	264.924 *	1.777
L/P1	5	2.150	562.933	2.533	619.083	458.283	899.533**	21.133	1.130
L/P2	4	4.250	900.400	5.600	1377.000	297.150	308.250	227.850	0.705
L/P3	4	10.750 *	1631.400 *	9.600	1315.250	334.750	297.650	73.600	0.121
L/P4	4	5.150	659.350	6.400	845.600	412.900	349.000	208.150	1.509
Prob.	3	240.852**	42603.213**	342.705**	35005.267**	996.08633	959.34 *	1051.470**	6.851**
Grupo 2	14	14.991**	2085.133**	14.962**	1918.748**	1445.676**	1331.248**	285.491	2.323
L/P1	3	3.000	453.833	2.458	384.458	314.125	808.167 *	62.333	1.584
L/P3	3	3.333	434.833	3.333	404.000	1003.125	1318.167**	61.000	0.539
L/P4	6	8.643	1144.119	9.072	1076.952	667.000	174.619	504.452 *	1.952
Prob.	2	69.505**	9830.576**	68.832**	9017.689**	6142.859**	5605.376**	300.076	7.221**
Grupo 3	11	15.587**	3419.587**	16.500**	3359.375**	1212.091**	546.258 *	126.182	1.660
L/P1	1	0.250	225.000	0.250	306.250	784.000 *	90.250	1.000	1.108
L/P2	2	0.500	91.500	1.167	298.167	3850.167**	488.667	23.167	2.483
L/P3	6	9.167 *	2018.976	7.572	1197.833	212.619	548.310	115.572	1.996
Prob.	2	57.604**	12546.801**	66.744**	14431.771**	1786.476**	825.697 *	323.619	0.103
Grupo 4	13	28.604	5079.033**	29.816**	4618.431**	473.288	351.209	230.739	1.944
L/P1	3	4.833	1040.667	3.125	468.33333	787.500	197.458	350.792	3.198
L/P2	3	3.500	904.125	1.667	416.458	102.125	161.000	22.458	0.859
L/P3	3	4.458	581.000	4.333	556.000	623.792	348.458	196.125	1.608
L/P4	1	0.250	42.250	0.001	0.001	552.250	961.000 *	4.000	4.306
Prob.	3	111.077**	19469.268**	120.077**	18572.411**	353.417	494.655	429.161 *	1.325
Grupos	3	124.369**	23128.436**	119.112**	19648.343**	875.331	2259.053**	1278.826**	4.339 *
Testigos	13	1.201	125.209	1.508	91.286	863.341 *	350.354	243.266	1.731
CP vs T	1	2644.219**	372898.9**	2747.131**	324626.78**	0.011	299.302	676.003 *	54.390**
Error	75	3.920	691.983	4.676	718.622	391.573	238.339	155.840	1.594
C.V. (%)		2.542	2.877	2.707	2.857	10.296	14.832	12.315	20.459
Media		77.900	914.440	79.873	938.420	192.193	104.087	101.367	6.946

+ Ton ha<sup>-1</sup> mazorca al 15 % de humedad.

\* y \*\* = Significancia y alta significancia para 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente.

Al particionar la fuente CP se observó que en cuanto a Grupos el Grupo 1 no presentó diferencias estadísticas en las variables altura de planta y rendimiento. En los Grupo 2 y 3 no se detectaron diferencias estadísticas para las variables mazorcas por 100 plantas y rendimiento. En el Grupo 4 las variables unidades calor y días a floración femenina mostraron alta significancia. En Grupos todas las características mostraron diferencias estadísticas, a excepción de altura de planta como consecuencia de la variación detectada en CP que son debidas al comportamiento de cada uno de los grupos.

Al realizar el análisis de líneas dentro de probadores se nota que dentro de los Grupos, en el Grupo 1 se detectó que en L/P1 solo la característica altura de mazorca mostró alta significancia, en las L/P3 se encontró diferencia significativa para las variables unidades calor masculina y días a floración masculina; Probadores mostró diferencias estadísticas en la mayoría de las variables estudiadas, a excepción de altura de planta. Es importante señalar que en el Grupo 2 no participó el P2 y en el Grupo 3 no participó el P4, debido a que solo se contaba con una crusa por probador, y por esta razón se decidió eliminar esa fuente de variación.

En L/P1 y L/P3 del Grupo 2 se detectó significancia y alta significancia, respectivamente, en la variable altura de mazorca; para L/P4 solo el carácter de mazorcas por 100 plantas tuvo significancia. En la fuente de variación Probadores hubo diferencias significativas altas en todas las variables evaluadas, excepto para mazorcas por 100 plantas. Para el Grupo 3 solo la variable altura de planta presentó diferencias estadísticas en L/P1 y en L/P2. Las L/P3 mostraron significancia en la característica días

a floración masculina. Por lo tanto las diferencias detectadas en el Grupo 3, se deben al comportamiento de los Probadores donde hubo diferencias estadísticas altas para todas las variables excepto mazorcas por 100 plantas y rendimiento. En el Grupo 4 solo las L/P4 en la variable altura de mazorca mostró significancia, por lo que en los Probadores se encontraron diferencias significativas altas para días a floración, unidades calor y hubo significancia para mazorcas por 100 plantas.

En general se observa que en las Cruzas de prueba, las líneas se comportaron de manera diferente como respuesta de los probadores utilizados. Lobato *et al.* (2002) obtuvieron algo semejante al evaluar mestizos usando como probadores una línea de baja ACG, otra de alta ACG y la variedad original. Encontrándose evidentes diferencias entre los probadores, ya que la línea de baja ACG fue el mejor probador.

En esta localidad los coeficientes de variación se encontraron entre 2.542 a 20.459 % para las características evaluadas por lo que se consideran aceptables los resultados obtenidos e indica eficiencia en la conducción del experimento.

El concentrado de las medias que se obtuvieron de cada una de las variables evaluadas en esta localidad, de las 62 cruzas de prueba y 14 testigos se puede observar en el Cuadro A4. Los rendimientos de los tratamientos se encontraron dentro del rango de 3.867 a 9.465 ton ha<sup>-1</sup>, 39 tratamientos fueron superiores a la media (6.946 ton ha<sup>-1</sup>) y dentro de los cuales tampoco se ubicó ningún testigo. Resultados semejantes encontraron Peña *et al.* (2004) al evaluar las cruzas de prueba formadas por líneas S<sub>2</sub> y

un probador (cruza simple) de Valles altos que presentaron rendimientos de grano altos superando a los testigos.

Para las variables evaluadas se encontraron las medias de 78 en DFM, 80 en DFF, en cuanto a UCM y UCF se obtuvieron 914 y 938, respectivamente; en AP la media fue de 192, AM reportó 104 y en mazorcas por 100 plantas fue de 101.

De acuerdo a la prueba de DMS realizada para rendimiento la cual tuvo un valor de 2.515 ton ha<sup>-1</sup> se presentaron tres grupos; el primero que incluye a la media general se conformó por 39 híbridos, el segundo por 36 y el tercero con un híbrido. Se hace notar que los primeros seis lugares fueron ocupados por cruza en donde intervino el P4, los híbridos experimentales que tuvieron los mejores rendimientos fueron el P4 x AN-34A-12-2, P4 x AN-34A-11-2 y P4 x VAN-RV-78 con 9.465, 9.337 y 9.137 ton ha<sup>-1</sup>, respectivamente. AN-447 fue el mejor testigo con 6.702 ton ha<sup>-1</sup> ocupando el lugar 46. Los últimos cinco lugares de la tabla fueron ocupados por testigos.

La concentración de líneas por probador se muestra en el Cuadro A5 en la cual podemos observar que las cruza con el P4 registraron los valores más altos en todas las variables bajo estudio, seguido por el P3, P1 y P2, haciendo notar que las menores alturas se presentaron con el P1, dentro del P1 la línea AN-34A-5-1 del Grupo 2 tuvo el mejor rendimiento con 8.349 ton ha<sup>-1</sup>; en el Grupo 3 con el P2 la línea AN-35A-5-1 reportó un rendimiento de 7.823 ton ha<sup>-1</sup>, la línea N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-2 del Grupo 4 con el P3 mostró el mejor rendimiento con 8.525 ton ha<sup>-1</sup> y con P4 la línea AN-34A-12-2 del Grupo 2 obtuvo un rendimiento de 9.465 ton ha<sup>-1</sup>.



En el Cuadro A6 se muestra la ACG estimada de las líneas, en esta localidad se encontró que la línea que participó con los cuatro probadores y que reportó un valor positivo de 0.326 fue la AN-34A-12-2, con P1, P2 y P3 destaca N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-1 (0.794) y con P3 y P4 sobresale VAN-RV-78 con 1.041 que además presenta buena ACE ya que ocupa en su cruza con el P4 el lugar 3 y 23 con P3 y AN-34A-20 con valor de 0.619.

En el Cuadro 7 se presentan los cuadrados medios y su significancia para las características agronómicas analizadas en forma combinada.

Se observa que en la fuente Localidades se detectó que en todas las variables existieron diferencias estadísticas, lo que se explica por las condiciones ambientales presentadas en cada localidad, como temperaturas y vientos que en La Ventura fueron de mayor intensidad, sobre todo al final del ciclo en donde la temperatura fue menor a los 10 °C; otro factor importante observado es que en Buenavista el cultivo fue regado por cintilla y en La Ventura por gravedad.

En Repeticiones dentro de localidades, únicamente se detectaron diferencias en UCM y alturas de planta y mazorca. Las diferencias estadísticas en Tratamientos fueron de alta significancia en todas las variables analizadas, lo que muestra gran variabilidad en los materiales evaluados lo que permitirá realizar selección. Resultados semejantes obtuvieron en los respectivos estudios realizados por Venegas y Ramírez (1996) y De la Cruz *et al.* (2003) encontrando diferencias estadísticas en las variables evaluadas de los materiales involucrados debido a la amplia variabilidad genética.

**Cuadro 7.** Concentración de cuadrados medios y su significancia de las variables evaluadas en forma combinada.

F. V.	G. L.	D F M	U C M	D F F	U C F	A P (cm)	A M (cm)	MAZx100 P	R T O +
<b>Loc</b>	1	5942.53**	2368645.241**	5891.583 **	2525894.754 **	18324.281**	10133.333**	777.373 *	178.357 **
<b>Rep/Loc</b>	2	2.114	398.386**	0.970	141.062	4337.693**	3324.807**	415.215	4.996
<b>Trat</b>	56	67.317**	8349.285**	66.714 **	7472.784 **	1273.918**	984.02**	441.726**	4.045 **
<b>CP</b>	54	44.116**	6024.706**	43.193 **	5324.821 **	1183.082**	948.661 *	437.942**	3.176
<b>Grupo 1</b>	19	60.213**	8409.963**	58.674 **	7257.907 **	630.405	517.349 *	219.981	3.487
<b>L/P1</b>	5	3.342	622.367	3.500	581.642	525.142	584.142 *	56.667	1.630
<b>L/P2</b>	4	7.700**	1242.05 *	8.425 *	1473.45 *	390.700	308.500	64.700	1.988
<b>L/P3</b>	3	13.563**	1673.833 *	11.896 *	1333.75 **	458.563	746.563 *	10.417	1.4427
<b>L/P4</b>	4	12.45**	1336.925 *	13.925 *	1323.675 **	290.950	187.625	210.550	2.835
<b>Prob.</b>	3	335.351**	47113.356**	324.071 **	39934.093 **	1749.901 *	894.914 *	921.268**	11.498 **
<b>Grupo 2</b>	12	34.651**	3572.772**	33.5 **	3170.208 **	2527.875**	1787.974**	727.439**	3.091
<b>L/P1</b>	3	5.229	618.563	4.063	569.896	1221.75 *	1288.25**	441.229 *	1.976
<b>L/P3</b>	2	9.000**	772.959	9.000	678.084	940.584	221.084	201.334	0.034
<b>L/P4</b>	5	21.775**	1900**	20.842 **	1631.475 **	1811.267**	819.967 *	1069.867**	3.298
<b>Prob.</b>	2	136.623**	14985.854**	133.918 **	13409.636 **	7865.875**	6524.471**	826.791**	7.303 *
<b>Grupo 3</b>	10	18.773**	3137.423**	18.964 **	3069.714 **	770.491	719.173**	162.423	2.168
<b>L/P1</b>	1	1.125	338.000	1.125	378.125	924.500	364.500	72.000	0.396
<b>L/P2</b>	2	0.584	76.750	1.000	202.750	1784.25 *	294.334	0.584	1.242
<b>L/P3</b>	5	8.167**	1464.767**	6.675	942.067	190.275	854.267**	175.667	2.014
<b>Prob.</b>	2	72.301**	11779.447**	76.568 **	12601.589 **	1130.267	983.614 *	336.364	4.366
<b>Grupo 4</b>	10	12.573**	1961.623**	12.85 **	1897.905 **	727.755	430.241	334.105 *	3.801
<b>L/P1</b>	3	1.500	370.500	0.833	245.750	1332.5 *	900.917 *	484.396 *	3.395
<b>L/P2</b>	2	1.750	383.250	1.750	361.084	131.084	25.084	154.084	7.279 *
<b>L/P3</b>	3	1.889	239.083	2.167	273.063	221.063	178.917	422.25**	2.346
<b>Prob.</b>	2	56.02**	8510.039**	58 **	8350.221 **	1177.346	506.371	156.471	3.114
<b>Grupos</b>	3	169.644**	23893.695**	165.753 **	20640.472 **	2197.261**	2816.072**	1924.889**	2.820
<b>Testigos</b>	1	0.500	55.125	0.500	32.000	7442**	3872**	144.500	15.68 **
<b>CP vs T</b>	1	1387.018**	142170.748**	1403.055 **	130903.238 **	10.616	5.459	943.321 *	39.36 **

**Cuadro 7.** Continuación .....

<b>TratxLoc</b>	56	5.767**	1031.697**	5.583 *	842.254**	425.281	421.173 *	145.855	1.588
<b>CPxLoc</b>	54	5.443**	1069.357**	5.265 *	869.921**	402.695	400.999 *	148.871	1.633
<b>Grupo1xLoc</b>	19	4.711 *	1141.687**	4.358	923.276**	373.761	341.460	182.639	2.011
<b>L/P1xLoc</b>	5	1.942	306.167	2.167	343.775	516.475	417.475	14.600	0.294
<b>L/P2xLoc</b>	4	0.700	161.950	1.325	311.200	215.2000	122.250	182.750	1.023
<b>L/P3xLoc</b>	3	2.729	398.167	2.229	254.500	75.229	8.729	8.500	0.943
<b>L/P4xLoc</b>	4	2.050	167.075	1.825	143.675	225.700	365.125	128.000	2.403
<b>ProbxLoc</b>	3	20.201**	5883.539**	17.566**	4413.454**	843.262	808.225 *	709.629 *	6.584 *
<b>Grupo2xLoc</b>	12	7.369**	737.644	7.577**	663.811	419.766	643.103 *	185.234	1.1517
<b>L/P1xLoc</b>	3	0.229	49.729	0.062	16.229	120.500	94.917	143.562	1.133
<b>L/P3xLoc</b>	2	19.000**	1970.709 *	19.000**	1721.084 *	110.584	676.084	73.000	1.582
<b>L/P4xLoc</b>	5	9.842**	906.475	10.442**	845.275	154.600	85.300	312.900	1.072
<b>ProbxLoc</b>	2	0.264	114.001	0.264	124.251	1840.763 *	2826.908**	40.810	0.969
<b>Grupo3xLoc</b>	10	5.373 *	1056.068 *	4.891	884.748 *	666.673	235.991	55.923	1.364
<b>L/P1xLoc</b>	1	0.125	8.000	0.125	28.125	84.500	32.000	112.167	0.739
<b>L/P2xLoc</b>	2	1.084	165.250	1.334	220.584	2145.084 *	511.000	126.500	1.241
<b>L/P3xLoc</b>	5	3.067	672.400	2.375	256.600	159.275	157.267	50.600	0.947
<b>ProbxLoc</b>	2	18.054**	3430.091**	19.205**	3547.877**	747.843	259.788	72.031	2.845
<b>Grupo4xLoc</b>	10	5.100 *	909.614 *	5.105	618.023	209.891	344.650	124.050	2.057
<b>L/P1xLoc</b>	3	4.167**	761.833	3.417	305.75	167.400	233.000	123.729	1.109
<b>L/P2xLoc</b>	2	0.084	76.584	0.084	93.584	66.084	347.584	110.084	1.441
<b>L/P3xLoc</b>	3	3.622 *	435.417	3.167	352.396	477.729	506.000	22.000	0.440
<b>ProbxLoc</b>	2	13.823**	2675.61**	15.564**	2009.312 *	15.528	267.167	291.573	6.564
<b>GrupoxLoc</b>	3	3.762	2514.861 *	3.541	2146.48**	280.416	547.520	182.1207	0.671
<b>TestxLoc</b>	1	0.500	28.125	0.500	40.500	1984.5 *	1922.000**	112.500	0.630
<b>CPvsTxLoc</b>	1	28.537**	1.676	27.867**	150.063	85.632	9.730	16.332	0.002
<b>Error</b>	112	2.507	423.613	3.032	437.445	444.568	248.807	151.420	2.225
<b>C.V. (%)</b>		3.162	3.689	3.385	3.649	14.771	20.017	16.666	26.244
<b>Media</b>		70.816	788.925	72.741	810.596	201.868	111.439	104.417	8.038

+ Ton ha<sup>-1</sup> mazorca al 15 % de humedad.

\* y \*\* = Significancia al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente.

Al particionar esta fuente para conocer los efectos de CP y Testigos, se observó que las diferencias se debieron principalmente a CP y solo para AP, AM y rendimiento al efecto de Testigos. En el contraste CPvsTestigos, se señala que solo AP y AM son estadísticamente iguales. Resultados parecidos observaron Espinoza *et al.* (2002) al evaluar seis materiales detectando claras diferencias entre cruza en las localidades de evaluación.

Al particionar CP en cada uno de los Grupos de cruza y Grupos en conjunto el análisis detectó que los cuatro Grupos marcaron diferencias en días a floración y unidades calor, lo que pudo deberse a que se encontraban materiales de madurez tanto precoz como intermedia. En AP solo se detectaron diferencias en el Grupo 2; sin embargo en AM, los Grupos 1; 2 y 3 mostraron diferencias. En mazorcas por 100 plantas solo los Grupos 2 y 4 fueron significativos. En rendimiento de mazorca no se detectaron diferencias estadísticas, lo que indica que la respuesta de los Grupos de cruza fue similar.

Al analizar el desempeño de las líneas dentro de cada uno de los probadores y el efecto de éstos se observó que las diferencias encontradas en Grupo 1, se debieron principalmente a L/P2; L/P3; L/P4 y al efecto de Probadores incluyendo rendimiento. En el Grupo 2, en donde no participaron las líneas con el Probador 2, los principales efectos se debieron a L/P4 y a Probadores en donde todas las variables mostraron significancia.

En el Grupo 3 no participaron las líneas con el Probador 4, las diferencias se debieron primordialmente a Probadores, no encontrando diferencias en rendimiento.

Para el Grupo 4 en donde no participaron las líneas con el Probador 4 se detectó que las diferencias encontradas en este Grupo se debieron al efecto de Probadores en días a floración y unidades calor, y mazorcas por 100 plantas a L/P1 y L/P3. En AP y AM se encontraron diferencias en L/P1.

Al estudiar el efecto de localidades sobre los materiales evaluados (interacción) se observaron diferencias estadísticas en  $\text{TratxLoc}$  en días a floración, unidades calor y altura de mazorca, no afectando a la altura de planta, al número de mazorcas por 100 plantas y al rendimiento de mazorca. Al particionar la fuente  $\text{TratxLoc}$ , se observó que las diferencias encontradas se debieron al efecto de  $\text{CPxLoc}$  y solo detectando significancia para AP y AM en la fuente  $\text{TestigosxLoc}$ . El contraste  $\text{CPvsTestxLoc}$  mostró diferencias en DFM y DFF.

Las diferencias encontradas en  $\text{CPxLoc}$  para DFM se debieron a los efectos de los cuatro grupos, en UCM a los Grupos 1, 3 y  $4\text{xLoc}$  y  $\text{GruposxLoc}$ . En DFF únicamente al  $\text{Grupo2xLoc}$ ; En UCF a los Grupos 1 y  $3\text{xLoc}$  y  $\text{GruposxLoc}$  y en AP a  $\text{Grupo2xLoc}$ .

La partición de efectos de cada  $\text{GrupoxLoc}$  en  $\text{L/ProbxLoc}$  mostró que en  $\text{Grupo1xLoc}$  solo en  $\text{ProbxLoc}$  se detectaron diferencias estadísticas en todas las variables a excepción de AP. En el  $\text{Grupo2xLoc}$  en días a floración a L/P3 y L/P4xLoc; En unidades calor a L/P3xLoc y en AP y AM a  $\text{ProbadoresxLoc}$ . En  $\text{Grupo3xLoc}$  solo L/P2xLoc mostró significancia en AP y  $\text{ProbxLoc}$  en días a floración y unidades calor.

En el Grupo4xLoc las diferencias se debieron a los efectos de L/P1 y L/P3xLoc y ProbxLoc en días a floración masculina y en UCF solo ProbxLoc; observando que aún cuando no se detectaron diferencias en DFF y UCF en este grupo, la fuente ProbxLoc si las mostraron.

En términos generales se puede anotar que el efecto de los ambientes (Localidades) fue mayor en días a floración y unidades calor que están asociadas y en menor grado en altura de mazorca; altura de planta, mazorcas por 100 plantas y rendimiento no mostraron interacción lo que indica que los materiales responden estadísticamente igual en ambos ambientes.

Los coeficientes de variación, presentaron valores muy aceptables, lo que da confiabilidad a los resultados.

La concentración de medias para las características agronómicas evaluadas se presenta en el Cuadro A7. En rendimiento los tratamientos estuvieron dentro del rango de 4.460 a 10.350 ton ha<sup>-1</sup>, con una media de 8.038 ton ha<sup>-1</sup>; 27 híbridos fueron superiores a la media en donde nuevamente no se ubicó ningún testigo, el rendimiento del mejor testigo (AN-447) fue de 7.260 ton ha<sup>-1</sup> colocándose en el lugar número 50. Ávila *et al.* (2002) y Sierra *et al.* (2004) encontraron resultados similares al evaluar híbridos trilineales en varios ambientes ya que algunos genotipos superaron en rendimiento de grano y características agronómicas deseables al mejor testigo.

Las variables evaluadas tuvieron las medias de 71 y 73 para DFM y DFF, respectivamente; de 789 para UCM, 811 para UCF y 202, 111 y 104 para AP, AM y mazorcas por 100 plantas, respectivamente.

Con la prueba de DMS para rendimiento la cual arrojó un valor de 1.980 ton ha<sup>-1</sup> se formaron tres grupos, el primero con 19 híbridos, quedando ubicada en este grupo la media general (8.030 ton ha<sup>-1</sup>), el segundo con 37 genotipos y el tercero con uno que es testigo. Entre los materiales con mayor rendimiento destacan los siguientes: P4 x VAN-RV-139, P2 x N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-3, P4 x AN-34A-16-2, P4 x AN-34A-12 -2, P4 x VAN-RV-12 con rendimientos de 10.350, 9.999, 9.50, 9.856 y 9.617 ton ha<sup>-1</sup>, respectivamente, observando que el P4 participa en tres cruzas.

En el Cuadro A8 se encuentran concentradas las medias de las líneas por probador; en cuanto al P1 la línea del Grupo 2 (AN-34A-5-1) tuvo un rendimiento de 8.863 ton ha<sup>-1</sup>, la línea N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-3 del Grupo 4 mostró un buen rendimiento con el P2 obteniendo un valor de 9.999 ton ha<sup>-1</sup>; en el P3 la línea del Grupo 3 (AN-35A-6-1) reportó un rendimiento de 9.176 ton ha<sup>-1</sup> y para el P4 la mejor línea en base a rendimiento fue la VAN-RV-139 del Grupo 1 con un valor de 10.350 ton ha<sup>-1</sup>, en cuanto a medias por probador sobresalió el P4 con los valores más altos para mazorcas por 100 plantas y rendimiento, con mayores alturas de planta y mazorcas por 100 plantas y con un periodo a floración más amplio. En cuanto a precocidad las cruzas con P1 y P2 fueron superiores.

En lo que corresponde a la ACG estimada (Cuadro A9) no hubo líneas cruzadas con los 4 probadores, por lo que solo se estimó para el caso de los 3 primeros probadores con lo cual la línea N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-1 registró el mayor valor con 0.198 y con los probadores 2 y 3 la línea que tuvo un mejor valor fue la AN-35A-6-1 con 0.212.

En base a los resultados obtenidos en el Cuadro 8, se registran las cinco cruzas que presentaron los rendimientos superiores en cada una de las localidades y en forma combinada.

**Cuadro 8.** Concentración de las cinco cruzas con los rendimientos superiores para cada una de las localidades y en forma combinada.

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

\* mazorcas al 15 % de humedad.

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

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

**P2=N-154S<sub>6</sub>xN-120S<sub>7</sub>**

**P3=AN-2xAN-20**

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



Como se puede observar la localidad de Buenavista fue el mejor ambiente para que los híbridos experimentales mostraran su potencial genético ya que reportaron los rendimientos de mazorca más altos en comparación con La Ventura. Por otra parte, el P2 participa en dos de los híbridos sobresalientes en Buenavista y el P4 fue participe en la mayoría de las cruzas en La Ventura y en el combinado, lo que se justifica debido a que es un material de ciclo intermedio y con características agronómicas deseables.

En lo que respecta a las líneas es importante señalar que la VAN RV-12 se presentó en dos de los híbridos experimentales superiores en Buenavista, por otro lado las líneas del Grupo 2 están involucradas en la mayoría de las cruzas experimentales superiores en ambas localidades y en el combinado. La línea N - 187-2-2-2-2-⊗-3-9-3 se encontró en Buenavista y el combinado y no se ubicó en las cinco mejores posiciones en La Ventura pero se hace mención ya que superó a la media de la localidad colocándose en el lugar número 13.

Las líneas seleccionadas en base a su Aptitud Combinatoria General se registran en el Cuadro 9 incluyendo el número de Probadores involucrados.

Como podemos observar las líneas con los mejores valores de ACG en Buenavista fueron AN-34A-16-2 y VAN-RV-12 con color de grano amarillo y blanco respectivamente; se puede notar que las líneas S<sub>7</sub> tienen un valor importante y aceptable de ACG debido a su nivel de endogamia.

**Cuadro 9.** Líneas seleccionadas por su Aptitud Combinatoria General en las localidades y en forma combinada.

<b>Línea</b>	<b>No. de Probadores</b>	<b>A C G *</b>	<b>Color de Grano</b>
<b>Buenavista, Saltillo, Coah.</b>			
AN-34A-16-2	2	0.929	Amarillo
VAN-RV-12	4	0.895	Blanco
AN-34A-5	2	0.713	Amarillo
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-3	4	0.614	Blanco
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-2	2	0.429	Blanco
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-1	3	0.413	Blanco
<b>La Ventura, Saltillo, Coah.</b>			
VAN-RV-12	2	1.041	Blanco
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-3	3	0.794	Blanco
AN-34A-20	2	0.619	Amarillo
AN-34A-12-2	4	0.326	Amarillo
<b>Combinado</b>			
AN-35A-6-1	2	0.212	Amarillo
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-1	3	0.198	Blanco

\* Aptitud Combinatoria General Estimada.

En La Ventura sobresalió la línea VAN-RV-12 con la ACG más alta siendo de grano blanco, encontrándose por otra parte 2 líneas de grano amarillo (AN-34A-20 y AN-34A-12-2); para el combinado únicamente 2 líneas reportaron valores aceptables de ACG, una es de grano amarillo y otra blanco.

## CONCLUSIONES

La presente evaluación de los híbridos triples experimentales de maíz comparándolos con testigos comerciales, dio la pauta para llegar a las siguientes conclusiones:

Las hipótesis de investigación se aceptan, ya que por un lado se seleccionaron líneas con buena ACG y características deseables para generar nuevos híbridos para regiones de Valles Altos y Alturas Medias; y por otra parte el uso de cruzas simples como probadores permitió seleccionar nuevos híbridos triples para su inmediato uso comercial.

El uso de probadores no emparentados de estrecha base genética (cruzas simples) fue adecuado para la evaluación de líneas con bajo nivel de endogamia, ya que se observó que las cruzas superaron ampliamente a los testigos.

En base a la mayor aptitud combinatoria general estimada se seleccionaron para continuar con su endocría, nueve que son: del Grupo 1 VAN-RV-12; del Grupo 2 AN-34A-5; AN-34A-12-2; AN-34A-16-2 y AN-34A-20; del Grupo 3 AN-35A-6-1 y del Grupo 4 N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-1, N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-2 y N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-3.

Debido a que un gran número de cruzas de prueba superaron a los testigos, se consideraron solo las cinco cruzas superiores por su capacidad de respuesta en base a rendimiento de mazorca para cada localidad y en forma combinada y se enlistan a continuación:

### **Buenavista, Saltillo, Coah.**

Las cruzas formadas por el P2 con las líneas N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-3 y VAN RV-12 (ambas de grano blanco) con rendimientos de mazorca de 12.326 y 11.118 ton ha<sup>-1</sup>, respectivamente. La cruz P4 x VAN RV-139 (grano blanco) con rendimiento de 12.023 ton ha<sup>-1</sup>, P3 x VAN RV-12 de grano blanco con 11.114 ton ha<sup>-1</sup> y uno de grano amarillo (P1 x AN-34A-19-1) con rendimiento de 11.220 ton ha<sup>-1</sup>. El mejor testigo AN-447 con rendimiento de 8.414 ocupó el lugar 50 y el rendimiento el promedio de la localidad fue de 8.910 ton ha<sup>-1</sup>.

### **La Ventura, Saltillo, Coah.**

Las cruzas con rendimientos superiores fueron con el P4 participando las línea AN-34A-12-2 (grano amarillo), AN-34A-11-2 (grano amarillo), VAR RV-78 (grano blanco), AN-34A-16-2 (grano amarillo) y AN-34A-20(grano amarillo) con rendimientos de 9.465, 9.337, 9.137, 8.852 y 8.794 ton ha<sup>-1</sup>, respectivamente. El rendimiento promedio de la localidad fue de 6.946 ton ha<sup>-1</sup> y el mejor testigo (AN-447) en el lugar 46, rindió 6.702 ton ha<sup>-1</sup>.

## **Combinado.**

Los mejores rendimientos se obtuvieron con el P4 cruzados con las líneas VAN RV-139 (grano blanco), AN-34A-16 -2 (grano amarillo), AN-34A-12-2 (grano amarillo) y VAN RV-12 (grano blanco) con rendimientos de mazorca de 10.350, 9.950, 9.856, 9.617 ton ha<sup>-1</sup>, respectivamente y la cruza de grano blanco (P2 x N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-3 ) con un rendimiento de 9.999 ton ha<sup>-1</sup>, la media general fue de 8.038 ton ha<sup>-1</sup> y el mejor testigo AN-447 en el lugar 50 rindió 7.260 ton ha<sup>-1</sup>.

La precocidad de las cruzas experimentales permitió que las bajas temperaturas presentadas en el mes de noviembre no les afectara a diferencia de los testigos que al ser de madurez intermedia no completaran su etapa de llenado de grano.

## **RECOMENDACIONES**

La recomendación es avanzar el nivel de endogamia de las líneas seleccionadas por su ACG estimada para continuar con la generación de nuevos y mejores híbridos; y en cuanto a los híbridos seleccionados seguir evaluándolos en un mayor número de ambientes usando testigos que se siembren en los sitios de evaluación, con el fin de adquirir la estabilidad en los híbridos (nuevos) para su explotación a nivel comercial.

Los híbridos en donde participan las líneas con alto nivel de endogamia (  $S_8$  ) se consideran con alto potencial agronómico para ser explotados en forma inmediata en la formación de híbridos para regiones con altitudes superiores a 1800 msnm.

## LITERATURA CITADA

- Alezones, G. J.** 2001. Evaluación de la heterosis en un cruzamiento dialélico entre siete poblaciones de maíz. Fundación para la Investigación agrícola DANAC 7:1 Disponible en: [http://www.redpav-fpolar.info.ve/danac/viewarticle.php?id=30&la\\_yout=html](http://www.redpav-fpolar.info.ve/danac/viewarticle.php?id=30&la_yout=html)
- Alezones, G. J.** 2003. Estimación de la capacidad combinatoria general a partir del cruzamiento factorial de cuatro líneas de maíz QPM y ocho líneas convencionales de maíz blanco. Investigación Agrícola. Volumen 8. Yaracuy, Venezuela. Disponible en Internet. URL: <http://www.redpav-fpolar.info.ve/danac/volumen8/art1/index.html>
- Alfaro, Y., Segovia, V., Mireles, M., Monasterios, P., Alejos, G. y Pérez, M.** 2004. El maíz amarillo para la molienda húmeda. Revista Digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela. Núm. 6. Venezuela. Disponible en [http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n6/arti/alfaro\\_y/arti/alfaro\\_y.htm](http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n6/arti/alfaro_y/arti/alfaro_y.htm)
- Allard, R. W.** 1967. Principios de la Mejora Genética de las Plantas. Ediciones Omega. Barcelona, España. Págs. 232, 283.
- Avila, G. G., Córdoba, O. H., Vergara, A. N. y Ramírez, P. A.** 2002. Comportamiento de híbridos trilineales de Maíz (*Zea mays* L.) desarrollados de cruza simple grupo heterótico "A" y líneas macho grupo "B". Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitogenética. (eds). Saltillo, Coahuila, México.
- Balderrama, C. S., Mejía, C. A., Castillo, G. F. y Carballo, C. A.** 1996. Efectos de aptitud combinatoria en poblaciones de maíz para Valles Altos. Memorias del XVI Congreso de Fitogenética. Montecillo, Estado de México. Pág. 187.
- Brauer H. O.** 1985. Fitogenética aplicada. Cuarta edición. Editorial Limusa, S.A. México. Pág. 371.
- Carballoso, T. V., Mejía, C. A., Balderrama, C. S., Carballo, C. A. y González, C. F. V.** 2000. Divergencia en poblaciones de maíz nativas de Valles Altos de México. Agrociencia. Vol. 34. Núm. 2. Págs. 167-174.
- Carrera, V. J. A., Cervantes, S. T.** 2002. Comportamiento *per se* y en cruza de poblaciones tropicales de maíz seleccionadas en Valles Altos. Agrociencia. Vol. 36. Núm. 6. Págs. 693-701.
- Cervantes, M. J. E., R. Hallauer, M., Vázquez, C. G. y Cordoba, H.** 2002. Heterosis y aptitud combinatoria de líneas de maíz QPM blanco tropical en la franja maicera de Estados Unidos. Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitogenética. Saltillo, Coah., México.

- CIMMYT.** 1997. El maíz blanco: un cereal de consumo humano tradicional en los países en desarrollo. FAO-CIMMYT. Roma, Italia. Pág. 21.
- Chassaigne, R. A. A., Borges F. y Orangel, L.** 1998. Evaluación de la heterosis entre poblaciones de maíz (*Zea mays* L.) con distinta dureza de grano. Investigación Agrícola 3: 2. Disponible en: <http://www.redpav-fpolar.info.ve/danac/vol3/art2>
- Chávez, A. J. L. y López, P. E.** 1987. Apuntes de Mejoramiento de Plantas II. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Chávez, A. J. L.** 1995. Mejoramiento de Plantas 2 (Métodos específicos de plantas alógamas). Primera edición. Editorial Trillas. México, D. F. Pág. 143.
- Coutiño, E. B.** 2004. Heterosis del rendimiento del grano de maíz entre híbridos comerciales de la Frailesca, Chiapas. Memorias del XX Congreso Nacional de Fitogenética. Toluca, México.
- De la Cruz, L. L., Ron, P. J., Ramírez, D. J. L., Sánchez, G. J. J., Morales, R. M. M., Chuela, B. M., Hurtado, P. S. A. y Mena, M. S.** 2003. Heterosis y aptitud combinatoria entre híbridos comerciales y germoplasma exótico de maíz en Jalisco, México. Rev. Fitotecnia Mex. Vol. 26 (1). Págs. 1-10.
- De la Cruz, L. L., Ron, P. J., Morales, R. M. M., Sánchez, G. J. J., Ramírez, D. J. L., Hurtado, De la P. S. A. y Espinoza, O. J. S.** 2002. Evaluación de cruza entre poblaciones exóticas de maíz en Jalisco. Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitogenética. Saltillo, Coahuila, México.
- De la Cruz, L. E., Gutiérrez, R. E., Palomo, G. A. y Rodríguez, H. S.** 2003. Aptitud combinatoria y heterosis de líneas de maíz en la Comarca Lagunera. Rev. Fitotecnia Mex. Vol. 26 (4). Págs. 279-284.
- De la Cruz, L. E., Rodríguez, H. S. A., Estrada, B. M. A., Mendoza, P. J. D. y Brito, M. N. P.** 2005. Análisis dialéctico de líneas de maíz QPM para características forrajeras. Publicaciones de Investigación. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Vol. 21. (Número 41). Págs. 19-26.
- De la Cruz, L. E., Gutiérrez, Del R. E. y Palomo, G. A.** 2000. Aptitud combinatoria para rendimiento de líneas de maíz en la Comarca Lagunera. Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética. Zavala, G. F., Ortega, P. R., Mejía, C. J. A., Benítez, R. I., Guillén, A. H. (eds). Irapuato, Guanajuato, México. Pág. 122.
- De la Vega, C. H.** 1998. Programa de rescate filogenético de maíces criollos tlaxcaltecas. In: Memorias del Primer Taller de Especialidades de Maíz. De la Cruz, A., Carballo, C. A., Hernández, G. A. (eds). Chapingo, Edo. de México. Pág. 132 y 135.



- Elizondo, B. J.** 2000. Aptitud combinatoria de 13 genotipos de soya en siembras de invierno en el sur de Tamaulipas. Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética. Zavala, G. F., Ortega, P. R., Mejía, C. J. A., Benítez, R. I., Guillén, A. H. (eds).Irapuato, Guanajuato, México. Pág. 84.
- Espinoza, B. A., Gutiérrez, R. E., Lozano, G. J. y Palomo, G. A.** 2002. Aptitud combinatoria y heterosis en cruzas intervarietales en maíz forrajero. Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitogenética. Saltillo, Coahuila, México.
- Espinoza, B. A., Gutiérrez, R. E., Lozano, G. J., E. Hernández, L., Palomo, G. A., Zamora, M. B. E., Antuna, G. O. y Vega, S. F.** 2002. Formación de híbridos varietales de maíz para la región Lagunera. Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitogenética. Saltillo, Coahuila, México.
- Estrada, C. G., Martínez, R. C. G., Morales, R. E. J. y González, V. C.** 2000. Rendimiento y componentes de rendimiento en híbridos y cultivares de maíz de Valles Altos. Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética. Zavala, G. F., Ortega, P. R., Mejía, C. J. A., Benítez, R. I., Guillén, A. H. (eds). Irapuato, Guanajuato, México. Pág. 21.
- Gallegos A. M., D. Escobedo., D. Quevedo J. y A. Gallegos.** 1998. Aptitud combinatoria en líneas de maíz adaptadas a la comarca lagunera. Memorias del XVIII. Congreso de Fitogenética. Ramírez, P. V., Rincón, S. F. y Contreras, M. A. (eds).Acapulco, Guerrero, México Pág. 219.
- García, R. J. R.** 1996. Selección en etapa temprana de líneas de maíz de alto valor nutritivo mediante el uso de cinco probadores. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- García, Z. J., Molina, G. J. y López, R. J.** 2002. La selección masal como método para obtener líneas para alta aptitud combinatoria específica en maíz. Rev. Fitotecnia Mex. Vol. 25. (Núm. 3). Págs. 299-304.
- Gómez, M. N. O., Ramírez, F. A., Aguilar, J. A. y Ramírez, D. J. L.** 2002. Identificación de un nuevo probador de maíz para la región del trópico seco. Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitogenética. Saltillo, Coah., Mex.
- Gutiérrez, R. E., Espinoza, B. A., Palomo, G. A., Lozano, G. J. J. y Antuna, G. O.** 2004. Aptitud combinatoria de híbridos de maíz para la Comarca Lagunera. Rev. Fitotecnia Mex. Vol. 27. (Núm. especial 1). Págs. 7-14.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.** 1998. Cuaderno Estadístico Municipal (Saltillo). Estado de Coahuila. México, D. F. Págs. 3, 6, 7 y 10.
- Jugenheimer, R. W.** 1981. Variedades Mejoradas. Métodos de Cultivo y Producción de Semilla. Editorial Limusa, México. Pág. 217.

- Jugenheimer, R. W.** 1990. Maíz Variedades Mejoradas. Métodos de Cultivo y Producción de Semillas. Versión Española por R. Piña G. Editorial Limusa. México. Pág. 834.
- Latourniere, M. L.** 1990. Comportamiento de 35 líneas S<sub>2</sub> de maíz (*Zea mays* L.) derivadas del sintético ideotipo trópico seco en un estudio de aptitud combinatoria con tres probadores. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Linares, N. F.** 1993. Aptitud combinatoria de líneas S<sub>2</sub> y S<sub>3</sub> de maíz involucrando cuatro probadores. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Lobato, O. R., Molina, G. J. D., López, R. J. J. y Mejía, C. J. A.** 2002. Criterios para elegir el mejor probador de la aptitud combinatoria general en líneas de maíz. Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitogenética. Saltillo, Coah., Mex.
- Moll, R. H., W.S. Salhuama. and H. F. Robinson.**1962. Heterosis and genetic diversity in varieties of maize. *Crop Science*. 2. Pp. 197-198.
- Matzinger, D. F.** 1953. Comparison of three types of tester for the evaluation of inbreds lines of corn. *Agronomy Journal*. 45, Pp. 493-495
- Martínez, P. C.** 1993. Selección y Evaluación Agronómica de Líneas S<sub>2</sub> y S<sub>3</sub> de Maíz (*Zea mays* L.) en Tres Ambientes Contrastantes. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Márquez, S. F.** 1988. Genotecnia Vegetal. Tomo II. Editorial AGT. México, D. F.
- Martínez, Z. G.** 1986. Efectos de Aptitud Combinatoria General y Especifica de Líneas Tropicales de Maíz (*Zea mays* L.) y sus Cruzas. Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Mendoza, E. M., Oyervides, G. A. y Rodríguez, H. S. A.** 2000. Efecto de dos probadores en la selección de líneas de maíz tropical. *Rev. Fitotecnia Mex.* Vol. 23 (1). Págs. 79-86.
- Mijangos, C. J. O.** 1990. Evaluación de líneas de Maíz (*Zea mays* L.) Derivados del STS Mediante Tres Metodologías Utilizando una Línea como Probador. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Montenegro, T. H., Rincón, S. F., Ruiz, T. N. A., León, C. H. y Castañon, N. G.** 2002. Potencial y aptitud combinatoria de germoplasma de maíz tropical. *Rev. Fitotecnia Mex.* Vol. 25 (2). Págs. 135-142.
- Moreno, P. E. C., Lewis, B. D., Cervantes, S. T. y Torres, F. J. L.** 2004. Selección recíproca recurrente en poblaciones de maíz de Valles Altos en suelos con alto y bajo contenido de nitrógeno, en México. *Agrociencia*. Vol. 38. Págs. 305-311.

- Moreno, P. E. C., Lewis, B. D., Cervantes, S. T. y Torres, F. J. L.** 2002. Aptitud combinatoria de líneas de maíz de valles altos en suelos con alto y bajo contenido de nitrógeno. *Rev. Fitotecnia Mex.* Vol. 25. (Núm. 3). Págs. 253-259.
- Nestares, G., Frutos, E. y Eyhérbide, G.** 1999. Evaluación De Líneas De Maíz Flint Colorado Por Aptitud Combinatoria. *Pesq. agropec. bras.*, Brasilia. Vol. 34. No.8. Págs. 1399-1406.
- Palacios, V. O. y Ángeles, A. H. H.** 1990. Comparación de probadores para evaluar líneas S<sub>1</sub> de maíz (*Zea mays* L.). *Agrociencia serie Fitociencia.* Vol. 1. Núm.1. Págs. 123-141.
- Paliwal, R. L.** 2001. El maíz en el trópico., mejoramiento y producción. Departamento de agricultura organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). [http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/DOCREP/003/X7650S/x7650s16.html](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/003/X7650S/x7650s16.html)
- Paredes, G. G.** 1995. Estimación de la Aptitud Combinatoria en Cruzas Simples de Excelente Conformación Fenotípica y Clasificación de Probadores Enanos, en Maíz (*Zea mays* L.). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Peña, R. A., González, C. F., Núñez, H. G. y Jiménez, G. C.** 2004. Aptitud combinatoria de líneas de maíz para alta producción y calidad forrajera. *Rev. Fitotecnia Mex.* Vol. 27. (Núm. especial 1). Págs. 1-6.
- Poelhman, J. M.** 1983. Mejoramiento de las cosechas. Editorial Limusa. México. Pág. 158, 159.
- Ramírez, D. J. L., Chuela, B. M., Soltero, D. L., Franco, M. J., Morfín, V. A., Vidal, M. V. A., Vallejo, D. H. L., Caballero, H. F., Delgado, M. H., Valdivia, B. R. y Ron, P. J.** 2004. INIFAP-amarillo dentado-1 x INIFAP-amarillo cristalino-1. Patrón heterótico de maíz amarillo para la región Centro – Occidente de México. *Memorias del XX Congreso Nacional de Fitogenética.* Toluca, México.
- Ramírez, D. J. L., Valdivia, B. R., Chuela, B. M., Arregui, E. A., Delgado, M. H., Vidal, M. V. A., Vallejo, D. H. L., Maya, L. J. B., Ron, P. J. y Ortega, C. A.** 2002. Aptitud combinatoria de poblaciones de maíz amarillo tropicales y templadas. *Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitogenética.* Saltillo, Coahuila, México.
- Reyes, C. P.** 1985. *Fitogenética Básica y Aplicada.* Ed. AGT. México.
- Reyes, L. D, Molina G. J. D., Oropesa R. M. A. y Moreno P. E. del C.** 2004. Cruzas dialélicas entre líneas autofecundadas de maíz derivada de la raza tuxpeño. *Revista Fitotecnia Mex.* Vol.27 enero marzo. Págs. 49-55.

- Rivas, M. J. J., Vega, S. C., Guadalupe, R. J. y Navarro, G. E.** 2000. Comportamiento de líneas recobradas de maíz en la formación de híbridos triples. Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética. Zavala, G. F., Ortega, P. R., Mejía, C. J. A., Benítez, R. I., Guillén, A. H. (eds). Irapuato, Guanajuato,, México. Págs. 281.
- Robles, S. R.** 1987. TERMINOLOGÍA Genética y Fitogenética. Editorial Trillas. México, D. F. Pág. 163.
- Rodríguez, V. J. G., Vega, S. M. C., Cuellar, C. R. y Parra, B. J. de J.** 2002. Formación y Evaluación de híbridos de maíz. Resultados de avances de investigación 2002. Dirección de Investigación UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. Págs. 115-119.
- Secretaría de Fomento Agropecuario del Gobierno de Coahuila.** 1997. Información Meteorológica del Estado de Coahuila. CONAGUA. Saltillo, Coah.
- Segovia, A. M.** 1990. Selección de líneas de maíz a nivel S<sub>0</sub> derivadas de la población 76, mediante el uso de probadores y ambientes. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. Méx.
- Sierra, M. M., Palafox, C. A., Rodríguez, M. F., Espinoza, C. A., Gómez, M. N., Caballero, H. F., Barrón, F. S. y Sandoval, R. A.** 2004. H-520 y H-518 nuevos híbridos trilineales de maíz para el trópico húmedo de México. Memorias del XX Congreso Nacional de Fitogenética. Toluca, México.
- Tut, y C. C.** 2004. Evaluación de ocho híbridos de maíz amarillo en dos ambientes de zona transición riego de Puebla (1800-2100 msnm). Memorias del XX Congreso Nacional de Fitogenética. Toluca, México.
- Valdes, S. A., De León, C. H., Martínez, S. G. y Sámano, G. D.** 2000. Evaluación del potencial genético de líneas de maíz del CIMMYT y cruza simples del Instituto Mexicano de Maíz. Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética. Zavala, G. F., Ortega, P. R., Mejía, C. J. A., Benítez, R. I., Guillén, A. H. (eds). Irapuato, Guanajuato,, México. Pág. 280.
- Valdivia, B. R., Vidal, M. V. A., Ramírez, D. J. L., Chuela, B. M., Ron P. J. y Maya, L. J.** 2002. Rendimiento y características agronómicas de maíces de grano amarillo con calidad de proteína en Nayarit, México. Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitogenética. Saltillo, Coahuila, México.
- Vallejo, D. H. L., Ramírez, D. J. L., Ron P. J., Sánchez, G. J. J., Chuela, B. M., Venegas, S. H., Delgado, M. H., Aguilar, S. M., Vidal, M. V. A. y García, B. A.** 2000. Aptitud combinatoria de líneas de maíz derivadas de dos poblaciones subtropicales adaptadas. Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética. Zavala, G. F., Ortega, P. R., Mejía, C. J. A., Benítez, R. I., Guillén, A. H. (eds). Irapuato, Guanajuato,, México. Pág. 121.

- Velázquez, C. G. A. y Rendón, G. A.** 2004. Comportamiento de nuevos híbridos experimentales de maíz en los Valles Altos y zonas de transición en la región Centro de México. Memorias del XX Congreso Nacional de Fitogenética. Toluca, México.
- Venegas, S. H. y Ramírez, V. H.** 1996. Evaluación de mestizos de maíz (línea por probador) de ciclo intermedio – tardío en la región de los altos de Jalisco. Memorias del XVI Congreso de Fitogenética. Montecillo, Edo. de México. Pág. 211.
- Vergara, A. N., Córdoba, O. H. y Rodríguez, H. S.** 2002. Comparación de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) amarillos tropicales QPM por su calidad forrajera. Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitogenética. Saltillo, Coahuila, México.
- Vergara, A. N., Rodríguez, H. S., León, C. H., McLean, S. y Kumar, V. S.** 2001. Aptitud combinatoria de líneas de maíz tropical con diferente tipo de mazorca. Rev. Fitotecnia Mex. Vol. 24 (2). Págs. 203-212.
- Villalpando, I. J. F.** 1985. Metodología de la Investigación en Agroclimatología. Curso de Orientación para Aspirantes a Investigadores del INIP, INIF e INIA (tronco común). INIFAP-SARH. Zapopan, Jal., México. Pág. 183.

## **APÉNDICE**

**Cuadro A1.** Concentración de las medias de las variables evaluadas en la localidad de Buenavista, Saltillo, Coah. 2005.

GENEALOGÍA	DFM (Días)	UCM	DFD (Días)	UCF	AP (cm)	AM (cm)	Mazx100 Plantas	RTO * Ton ha <sup>-1</sup>
P2 x N - 187-2-2-2-2-⊗-3-9-3	63	662	65	676	203	123	123	12.326
P4 x VAN RV - 139	69	720	71	737	228	125	126	12.023
P1 x AN - 34A - 19 - 1	64	672	66	691	238	150	125	11.220
P2 x VAN RV - 12	64	667	66	686	228	140	108	11.118
P3 x VAN RV - 12	69	720	71	733	238	128	95	11.114
P4 x AN - 34A - 16 - 2	67	696	68	711	223	138	161	11.048
P4 x VAN RV - 12	71	733	73	748	230	118	109	11.029
P4 x VAN RV - 33	69	716	71	733	230	128	107	10.823
P1 x AN - 34A - 11 - 1	66	686	67	702	235	145	110	10.623
P2 x AN - 34A - 12 - 2	64	667	66	686	230	130	109	10.529
P2 x N - 187-2-2-2-2-⊗-3-9-1	64	672	66	686	208	108	106	10.500
P1 x AN - 34A - 5 - 2	63	662	65	680	198	105	104	10.386
P4 x AN - 34A - 12 - 2	70	725	72	740	253	140	106	10.247
P3 x AN - 35A - 6 - 1	64	667	66	686	203	110	105	10.121
P1 x AN - 35A - 6 - 2	62	651	64	672	195	95	115	9.985
P1 x AN - 36A-⊗- 3	61	640	63	662	210	113	104	9.823
P2 x AN - 34A - 5 - 1	64	672	66	691	210	140	139	9.811
P1 x N - 187-2-2-2-2-⊗-3-9-1	63	657	65	676	190	110	126	9.667
P3 x VAN RV - 139	68	707	70	724	203	99	103	9.662
P4 x AN - 35A - 3	67	696	69	715	228	115	102	9.598
P2 x VAN RV - 5	61	634	63	657	210	120	107	9.429
P1 x AN - 34A - 5 - 1	64	667	66	686	175	98	135	9.377
P4 x V - 105 - 33	67	696	69	715	233	130	100	9.330
P1 x N - 187-2-2-2-2-⊗-3-9-3	63	660	65	687	205	115	112	9.252
P2 x VAN RV - 33	63	656	65	677	243	130	102	9.195
P2 x VAN RV - 141	62	656	64	672	230	130	102	9.184
P3 x AN - 36A - ⊗ - 3	66	686	68	707	208	120	116	9.180
P3 x N - 187-2-2-2-2-⊗-3-9-2	68	711	70	728	215	110	109	9.178
P2 x AN - 34A - 19 - 1	66	692	68	710	253	153	117	9.177
P4 x N - 187-2-2-2-2-⊗-3-9-3	67	696	69	715	238	125	108	9.170
P4 x VAN RV - 111	66	686	68	707	218	130	107	9.162
P3 x AN - 35A - 2	66	687	67	701	205	88	103	9.124
P4 x AN - 34A - 16 - 4	66	691	68	711	188	105	112	9.110
P3 x AN - 34A - 16 - 4	63	662	65	682	175	85	114	9.069
P3 x AN - 35A - 3	67	697	69	715	218	125	98	9.020
P4 x AN - 34A - 20 - 1	71	738	73	751	238	145	116	9.013
P3 x AN - 34A - 16 - 2	67	700	69	720	200	113	162	8.924
P1 x V - 105 - 33	64	672	66	691	205	143	99	8.898
P3 x AN - 35A - 5 - 2	66	687	68	706	200	98	97	8.821
P3 x N - 187-2-2-2-2-⊗-3-9-3	67	697	69	716	203	110	113	8.777

**Cuadro A1. Continuación.....**

GENEALOGÍA	DFM (Días)	UCM	DFE (Días)	UCF	AP (cm)	AM (cm)	Mazx100 Plantas	RTO* Ton ha
P3 x AN - 34A - 20 - 1	70	729	72	745	205	110	109	8.771
P1 x VAN RV - 12	64	672	66	691	190	105	93	8.758
P4 x VAN RV - 78	71	738	73	751	238	145	109	8.673
P4 x AN - 34A - 11 - 2	70	729	72	745	238	145	98	8.633
P3 x AN - 34A - 19 - 1	71	733	73	748	223	140	123	8.567
P1 x AN - 34A - 3	66	686	67	702	205	123	117	8.551
P1 x AN - 34A - 12 - 2	65	676	67	697	230	135	98	8.526
P2 x V - 105 - 33	64	672	66	691	198	105	101	8.472
P4 x AN - 34A - 19 - 1	75	764	77	776	253	163	113	8.430
AN - 447 (T)	80	813	82	831	255	158	98	8.414
P1 x VAN RV - 139	63	657	65	676	220	123	94	8.402
P3 x AN - 35A - 6 - 2	64	672	66	691	198	115	102	8.333
P1 x VAN RV - 141	64	666	66	687	230	125	102	8.274
P3 x VAN RV - 141	68	711	70	728	215	123	105	8.257
P2 x VAN RV - 111	60	630	62	651	218	123	101	8.147
P1 x VAN RV - 111	61	634	63	657	193	115	93	8.137
P1 x VAN RV - 33	63	662	65	680	190	115	97	8.124
P3 x AN - 34A - 12 - 2	68	711	70	728	210	110	95	8.094
P3 x AN - 35A - 5 - 1	67	696	69	715	215	123	97	8.085
P3 x V - 105 - 33	67	701	69	720	208	120	92	7.867
P1 x N - 187-2-2-2-2-⊗-3-9-2	64	666	66	687	165	90	107	7.819
P3 x AN - 34A - 11 - 1	70	729	72	745	205	105	96	7.810
P2 x AN - 35A - 6 - 2	62	646	64	667	198	88	103	7.611
P2 x AN - 35A - 5 - 1	62	651	64	672	205	103	97	7.609
P2 x AN - 35A - 6 - 1	61	634	63	657	210	113	105	7.603
P3 x N - 187-2-2-2-2-⊗-3-9-1	67	697	69	716	215	138	118	7.512
P3 x VAN RV - 111	64	672	66	691	225	126	103	7.447
P3 x VAN RV - 78	69	720	71	733	200	100	104	7.343
P1 x VAN RV - 5	64	667	66	686	203	120	87	6.906
AN-445 (T)	80	812	82	831	220	125	100	6.906
VAN-361 (T)	81	823	83	839	168	93	98	6.772
P4 x AN - 35A - 5 - 1	69	716	71	733	220	108	92	6.282
AN - 363 R (T)	78	787	80	808	113	48	91	5.113
AN - 388 (T)	81	822	83	840	163	83	97	5.053
<b>Media</b>	66	694	68	712	212	119	107	8.910
<b>D. M. S.</b>								3.559

\* mazorcas al 15 % de humedad.

**P1**= N - 187 S<sub>7</sub> x N - 120 S<sub>7</sub>  
**P2**= N - 154 S<sub>6</sub> x N - 120 S<sub>7</sub>

**P3**= AN - 2 x AN - 20  
**P4**= ANTSO - 73 x AN - 7 - R<sub>1</sub>



**Cuadro A2.** Concentración de medias de líneas por probador para la localidad Buenavista, Saltillo, Coah. 2005.

<b>GENEALOGÍA</b>	<b>AP (cm)</b>	<b>AM (cm)</b>	<b>DFM (Días)</b>	<b>DFF (Días)</b>	<b>UCM</b>	<b>UCF</b>	<b>Mx100 Plantas</b>	<b>RTO * Ton ha<sup>-1</sup></b>
<b>PROBADOR 1</b>								
<b>GRUPO 1</b>								
VAN-RV-12	190	105	64	66	672	691	93	8.758
VAN-RV-139	220	123	63	65	657	676	94	8.402
VAN-RV-141	230	125	64	66	666	687	102	8.274
VAN-RV-111	193	115	61	63	634	657	93	8.137
VAN-RV-33	190	115	63	65	662	680	97	8.124
VAN-RV-5	203	120	64	66	667	686	87	6.906
<b>Media</b>	<b>204</b>	<b>117</b>	<b>63</b>	<b>65</b>	<b>660</b>	<b>680</b>	<b>94</b>	<b>8.100</b>
<b>GRUPO 2</b>								
AN – 34A – 19 – 1	238	150	64	66	672	691	125	11.220
AN – 34A – 11 – 1	235	145	66	67	686	702	110	10.623
AN – 34A – 5 – 2	198	105	63	65	662	680	104	10.386
AN – 34A – 5 – 1	175	98	64	66	667	686	135	9.377
AN – 34A – 3	205	123	66	67	686	702	117	8.551
AN – 34A – 12 – 2	230	135	65	67	676	697	98	8.526
<b>Media</b>	<b>214</b>	<b>126</b>	<b>65</b>	<b>66</b>	<b>675</b>	<b>693</b>	<b>115</b>	<b>9.781</b>
<b>GRUPO 3</b>								
AN – 35A – 6 – 2	195	95	62	64	651	672	115	9.985
AN – 36A – ⊗ – 3	210	113	61	63	640	662	104	9.823
<b>Media</b>	<b>203</b>	<b>104</b>	<b>62</b>	<b>64</b>	<b>646</b>	<b>667</b>	<b>110</b>	<b>9.904</b>
<b>GRUPO 4</b>								
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-1	190	110	63	65	657	676	126	9.667
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-3	205	115	63	65	660	687	112	9.252
V – 105 – 33	205	143	64	66	672	691	99	8.898
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-2	165	90	64	66	666	687	107	7.819
<b>Media</b>	<b>191</b>	<b>115</b>	<b>64</b>	<b>66</b>	<b>664</b>	<b>685</b>	<b>111</b>	<b>8.909</b>
<b>Media P1</b>	<b>204</b>	<b>118</b>	<b>64</b>	<b>65</b>	<b>664</b>	<b>684</b>	<b>107</b>	<b>9.040</b>
<b>PROBADOR 2</b>								
<b>GRUPO 1</b>								
VAN-RV-12	228	140	64	66	667	686	108	11.118
VAN-RV-5	210	120	61	63	634	657	107	9.429
VAN-RV-33	243	130	63	65	656	677	102	9.195
VAN-RV-141	230	130	62	64	656	672	102	9.184
VAN-RV-111	218	123	60	62	630	651	101	8.147
<b>Media</b>	<b>226</b>	<b>129</b>	<b>62</b>	<b>64</b>	<b>649</b>	<b>669</b>	<b>104</b>	<b>9.415</b>
<b>GRUPO 2</b>								
AN – 34A – 12 – 2	230	130	64	66	667	686	109	10.529
AN – 34A – 5 – 1	210	140	64	66	672	691	139	9.811
AN – 34A – 19 – 1	253	153	66	68	692	710	117	9.177
<b>Media</b>	<b>231</b>	<b>141</b>	<b>65</b>	<b>67</b>	<b>677</b>	<b>696</b>	<b>122</b>	<b>9.839</b>
<b>GRUPO 3</b>								
AN – 35A – 6 – 2	198	88	62	64	646	667	103	7.611
AN – 35A – 5 – 1	205	103	62	64	651	672	97	7.609
AN – 35A – 6 – 1	210	113	61	63	634	657	105	7.603
<b>Media</b>	<b>204</b>	<b>101</b>	<b>62</b>	<b>64</b>	<b>644</b>	<b>665</b>	<b>102</b>	<b>7.608</b>
<b>GRUPO 4</b>								
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-3	203	123	63	65	662	676	123	12.326
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-1	208	108	64	66	672	686	106	10.500
V – 105 – 33	198	105	64	66	672	691	101	8.472
<b>Media</b>	<b>203</b>	<b>112</b>	<b>64</b>	<b>66</b>	<b>669</b>	<b>684</b>	<b>110</b>	<b>10.433</b>
<b>Media P2</b>	<b>217</b>	<b>122</b>	<b>63</b>	<b>65</b>	<b>658</b>	<b>677</b>	<b>109</b>	<b>9.337</b>

Cuadro A2. Continuación.....

GENEALOGÍA	AP (cm)	AM (cm)	DFM (Días)	DFE (Días)	UCM	UCF	Mx100 Plantas	RTO * Ton ha <sup>-1</sup>
<b>PROBADOR 3</b>								
<b>GRUPO 1</b>								
VAN-RV-12	238	128	69	71	720	733	95	11.114
VAN-RV-139	203	99	68	70	707	724	103	9.662
VAN-RV-141	215	123	68	70	711	728	105	8.257
VAN-RV-111	225	126	64	66	672	691	103	7.447
VAN-RV-78	200	100	69	71	720	733	104	7.343
<b>Media</b>	<b>216</b>	<b>115</b>	<b>68</b>	<b>70</b>	<b>706</b>	<b>722</b>	<b>102</b>	<b>8.765</b>
<b>GRUPO 2</b>								
AN - 34A - 16 - 4	175	85	63	65	662	682	114	9.069
AN - 34A - 16 - 2	200	113	67	69	700	720	162	8.924
AN - 34A - 20 - 1	205	110	70	72	729	745	109	8.771
AN - 34A - 19 - 1	223	140	71	73	733	748	123	8.567
AN - 34A - 12 - 2	210	110	68	70	711	728	95	8.094
AN - 34A - 11 - 1	205	105	70	72	729	745	96	7.810
<b>Media</b>	<b>203</b>	<b>111</b>	<b>68</b>	<b>70</b>	<b>711</b>	<b>728</b>	<b>117</b>	<b>8.539</b>
<b>GRUPO 3</b>								
AN - 35A - 6 - 1	203	110	64	66	667	686	105	10.121
AN - 36A - ⊗ - 3	208	120	66	68	686	707	116	9.180
AN - 35A - 2	205	88	66	67	687	701	103	9.124
AN - 35A - 3	218	125	67	69	697	715	98	9.020
AN - 35A - 5 - 2	200	98	66	68	687	706	97	8.821
AN - 35A - 6 - 2	198	115	64	66	672	691	102	8.333
AN - 35A - 5 - 1	215	123	67	69	696	715	97	8.085
<b>Media</b>	<b>207</b>	<b>111</b>	<b>66</b>	<b>68</b>	<b>685</b>	<b>703</b>	<b>103</b>	<b>8.955</b>
<b>GRUPO 4</b>								
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-2	215	110	68	70	711	728	109	9.178
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-3	203	110	67	69	697	716	113	8.777
V - 105 - 33	208	120	67	69	701	720	92	7.867
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-1	215	138	67	69	697	716	118	7.512
<b>Media</b>	<b>210</b>	<b>120</b>	<b>67</b>	<b>69</b>	<b>702</b>	<b>720</b>	<b>108</b>	<b>8.334</b>
<b>Media P3</b>	<b>209</b>	<b>113</b>	<b>67</b>	<b>69</b>	<b>700</b>	<b>717</b>	<b>107</b>	<b>8.685</b>
<b>PROBADOR 4</b>								
<b>GRUPO 1</b>								
VAN-RV-139	228	125	69	71	720	737	126	12.023
VAN-RV-12	230	118	71	73	733	748	109	11.029
VAN-RV-33	230	128	69	71	716	733	107	10.823
VAN-RV-111	218	130	66	68	686	707	107	9.162
VAN-RV-78	238	145	71	73	738	751	109	8.673
<b>Media</b>	<b>229</b>	<b>129</b>	<b>69</b>	<b>71</b>	<b>719</b>	<b>735</b>	<b>112</b>	<b>10.342</b>
<b>GRUPO 2</b>								
AN - 34A - 16 - 2	223	138	67	68	696	711	161	11.048
AN - 34A - 12 - 2	253	140	70	72	725	740	106	10.247
AN - 34A - 16 - 4	188	105	66	68	691	711	112	9.110
AN - 34A - 20 - 1	238	145	71	73	738	751	116	9.013
AN - 34A - 11 - 2	238	145	70	72	729	745	98	8.633
AN - 34A - 19 - 1	253	163	75	77	764	776	113	8.430
<b>Media</b>	<b>232</b>	<b>139</b>	<b>70</b>	<b>72</b>	<b>724</b>	<b>739</b>	<b>118</b>	<b>9.414</b>
<b>GRUPO 3</b>								
AN - 35A - 3	228	115	67	69	696	715	102	9.598
AN - 35A - 5 - 1	220	108	69	71	716	733	92	6.282
<b>Media</b>	<b>224</b>	<b>112</b>	<b>68</b>	<b>70</b>	<b>706</b>	<b>724</b>	<b>97</b>	<b>7.940</b>
<b>GRUPO 4</b>								
V - 105 - 33	233	130	67	69	696	715	100	9.330
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-3	238	125	67	69	696	715	108	9.170
<b>Media</b>	<b>236</b>	<b>128</b>	<b>67</b>	<b>69</b>	<b>696</b>	<b>715</b>	<b>104</b>	<b>9.250</b>
<b>Media P4</b>	<b>230</b>	<b>131</b>	<b>69</b>	<b>71</b>	<b>716</b>	<b>733</b>	<b>111</b>	<b>9.505</b>

\* mazorcas al 15 % de humedad.

**Cuadro A3.** Valores estimados de aptitud combinatoria general de las líneas en la localidad de Buenavista, Saltillo, Coah.

<b>SISTEMA</b>	<b>LÍNEA</b>	<b>ACG *</b>
p1,p2,p3,p4 x	VAN-RV-12	0.895
p1,p2,p3,p4 x	N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-3	0.614
p1,p2,p3,p4 x	AN-34A-12-2	0.081
p1,p2,p3,p4 x	AN-34A-19-1	0.081
p1,p2,p3,p4 x	VAN-RV-111	-1.045
p1,p2,p3,p4 x	V-105-33	-0.626
p1, p2, p3 x	N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-1	0.413
p1, p2, p3 x	AN-35A-6-2	-0.171
p1, p2, p3 x	VAN-RV-141	-0.242
p1, p2 x	AN-34A-5-1	0.713
p1, p2 x	VAN-RV-5	-0.713
p1, p3 x	N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-2	0.429
p1, p3 x	AN-34A-11-1	0.144
p1, p3 x	AN-36A-⊗-3	-0.574
p3, p4 x	AN-34A-16-2	0.929
p3, p4 x	AN-35A-3	0.252
p3, p4 x	AN-34A-16-4	0.033
p3, p4 x	AN-34A-20-1	-0.165
p3, p4 x	VAN-RV-78	-1.049

\* Aptitud Combinatoria General Estimada.

**Cuadro A4.** Concentrado de medias para los caracteres estudiados en La Ventura, Saltillo, Coah. 2005.

GENEALOGÍA	DFM (Días)	UCM	DFD (Días)	UCF	AP (cm)	AM (cm)	Mazx100 Plantas	RTO * Ton ha <sup>-1</sup>
P4 x AN - 34A - 12 - 2	81	951	82	962	219	131	134	9.465
P4 x AN - 34A - 11 - 2	77	909	79	935	230	134	102	9.337
P4 x VAN RV - 78	82	969	84	990	195	112	110	9.137
P4 x AN - 34A - 16 - 2	82	966	84	989	223	130	136	8.852
P4 x AN - 34A - 20	82	962	84	984	210	125	95	8.794
P4 x VAN RV - 139	81	958	83	979	225	117	112	8.678
P3 x N - 187-2-2-2-2-⊗-3-9-2	77	902	79	928	184	107	106	8.525
P1 x AN - 34A - 5 - 1	75	887	77	909	152	70	117	8.349
P3 x AN - 35A - 6 - 1	72	832	74	869	197	113	113	8.232
P4 x AN - 34A - 16 - 4	79	935	81	958	181	115	123	8.231
P3 x V - 105 - 33	76	893	77	909	219	129	100	8.230
P4 x VAN RV - 12	84	984	86	1007	211	127	102	8.206
P1 x N - 187-2-2-2-2-⊗-3-9-3	78	917	79	932	179	92	114	8.122
P1 x VAN RV - 139	73	851	75	884	183	90	101	8.119
P3 x VAN RV - 59	79	929	81	956	187	103	91	8.071
P3 x VAN RV - 141	76	896	78	923	213	123	102	7.986
P4 x N - 187-2-2-2-2-⊗-3-9-2	83	973	85	1001	181	100	107	7.982
P2 x AN - 35A - 5 - 1	70	801	71	820	240	109	94	7.823
P3 x VAN RV - 139	74	862	76	898	209	99	100	7.773
P3 x AN - 36A- ⊗ - 3	74	869	76	898	190	87	103	7.687
P2 x N - 187-2-2-2-2-⊗-3-9-3	72	826	73	851	181	103	97	7.673
P3 x N - 187-2-2-2-2-⊗-3-9-3	77	904	78	922	195	124	115	7.640
P3 x VAN RV - 78	78	916	80	941	189	106	106	7.569
P3 x VAN RV - 111	74	871	76	898	213	126	105	7.515
P4 x VAN RV - 33	83	979	85	1001	199	94	120	7.473
P1 x V - 105 - 33	75	884	77	911	192	108	93	7.430
P2 x N - 187-2-2-2-2-⊗-3-9-1	73	854	75	877	198	110	96	7.418
P1 x AN - 34A - 3	77	903	79	929	167	78	117	7.380
P1 x VAN RV - 33	72	832	73	850	208	103	102	7.283
P1 x AN - 36A - ⊗ - 3	75	878	77	899	173	80	105	7.206
P3 x AN - 34A - 12 - 2	77	911	79	935	223	132	101	7.163
P3 x AN - 35A - 6 - 2	74	871	77	905	199	110	104	7.162
P4 x AN - 34A - 20 - 1	82	969	84	990	216	136	116	7.156
P3 x AN - 34A - 11 - 1	78	923	80	947	206	108	110	7.088
P1 x AN - 34A - 5 - 2	74	871	76	898	170	74	106	7.078
P3 x AN - 34A - 20	80	945	82	968	169	83	100	7.067
P4 x AN - 34A - 19 - 1	83	979	85	1001	238	145	106	7.018
P2 x N - 187-2-2-2-2-⊗-3-9-2	70	806	73	845	193	104	89	7.008
P4 x VAN RV - 111	80	939	81	955	189	100	93	7.003
P1 x VAN RV - 111	72	826	74	862	177	70	99	6.921

**Cuadro A4. Continuación.....**

GENEALOGÍA	DFM (Días)	UCM	DFE (Días)	UCF	AP (cm)	AM (cm)	Mazx100 Plantas	RTO * Ton ha <sup>-1</sup>
P3 x AN - 35A - 5 - 1	76	893	79	929	198	102	89	6.846
P1 x VAN RV - 141	74	871	76	898	184	81	107	6.773
P2 x VAN RV - 141	72	832	75	878	169	85	95	6.759
P2 x VAN RV - 12	72	826	74	862	196	112	75	6.756
AN - 447 (T)	87	1012	89	1034	205	105	114	6.702
AN - 447 (T)	87	1023	89	1037	210	110	102	6.619
P3 x N - 187-2-2-2-2-⊗-3-9-1	79	932	81	949	180	102	122	6.497
P2 x VAN RV - 33	73	848	76	889	199	113	89	6.464
CRONOS (T)	85	1001	87	1018	214	116	104	6.437
AN - 388 (T)	86	1013	88	1037	164	84	80	6.416
P1 x AN - 35A - 6 - 2	76	893	78	917	145	70	106	6.399
AN - 447 (T)	88	1006	90	1025	178	103	105	6.357
AN - 447 (T)	87	1023	89	1037	216	122	101	6.337
P1 x N - 187-2-2-2-2-⊗-3-9-1	77	904	78	917	195	105	107	6.296
P1 x AN - 34A - 12 - 2	77	902	78	923	182	114	109	6.191
P2 x V - 105 - 33	73	845	74	865	192	122	95	6.175
P3 x AN - 35A - 3	74	865	77	905	195	115	94	6.175
AN - 447 (T)	88	1018	90	1037	196	116	98	6.158
AN - 447 (T)	87	1027	89	1041	212	111	99	6.106
P2 x AN - 35A - 6 - 1	70	808	72	826	153	78	88	6.102
P3 x AN - 34A - 16 - 4	79	935	81	958	197	139	110	6.071
P2 x VAN RV - 111	69	793	72	832	191	91	89	6.030
P4 x V - 105 - 33	83	979	85	1001	204	131	109	5.907
P1 x VAN RV - 5	72	832	74	860	195	128	102	5.803
P3 x AN - 35A - 4	78	917	80	945	184	91	99	5.773
P2 x AN - 35A - 6 - 2	71	814	73	844	191	90	89	5.737
AN - 388 (T)	87	1022	89	1038	160	94	85	5.606
P3 x AN - 35A - 2	78	923	78	923	170	69	100	5.544
P2 x VAN RV - 5	70	808	72	832	183	100	70	5.354
P1 x N - 187-2-2-2-2-⊗-3-9-2	74	865	76	895	152	87	85	5.250
AN - 388 (T)	86	1027	89	1045	163	83	105	5.114
AN - 424 (T)	87	1023	89	1037	216	105	79	4.814
AN - 388 (T)	86	1022	89	1038	181	83	100	4.692
CRONOS (T)	88	1027	90	1041	196	88	108	4.427
AN - 388 (T)	87	1022	89	1038	183	98	83	3.867
<b>Media</b>	78	914	80	938	192	104	101	6.946
<b>D. M. S.</b>								2.515

\* mazorcas al 15 % de humedad.

P1= N - 187 S<sub>7</sub> x N - 120 S<sub>7</sub>P2= N - 154 S<sub>6</sub> x N - 120 S<sub>7</sub>

P3= AN - 2 x AN - 20

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

**Cuadro A5.** Concentración de medias de líneas por probador para la localidad de La Ventura, Saltillo, Coah. 2005.

GENEALOGÍA	AP (cm)	AM (cm)	DFM (Días)	DFE (Días)	UCM	UCF	Mx100 Plantas	RTO * Ton ha <sup>-1</sup>
<b>PROBADOR 1</b>								
<b>GRUPO 1</b>								
VAN-RV-139	183	90	73	75	851	884	101	8.119
VAN-RV-33	208	103	72	73	832	850	102	7.283
VAN-RV-111	177	70	72	74	826	862	99	6.921
VAN-RV-12	164	77	72	74	838	871	98	6.905
VAN-RV-141	184	81	74	76	871	898	107	6.773
VAN-RV-5	195	128	72	74	832	860	102	5.803
<b>Media</b>	<b>185</b>	<b>92</b>	<b>73</b>	<b>74</b>	<b>842</b>	<b>871</b>	<b>102</b>	<b>6.967</b>
<b>GRUPO 2</b>								
AN - 34A - 5 - 1	152	70	75	77	887	909	117	8.349
AN - 34A - 3	167	78	77	79	903	929	117	7.380
AN - 34A - 5 - 2	170	74	74	76	871	898	106	7.078
AN - 34A - 12 - 2	182	114	77	78	902	923	109	6.191
<b>Media</b>	<b>168</b>	<b>84</b>	<b>76</b>	<b>78</b>	<b>891</b>	<b>915</b>	<b>112</b>	<b>7.250</b>
<b>GRUPO 3</b>								
AN - 36A - ⊗ - 3	173	80	75	77	878	899	105	7.674
AN - 35A - 6 - 2	145	70	76	78	893	917	106	6.399
<b>Media</b>	<b>159</b>	<b>75</b>	<b>76</b>	<b>78</b>	<b>886</b>	<b>908</b>	<b>106</b>	<b>7.037</b>
<b>GRUPO 4</b>								
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-3	179	92	78	79	917	932	114	8.122
V - 105 - 33	192	108	75	77	884	911	93	7.430
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-1	195	105	77	78	904	917	107	6.296
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-2	152	87	74	76	865	895	85	5.250
<b>Media</b>	<b>180</b>	<b>98</b>	<b>76</b>	<b>78</b>	<b>893</b>	<b>914</b>	<b>100</b>	<b>6.775</b>
<b>Media P1</b>	<b>176</b>	<b>89</b>	<b>75</b>	<b>76</b>	<b>872</b>	<b>897</b>	<b>104</b>	<b>6.998</b>
<b>PROBADOR 2</b>								
<b>GRUPO 1</b>								
VAN-RV-141	169	85	72	75	832	878	95	6.759
VAN-RV-12	196	112	72	74	826	862	75	6.756
VAN-RV-33	199	113	73	76	848	889	89	6.464
VAN-RV-111	191	91	69	72	793	832	89	6.030
VAN-RV-5	183	100	70	72	808	832	70	5.354
<b>Media</b>	<b>188</b>	<b>100</b>	<b>71</b>	<b>74</b>	<b>821</b>	<b>859</b>	<b>84</b>	<b>6.273</b>
<b>GRUPO 3</b>								
AN - 35A - 5 - 1	240	109	70	71	801	820	94	7.823
AN - 35A - 6 - 1	153	78	70	72	808	826	88	6.102
AN - 35A - 6 - 2	191	90	71	73	814	844	89	5.737
<b>Media</b>	<b>195</b>	<b>92</b>	<b>70</b>	<b>72</b>	<b>808</b>	<b>830</b>	<b>90</b>	<b>6.554</b>
<b>GRUPO 4</b>								
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-3	181	103	72	73	826	851	97	7.673
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-1	198	110	73	75	854	877	96	7.418
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-2	193	104	70	73	806	845	89	7.008
V - 105 - 33	192	122	73	74	845	865	95	6.175
<b>Media</b>	<b>191</b>	<b>110</b>	<b>72</b>	<b>74</b>	<b>833</b>	<b>860</b>	<b>94</b>	<b>7.069</b>
<b>Media P2</b>	<b>191</b>	<b>101</b>	<b>71</b>	<b>73</b>	<b>822</b>	<b>852</b>	<b>89</b>	<b>6.608</b>

Cuadro A5. Continuación.....

GENEALOGÍA	AP (cm)	AM (cm)	DFM (Días)	DFE (Días)	UCM	UCF	Mx100 Plantas	RTO * Ton ha <sup>-1</sup>
<b>PROBADOR 3</b>								
<b>GRUPO 1</b>								
VAN-RV-59	187	103	79	81	929	956	91	8.071
VAN-RV-141	213	123	76	78	896	923	102	7.986
VAN-RV-139	209	99	74	76	862	898	100	7.773
VAN-RV-78	189	106	78	80	916	941	106	7.569
VAN-RV-111	213	126	74	76	871	898	105	7.515
<b>Media</b>	<b>202</b>	<b>111</b>	<b>76</b>	<b>78</b>	<b>895</b>	<b>923</b>	<b>101</b>	<b>7.783</b>
<b>GRUPO 2</b>								
AN - 34A - 12 - 2	223	132	77	79	911	935	101	7.163
AN - 34A - 11 - 1	206	108	78	80	923	947	110	7.088
AN - 34A - 20	169	83	80	82	945	968	100	7.067
AN - 34A - 16 - 4	197	139	79	81	935	958	110	6.071
<b>Media</b>	<b>199</b>	<b>116</b>	<b>79</b>	<b>81</b>	<b>929</b>	<b>952</b>	<b>105</b>	<b>6.847</b>
<b>GRUPO 3</b>								
AN - 35A - 6 - 1	197	113	72	74	832	869	113	8.232
AN - 36A - 3	190	87	74	76	869	898	103	7.687
AN - 35A - 6 - 2	199	110	74	77	871	905	104	7.162
AN - 35A - 5 - 1	198	102	76	79	893	929	89	6.846
AN - 35A - 3	195	115	74	77	865	905	94	6.175
AN - 35A - 4	184	91	78	80	917	945	99	5.773
AN - 35A - 2	170	69	78	78	923	923	100	5.544
<b>Media</b>	<b>190</b>	<b>98</b>	<b>75</b>	<b>77</b>	<b>881</b>	<b>911</b>	<b>100</b>	<b>6.774</b>
<b>GRUPO 4</b>								
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-2	184	107	77	79	902	928	106	8.525
V - 105 - 33	219	129	76	77	893	909	100	8.230
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-3	195	124	77	78	904	922	115	7.640
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-1	180	102	79	81	932	949	122	6.497
<b>Media</b>	<b>195</b>	<b>116</b>	<b>77</b>	<b>79</b>	<b>908</b>	<b>927</b>	<b>111</b>	<b>7.723</b>
<b>Media P3</b>	<b>196</b>	<b>108</b>	<b>77</b>	<b>78</b>	<b>899</b>	<b>925</b>	<b>104</b>	<b>7.231</b>
<b>PROBADOR 4</b>								
<b>GRUPO 1</b>								
VAN-RV-78	195	112	82	84	969	990	110	9.137
VAN-RV-139	225	117	81	83	958	979	112	8.678
VAN-RV-12	211	127	84	86	984	1007	102	8.206
VAN-RV-33	199	94	83	85	979	1001	120	7.473
VAN-RV-111	189	100	80	81	939	955	93	7.003
<b>Media</b>	<b>204</b>	<b>110</b>	<b>82</b>	<b>84</b>	<b>966</b>	<b>986</b>	<b>107</b>	<b>8.099</b>
<b>GRUPO 2</b>								
AN - 34A - 12 - 2	219	131	81	82	951	962	134	9.465
AN - 34A - 11 - 2	230	134	77	79	909	935	102	9.337
AN - 34A - 16 - 2	223	130	82	84	966	989	136	8.852
AN - 34 - 20	210	125	82	84	962	984	95	8.794
AN - 34A - 16 - 4	181	115	79	81	935	958	123	8.231
AN - 34A - 20 - 1	216	136	82	84	969	990	116	7.156
AN - 34A - 19 - 1	238	145	83	85	979	1001	106	7.018
<b>Media</b>	<b>217</b>	<b>131</b>	<b>81</b>	<b>83</b>	<b>953</b>	<b>974</b>	<b>116</b>	<b>8.408</b>
<b>GRUPO 4</b>								
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-2	181	100	83	85	973	1001	107	7.982
V - 105 - 33	204	131	83	85	979	1001	109	5.907
<b>Media</b>	<b>193</b>	<b>116</b>	<b>83</b>	<b>85</b>	<b>976</b>	<b>1001</b>	<b>108</b>	<b>6.945</b>
<b>Media P4</b>	<b>209</b>	<b>121</b>	<b>82</b>	<b>83</b>	<b>961</b>	<b>982</b>	<b>112</b>	<b>8.089</b>

\* mazorcas al 15 % de humedad.

**Cuadro A6.** Valores estimados de aptitud combinatoria general de las líneas en La Ventura, Saltillo, Coah.

<b>SISTEMA</b>	<b>LÍNEA</b>	<b>ACG *</b>
p1,p2,p3,p4 x	AN-34A-12-2	0.326
p1,p2,p3,p4 x	N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-2	0.085
p1,p2,p3,p4 x	V-105-33	-0.171
p1,p2,p3,p4 x	VAN-RV-111	-0.239
p1, p2, p3 x	N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-3	0.794
p1, p2, p3 x	VAN-RV-141	0.155
p1, p2, p3 x	N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-1	-0.281
p1, p2, p3 x	AN-35A-6-2	-0.667
p1, p2, p4 x	VAN-RV-12	0.108
p1, p2, p4 x	VAN-RV-33	-0.108
p2, p3 x	AN-35A-5-1	0.084
p2, p3 x	AN-35A-6-1	-0.084
p3, p4 x	VAN-RV-78	1.041
p3, p4 x	AN-34A-20	0.619
p3, p4 x	AN-34A-16-4	-0.161
p3, p4 x	AN-35A-3	-1.500

\* Aptitud Combinatoria General Estimada.



**Cuadro A7.** Concentración de medias de las características agronómicas evaluadas en forma combinada.

GENEALOGIA	DFM (Días)	UCM	DFD (Días)	UCF	AP (cm)	AM (cm)	Mazx100 Plantas	RTO * Ton ha <sup>-1</sup>
P4 x VAN RV – 139	75	839	77	858	226	121	119	10.350
P2 x N - 187-2-2-2-2-⊗-3-9-3	67	744	69	763	192	113	110	9.999
P4 x AN - 34A - 16 - 2	74	831	76	850	223	134	149	9.950
P4 x AN - 34A - 12 – 2	75	838	77	851	236	135	120	9.856
P4 x VAN RV – 12	77	859	79	878	221	122	105	9.617
P3 x AN - 35A - 6 – 1	68	750	70	777	200	111	109	9.176
P4 x VAN RV – 33	76	847	78	867	214	111	113	9.148
P4 x AN - 34A - 11 – 2	74	819	76	840	234	140	100	8.985
P2 x N - 187-2-2-2-2-⊗-3-9-1	69	763	70	781	203	109	101	8.959
P2 x VAN RV – 12	68	747	70	774	212	126	92	8.937
P4 x VAN RV – 78	77	853	79	871	216	129	109	8.905
P1 x AN - 34A - 5 – 1	69	777	71	797	163	84	126	8.863
P3 x N - 187-2-2-2-2-⊗-3-9-2	72	807	74	828	200	109	107	8.852
P1 x AN - 34A - 5 – 2	69	767	71	789	184	89	105	8.732
P3 x VAN RV – 139	71	784	73	811	206	99	101	8.717
P1 x N - 187-2-2-2-2-⊗-3-9-3	70	788	72	810	192	104	113	8.687
P4 x AN - 34A - 16 – 4	73	813	75	835	184	110	118	8.671
P1 x AN - 34A - 19 – 1	68	759	70	781	192	96	105	8.514
P3 x AN - 36A - ⊗ - 3	70	777	72	802	199	104	109	8.434
P1 x VAN RV - 139	68	754	70	780	202	106	97	8.261
P3 x N - 187-2-2-2-2-⊗-3-9-3	72	800	73	819	199	117	114	8.209
P1 x V - 105 – 33	70	778	72	801	199	125	96	8.164
P3 x VAN RV – 141	72	804	74	825	214	123	103	8.121
P4 x AN - 34A - 20 – 1	77	853	79	871	227	140	116	8.084
P4 x VAN RV – 111	73	812	74	831	203	115	100	8.082
P1 x AN - 34A - 12 – 2	69	772	71	794	170	83	111	8.069
P3 x V - 105 – 33	71	797	73	814	213	125	96	8.048
P1 x N - 187-2-2-2-2-⊗-3-9-1	70	780	71	796	193	108	116	7.981
P2 x VAN RV – 141	67	744	69	775	199	108	99	7.972
P1 x AN - 34A – 3	71	794	73	816	186	100	117	7.965
P1 x VAN RV – 12	68	755	70	781	177	91	95	7.832
P2 x VAN RV – 33	68	752	70	783	221	122	96	7.829
P3 x AN - 35A - 6 – 2	69	772	71	798	198	112	103	7.747
P4 x AN - 34A - 19 – 1	79	871	81	888	245	154	109	7.724
P2 x AN - 35A - 5 – 1	66	726	68	746	223	106	96	7.716
P1 x VAN RV – 33	67	747	69	765	199	109	99	7.704
P3 x AN - 34A - 12 – 2	73	811	75	832	216	121	98	7.628
P3 x AN - 35A – 3	70	781	73	810	206	120	96	7.597
P3 x AN - 34A - 16 – 4	71	798	73	820	186	112	112	7.570
P1 x VAN RV – 111	66	730	68	759	185	93	96	7.529

**Cuadro A7** Continuación.....

GENEALOGIA	DFM (Días)	UCM	DFD (Días)	UCF	AP (cm)	AM (cm)	Mazx100 Plantas	RTO * Ton ha <sup>-1</sup>
P3 x VAN RV – 111	69	772	71	795	219	126	104	7.481
P3 x AN - 35A - 5 – 1	71	794	74	822	206	112	93	7.465
P3 x VAN RV – 78	73	818	75	837	194	103	105	7.456
P3 x AN - 34A - 11 – 1	74	826	76	846	206	106	103	7.449
P2 x VAN RV – 5	65	721	67	744	196	110	88	7.391
P1 x AN - 34A - 11 – 1	71	789	72	810	206	124	103	7.358
P3 x AN - 35A – 2	72	805	73	812	188	78	101	7.334
P2 x V - 105 – 33	68	758	70	778	195	114	98	7.323
AN – 447(T)	84	896	86	934	234	134	98	7.260
P2 x VAN RV – 111	65	712	67	741	204	107	95	7.088
P3 x N - 187-2-2-2-2-⊗-3-9-1	73	814	75	832	197	120	120	7.004
P2 x AN - 35A - 6 – 1	65	721	67	741	181	95	96	6.852
P2 x AN - 35A - 6 – 2	66	730	68	755	194	89	96	6.674
P1 x N - 187-2-2-2-2-⊗-3-9-2	69	765	71	791	158	89	96	6.534
P1 x VAN RV – 5	68	749	70	773	199	124	94	6.354
AN – 388 (T)	84	897	86	938	173	90	90	4.460
<b>Media</b>	71	789	73	811	202	111	104	8.038
<b>D. M. S.</b>								1.980

\* mazorcas al 15 % de humedad.

**P1**= N – 187 S<sub>7</sub> x N – 120 S<sub>7</sub>

**P2**= N – 154 S<sub>6</sub> x N – 120 S<sub>7</sub>

**P3**= AN – 2 x AN – 20

**P4**= ANTSO – 73 x AN – 7 – R<sub>1</sub>

**Cuadro A8.** Concentración de medias de líneas por probador en forma combinada.

GENEALOGÍA	AP (cm)	AM (cm)	DFM (Días)	DFE (Días)	UCM	UCF	Mx100 Plantas	RTO * Ton ha <sup>-1</sup>
<b>PROBADOR 1</b>								
<b>GRUPO 1</b>								
VAN-RV-139	202	106	68	70	754	780	97	8.261
VAN-RV-12	177	91	68	70	755	781	95	7.832
VAN-RV-33	199	109	67	69	747	765	99	7.704
VAN-RV-111	185	93	66	68	730	759	96	7.529
VAN-RV-141	207	103	69	71	768	793	105	7.524
VAN-RV-5	199	124	68	70	749	773	94	6.354
<b>Media</b>	<b>195</b>	<b>104</b>	<b>68</b>	<b>70</b>	<b>751</b>	<b>775</b>	<b>98</b>	<b>7.534</b>
<b>GRUPO 2</b>								
AN - 34A - 5 - 1	163	84	69	71	777	797	126	8.863
AN - 34A - 5 - 2	184	89	69	71	767	789	105	8.732
AN - 34A - 3	186	100	71	73	794	816	117	7.965
AN - 34A - 12 - 2	206	124	71	72	789	810	103	7.358
<b>Media</b>	<b>185</b>	<b>99</b>	<b>70</b>	<b>72</b>	<b>782</b>	<b>803</b>	<b>113</b>	<b>8.230</b>
<b>GRUPO 3</b>								
AN - 36A - ⊗ - 3	192	96	68	70	759	781	105	8.514
AN - 35A - 6 - 2	170	83	69	71	772	794	111	8.069
<b>Media</b>	<b>181</b>	<b>90</b>	<b>69</b>	<b>71</b>	<b>766</b>	<b>788</b>	<b>108</b>	<b>8.292</b>
<b>GRUPO 4</b>								
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-3	192	104	70	72	788	810	113	8.687
V - 105 - 33	199	125	70	72	778	801	96	8.164
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-1	193	108	70	71	780	796	116	7.981
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-2	158	89	69	71	765	791	96	6.534
<b>Media</b>	<b>186</b>	<b>107</b>	<b>70</b>	<b>72</b>	<b>778</b>	<b>800</b>	<b>105</b>	<b>7.842</b>
<b>Media P1</b>	<b>188</b>	<b>102</b>	<b>69</b>	<b>71</b>	<b>767</b>	<b>790</b>	<b>105</b>	<b>7.879</b>
<b>PROBADOR 2</b>								
<b>GRUPO 1</b>								
VAN-RV-12	212	126	68	70	747	774	92	8.937
VAN-RV-141	199	108	67	69	744	775	99	7.972
VAN-RV-33	221	122	68	70	752	783	96	7.829
VAN-RV-5	196	110	65	67	721	744	88	7.391
VAN-RV-111	204	107	65	67	712	741	95	7.088
<b>Media</b>	<b>206</b>	<b>115</b>	<b>67</b>	<b>69</b>	<b>735</b>	<b>763</b>	<b>94</b>	<b>7.843</b>
<b>GRUPO 3</b>								
AN - 35A - 5 - 1	223	106	66	68	726	746	96	7.716
AN - 35A - 6 - 1	181	95	65	67	721	741	96	6.852
AN - 35A - 6 - 2	194	89	66	68	730	755	96	6.674
<b>Media</b>	<b>199</b>	<b>97</b>	<b>66</b>	<b>68</b>	<b>726</b>	<b>747</b>	<b>96</b>	<b>7.081</b>
<b>GRUPO 4</b>								
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-3	192	113	67	69	744	763	110	9.999
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-1	203	109	69	70	763	781	101	8.959
V - 105 - 33	195	114	68	70	758	778	98	7.323
<b>Media</b>	<b>197</b>	<b>112</b>	<b>68</b>	<b>70</b>	<b>755</b>	<b>774</b>	<b>103</b>	<b>8.760</b>
<b>Media P2</b>	<b>202</b>	<b>109</b>	<b>67</b>	<b>69</b>	<b>738</b>	<b>762</b>	<b>97</b>	<b>7.885</b>

Cuadro A8 Continuación.....

GENEALOGÍA	AP (cm)	AM (cm)	DFM (Días)	DFE (Días)	UCM	UCF	Mx100 Plantas	RTO * Ton ha <sup>-1</sup>
<b>PROBADOR 3</b>								
<b>GRUPO 1</b>								
VAN-RV-139	206	99	71	73	784	811	101	8.717
VAN-RV-141	214	123	72	74	804	825	103	8.121
VAN-RV-111	219	126	69	71	772	795	104	7.481
VAN-RV-78	194	103	73	75	818	837	105	7.456
<b>Media</b>	<b>208</b>	<b>113</b>	<b>71</b>	<b>73</b>	<b>795</b>	<b>817</b>	<b>103</b>	<b>7.944</b>
<b>GRUPO 2</b>								
AN - 34A - 12 - 2	216	121	73	75	811	832	98	7.628
AN - 34A - 16 - 4	186	112	71	73	798	820	112	7.570
AN - 34A - 11 - 1	206	106	74	76	826	846	103	7.449
<b>Media</b>	<b>203</b>	<b>113</b>	<b>73</b>	<b>75</b>	<b>812</b>	<b>833</b>	<b>104</b>	<b>7.549</b>
<b>GRUPO 3</b>								
AN - 35A - 6 - 1	200	111	68	70	750	777	109	9.176
AN - 36A - ⊗ - 3	199	104	70	72	777	802	109	8.434
AN - 35A - 6 - 2	198	112	69	71	772	798	103	7.747
AN - 35A - 3	206	120	70	73	781	810	96	7.597
AN - 35A - 5 - 1	206	112	71	74	794	822	93	7.465
AN - 35A - 2	188	78	72	73	805	812	101	7.334
<b>Media</b>	<b>200</b>	<b>106</b>	<b>70</b>	<b>72</b>	<b>780</b>	<b>804</b>	<b>102</b>	<b>7.959</b>
<b>GRUPO 4</b>								
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-2	200	109	72	74	807	828	107	8.852
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-3	199	117	72	73	800	819	114	8.209
V - 105 - 33	213	125	71	73	797	814	96	8.048
N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-1	197	120	73	75	814	832	120	7.004
<b>Media</b>	<b>202</b>	<b>118</b>	<b>72</b>	<b>74</b>	<b>805</b>	<b>823</b>	<b>109</b>	<b>8.028</b>
<b>Media P3</b>	<b>203</b>	<b>112</b>	<b>71</b>	<b>73</b>	<b>795</b>	<b>816</b>	<b>104</b>	<b>7.899</b>
<b>PROBADOR 4</b>								
<b>GRUPO 1</b>								
VAN-RV-139	226	121	75	77	839	858	119	10.350
VAN-RV-12	221	122	77	79	859	878	105	9.617
VAN-RV-33	214	111	76	78	847	867	113	9.148
VAN-RV-78	216	129	77	79	853	871	109	8.905
VAN-RV-111	203	115	73	74	812	831	100	8.082
<b>Media</b>	<b>216</b>	<b>120</b>	<b>76</b>	<b>77</b>	<b>842</b>	<b>861</b>	<b>109</b>	<b>9.220</b>
<b>GRUPO 2</b>								
AN - 34A - 16 - 2	223	134	74	76	831	850	149	9.950
AN - 34A - 12 - 2	236	135	75	77	838	851	120	9.856
AN - 34A - 11 - 2	234	140	74	76	819	840	100	8.985
AN - 34A - 16 - 4	184	110	73	75	813	835	118	8.671
AN - 34A - 20 - 1	227	140	77	79	853	871	116	8.084
AN - 34A - 19 - 1	245	154	79	81	871	888	109	7.724
<b>Media</b>	<b>225</b>	<b>136</b>	<b>75</b>	<b>77</b>	<b>838</b>	<b>856</b>	<b>119</b>	<b>8.878</b>
<b>Media P4</b>	<b>221</b>	<b>128</b>	<b>75</b>	<b>77</b>	<b>840</b>	<b>858</b>	<b>114</b>	<b>9.034</b>

\* mazorcas al 15 % de humedad.

**Cuadro A9.** Valores estimados de aptitud combinatoria general de las líneas en forma combinada.

<b>SISTEMA</b>	<b>LÍNEA</b>	<b>ACG *</b>
p1,p2,p3 x	N-187-2-2-2-2-⊗-3-9-1	0.198
p1,p2,p3 x	VAN-RV-141	0.089
p1,p2,p3 x	AN-35A-6-2	-0.287
p2,p3 x	AN-35A-6-1	0.212
p2,p3 x	AN-35A-5-1	-0.212
p3,p4 x	AN-RV-78	0.030
p3,p4 x	AN-34A-16-4	-0.030

\* Aptitud Combinatoria General Estimada.