

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA.**



**EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS GENÉTICOS DE  
COMBINACIONES GERMOPLÁSMICAS, CON  
DIFERENTE FONDO GENÉTICO.**

**Por:**

**JUAN RAMÓN NIETO ORTEGA**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para**

**Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN.**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**JUNIO DE 2008.**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**TESIS**

**EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS GENÉTICOS  
DE COMBINACIONES GERMOPLÁSMICAS, CON DIFERENTE  
FONDO GENÉTICO**

**Por:**

**JUAN RAMÓN NIETO ORTEGA**

**Que somete a la consideración del H. Jurado examinador como  
requisito para obtener el título de**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Aprobado por:

---

MC. Daniel Sámano Garduño  
Asesor principal

---

Dr. Humberto de León Castillo  
Sinodal

---

Dr. Alfredo de la Rosa Loera  
Sinodal

---

Ing. Raúl Gándara Huitrón  
Sinodal

---

Dr. Mario E. Vásquez Badillo  
Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Junio, 2008.

## DEDICATORIA

*Este trabajo lo dedico a una persona que siempre ha estado junto para apoyarme y que con sus atenciones y enseñanzas logro hacer que juntos saliésemos adelante, con amor para mi madre:*

*Sra. Matilde García Rodríguez.*

*A mi familia:*

*Doy gracias a dios por haberme regalado la dicha de tener una bonita familia, quienes me apoyaron en momentos difíciles y que confiaron en mí para que poder salir adelante especial a mis tías y primos.*

*A mi primo:*

*A Paquito por ser un gran amigo y hermano que de cierta forma siempre estuvo conmigo en las buenas y en las malas, brindándome su apoyo y amistad.*

## AGRADECIMIENTOS.

*A mi ALMA MATER por haberme permitido aprovechar sus conocimientos, y lograr que saliera adelante en los retos que me propuse.*

*Al M.C. Daniel Sámano Garduño quien hizo posible que este trabajo saliera adelante y también por el tiempo que se permitió para compartir sus conocimiento y por su gran sencillez hacia nosotros y su amistad tan sincera durante el tiempo que lo conozco.*

*Al Dr. Humberto de León Castillo por haberme brindado la oportunidad de participar en este trabajo de investigación e independientemente de su valiosa amistad y su sencillez durante el tiempo de conocerlo.*

*Al Dr. Alfredo de la Rosa Loera por su incondicional amistad y por los regañíos que sirvieron de guía durante mi estancia en la Universidad, por las ocasiones que me aconsejó para ser mejor y además por haber formado parte de este trabajo.*

*Al Ing. Raúl Gándara por su participación en la revisión de mi trabajo y su cooperación.*

*Al Dr. Gaspar Martínez Zanbrano (†), M.C. Víctor Pargas, Roberto Dorantes y Francisco por brindarme su generosa amistad y por los consejos que me dieron en los momentos más difíciles y brindado su confianza y apoyo.*

*También quiero agradecer a mis grandes amigos Arturo, Noé, Terrazas, Maydo, Ramón (morrito) a pido, Mario, Paco, la Ranita, a Chuy Zavala, Abraham a Juan Raúl (culichi), a David (devis) y a Héctor Bertadillo que de una forma u otra me demostraron su amistad y por compartir tiempos invaluable conmigo y momentos de alegría, por los consejos y cosas que me hicieron ver para poder salir adelante.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b>	i
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	ii
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b>	iii
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	iv
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
Objetivos	2
Hipótesis	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	4
Hibridación	4
Híbridos simples	5
Híbridos triples	6
Líneas	6
Probadores	7
Aptitud combinatoria	10
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	13
Material genético	13
Descripción de los ambientes de evaluación	17
Descripción de la parcela útil	18
Labores culturales	18
Datos agronómicos registrados	19
Análisis de datos	22
Criterios de selección	23
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	24
<b>V. CONCLUSIÓN</b>	48
<b>VI. RESUMEN</b>	49
<b>VII. LITERATURA CITADA</b>	50
<b>VIII. APÉNDICE</b>	56

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Pagina</b>
3.1	Cruzas híbridas simples realizadas en el presente trabajo	16
3.2	Combinaciones híbridas que se formaron con el material genético disponible	17
3.3	Principales características geográficas y ambientales de las localidades donde se establecieron los lotes de evaluación	17
4.1	Cuadrados medios del análisis de varianza general de 253 híbridos evaluados durante el ciclo Primavera-Verano del 2005	25
4.2	Cuadrados medios del análisis de Línea x Probador en híbridos simples, para cuatro variables de importancia agronómica, evaluados en dos localidades (Juventino Rosas y Comonfort, Gto.) en el ciclo Primavera-Verano en el año 2005	30
4.3	Cuadrados medios del análisis de Línea x Probador en híbridos triples, para cuatro variables de importancia agronómica, evaluados en dos localidades (Juventino Rosas y Comonfort, Gto.) en el ciclo Primavera-Verano en el año 2005	33
4.4	Efectos de aptitud combinatoria general (ACG) para todas las variables de las líneas, que intervienen en la formación de los híbridos	36
4.5	Efectos de aptitud combinatoria general (ACG) para todas las variables de probadores, que participan en la formación de los híbridos	41
4.6	Mejores híbridos seleccionados para rendimiento con los respectivos efectos genéticos de sus progenitores	44
A.1	Comparación de medias entre localidades para cuatro variables de importancia agronómica	56
A.2	Efectos de aptitud combinatoria específica para rendimiento y otras variables de importancia agronómica en todos los híbridos simples evaluados en el ciclo P-V 2005	56
A.3	Efectos de aptitud combinatoria específica para rendimiento y otras variables de importancia agronómica en todos los híbridos triples evaluados en el ciclo P-V 2005	59

## I. INTRODUCCIÓN

El uso de híbridos en la agricultura de nuestro país no ha tenido un gran impacto debido a que solo algunas regiones son las que gozan de este tipo de tecnología. Sin embargo, en la actualidad la demanda de producción de híbridos esta teniendo un incremento notable, proyectando como objetivo principal incrementar el rendimiento por unidad de superficie, y que puedan reducir los costos de producción, por la resistencia a factores bióticos y abióticos y por presentar mayor adaptabilidad.

Para poder resolver la problemática antes mencionada, por medio del mejoramiento genético es necesario tomar en cuenta varios aspectos: a) las técnicas de mejoramiento para tener mayor éxito en los programas de hibridación; b) conocimiento del germoplasma que se utilizará en la formación de progenitores; c) el uso de la diversidad genética que permitirá tener mayor éxito en la formación de patrones heteróticos que accedan a explotar la heterosis y el vigor híbrido y; d) decidir que tipo de cruza ya que de ello también dependerá la capacidad de producción.

En el mercado agrícola hay una gran cantidad de híbridos que son liberados por distintas empresas semilleras, que compiten por generar híbridos sobresalientes, dichos materiales están formados básicamente por dos líneas en el caso de híbridos simples, y tres líneas en los híbridos triples que son los que tienen más dominio del mercado, teniendo cada uno de ellos características que los hacen diferentes.

De acuerdo al número de progenitores que participan en la formación de los híbridos presentes en el mercado y estudiar que tipo de cruza es más sobresaliente, en el presente trabajo se evaluaron híbridos simples y triples, formados con progenitores derivados de seis poblaciones germoplásmicas de diferente origen genético, originados en el Instituto Mexicano del Maíz “Dr. Mario Castro Gil” (IMM) con sede en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Con el fin de identificar los mejores híbridos, según el tipo de cruza al que pertenece y valorar la importancia de los efectos genéticos de líneas y probadores. En donde se plantearon los siguientes:

### **Objetivos**

- a) Valorar el potencial agronómico de las combinaciones híbridas, al involucrar diferente número de progenitores con diferente fondo genético para su futura liberación en el mercado.
- b) Estimar el potencial genético de líneas, probadores y cruzas por medio de su aptitud combinatoria general y específica por el modelo genético de línea por probador.
- c) Determinar si existen diferencias al utilizar diferentes combinaciones germoplásmicas y al cambiar el nivel de participación de las poblaciones involucradas.

**De acuerdo a lo antes señalado se planearon las siguientes hipótesis:**

- a) La variación genética y el grado de diversidad que existe entre las combinaciones híbridas evaluadas, estará influenciada por la participación relativa que tendrán los progenitores en la formación de los híbridos, permitirá realizar una selección más eficiente de los materiales que se están evaluando y seleccionar al menos una combinación.
  
- b) El comportamiento genético que presenten las combinaciones híbridas estará dado por la capacidad que tengan los progenitores de combinarse con otros materiales.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### Hibridación

**De león et al. (2005)** mencionan la superioridad que muestra la descendencia con respecto a sus progenitores, conocido también como vigor híbrido, este fenómeno solo puede expresarse por medio de cruzamientos dirigidos, que deben ser planeados a partir de la elección de germoplasma adecuado para la producción de híbridos superiores y, para maximizar la respuesta de la heterosis, sobresale la participación de las líneas puras que son el punto de partida para el estudio de la heterosis.

Según **Brauer (1980)** el método clásico que se utiliza para la formación de híbridos, es desarrollando líneas puras, que se logran creando altos niveles de endogamia por medio de autofecundaciones, y de selección continua durante varias generaciones, hasta lograr obtener líneas con alto nivel de homocigosis que muestren características deseables.

Sin embargo, en la formación de híbridos, es importante identificar los progenitores más sobresalientes, ya que a partir de ellos se logra tener éxito en el desarrollo de híbridos superiores, para ello es necesario estudiar el comportamiento de los progenitores, pero no solo debemos de enfocar a la aptitud combinatoria de las líneas, si no también al comportamiento de las líneas como tal, especialmente en su capacidad para producir buena cantidad de semilla (**Vasal et al., 1997a**).

Por otro lado, el cruzamiento entre líneas endogámicas producen híbridos con características superiores a los de las líneas progenitoras y a las poblaciones iniciales de donde se obtuvieron tales líneas, pero para poder obtener esta respuesta es necesario el agrupamiento de las líneas de maíz en grupos heteróticos que originen un patrón heterótico específico para una región, el cual permitirá realizar la programación de cruzas entre los grupos heteróticos que dará como resultado una mayor seguridad en la formación de híbridos sobresalientes **(Puertas 1992, De León et al.,1999)**.

Dentro del proceso de hibridación en maíz, se requiere de evaluar las líneas autofecundadas para seleccionar las que presenten las mejores características deseables, y para cómo conocer el tipo de acción génica de caracteres cuantitativos y poder determinar los mejores progenitores y las combinaciones superiores, es a través de métodos de cruzamiento apoyados con los diseños dialélicos, donde se forman todas las cruzas posibles para estudiar el efecto de heterosis entre los progenitores, y poder utilizar los métodos de mejoramiento más eficientes **(García et al., 2002; Gutiérrez et al., 2002 y De la Cruz et al.,2003)**.

### **Híbridos simples.**

**Ramírez (2006)** menciona que un híbrido simple es el que se obtiene cruzando dos líneas puras. Y que la utilización de híbridos simples en maíz se debe a Schull (1990). El híbrido simple se cultiva principalmente en sitios donde el consumo de maíz tiene mucha demanda. Y para obtenerlos se hace uso de líneas suficientemente productivas como tales, con lo que el costo de la semilla no es tan elevado.

**Bejarano (2007)** menciona que la máxima expresión de la heterosis (vigor híbrido) se manifiesta en el híbrido simple, también se obtiene mayor uniformidad del híbrido resultante.

### **Híbridos triples**

Un híbrido triple es el resultado del cruzamiento de un híbrido simple como parental femenino, y una línea como macho. Tiene la ventaja de menor costo de la semilla. Sus características son intermedias entre híbridos simples y dobles, debido a que tiene mayor plasticidad que un híbrido simple y menor variabilidad que un híbrido doble (**Ramírez, 2006**).

Por su parte, **Sierra et al. (2005)** y **Rodríguez et al. (1996)** mencionan que la adaptabilidad de los genotipos permite conocer el potencial genético para explotar el ambiente, dicho potencial genético se aprovecha más con el uso de híbridos triples (HT) que tienen buena adaptabilidad y presentan un buen rendimiento, los híbridos triples representan una alternativa de aprovechamiento de la heterosis al cruzar líneas de relativa divergencia genética con cruces simples de alto rendimiento, además de obtener ventajas adicionales en la producción de semillas.

### **Líneas**

En la formación de híbridos, es primordial contar con líneas que presenten una buena aptitud combinatoria, que tengan buen rendimiento *per se* y que la producción de semilla no represente un problema. (**Sierra et al., 1992; Reyes, 1985; Espinoza et al., 1998; Vasal et al., 1994; Vasal y Córdova, 1996**).

**Espinoza (1997)** menciona que la identificación de líneas vigorosas con características agronómicas deseables, que favorezcan el empleo en la formación de híbridos con buen rendimiento y la multiplicación de semilla comercial, son puntos a favor para tener éxito en los programas de producción.

Sin embargo para poder formar híbridos es necesario tener definidos los patrones heteróticos para tener más éxito, dicho patrón está conformado por dos grupos heteróticos, que a su vez los componen líneas que han sido calificadas por su potencial genético y utilidad, para el desarrollo de nuevos híbridos o sintéticos. **Menkir et al. (2003)**.

### **Probadores**

**Montenegro et al. (2002)** hace referencia que cuando se desea evaluar el germoplasma con el que se cuenta dentro de los programas de mejoramiento; es de vital importancia tener información sobre qué se tiene; por lo tanto, es recomendable hacer uso de probadores; que debido a su constitución genética facilitan la discriminación y selección eficiente del material con el que se quiere trabajar.

Por su parte **Dhillon y Malhi (1996)** mencionan que de acuerdo al nivel de endogamia que presenten los probadores estos pueden ser de base genética reducida o de amplia base genética, ellos hacen énfasis a que es mejor utilizar probadores de base genética reducida como las líneas autofecundadas y que deben utilizarse para el mejoramiento dentro de poblaciones (intrapoblacional).

**Mc Lean et al. (1997)** y **Vasal et al. (1999)** sugieren que el objetivo de un probador es hacer una buena discriminación y una selección más eficiente de líneas que tengan potencial genético y muestren ser prometedoras, dicho probador no debe seleccionar líneas influenciadas por el ambiente, ya que se está buscando efectos genéticos y no ambientales, los probadores pueden estar formados por poblaciones, sintéticos, híbridos y líneas endocriadas, pero en los últimos años el uso de líneas como probadores ha incrementado notablemente por su capacidad de discriminación.

**Vasal et al. (1997b)** indican que el uso y la identificación de probadores dentro de los programas de mejoramiento de poblaciones y programas de hibridación resultan de gran utilidad ya que permiten identificar líneas prometedoras en etapas tempranas de desarrollo de las mismas.

Al utilizar probadores de diferente grupo genético al que pertenecen las líneas en cruces de prueba, se obtiene mayor información del comportamiento de las líneas involucradas y se pueden agrupar en base a sus características y formar grupos heteróticos, de acuerdo a su respuesta en combinación con los probadores (**Soengas et al., 2003**).

**Mendoza et al. (2000)** sugieren que el uso de probadores estará en función al tipo de aptitud combinatoria (general o específica) que se pretende buscar al combinar los materiales y los objetivos que se plantean, de la importancia de sus efectos genéticos, para conocer su descendencia.

En cambio **Latournerie (1990)** menciona que debe de utilizarse más de un probador, ya que esto permitirá hacer una comparación entre los materiales, debido a la habilidad de cada probador al momento de identificar las líneas es relativamente diferente, esta diferencia permitirá obtener mayor información de la línea y así tener mayor éxito en la selección de las líneas más sobresalientes.

Por su parte **Sierra (2002)** menciona que la evaluación de las líneas en etapas tempranas de endogamia dentro de los programas de mejoramiento resulta de gran importancia, ya que se identifican las líneas más prometedoras que serán las que ensambren los nuevos híbridos, es por eso que cuando se están evaluando en forma *per se* recomienda el uso de probadores para ver el comportamiento de estas en la formación futura de híbridos de maíz.

**Montenegro et al. (2002)** realizaron un estudio para medir el grado de diversidad genética así como el potencial de un grupo de 57 líneas endogámicas. Para tal fin utilizaron probadores de amplia y reducida base genética. Concluyeron que la población POB21 y la línea CML-254 pueden ser utilizadas como probadores por tener mayor capacidad de rendimiento y poder de discriminar de las accesiones en estudio.

**Hallauer y Miranda. (1988)** indican que para poder obtener más información sobre la aptitud combinatoria general (ACG) de los materiales dentro de los programas de mejoramiento, es mejor hacer uso de líneas endogámicas como probadores, ya que muestran más eficiencia para estudiar el mayor número de combinación de un material, que para detectar una combinación en específico (ACE).

Por su parte, **López (1986)** sugiere que sí la selección es para líneas que contengan una alta ACG, es mejor utilizar probadores de amplia base genética que darán a conocer la porción de la varianza aditiva que tienen las líneas; en su contraparte, sí el propósito es estudiar los efectos no aditivos que concierne a la varianza de dominancia, lo más recomendable es usar probadores de estrecha base genética.

En contra parte **Fuentes et al. (1993)** menciona que las cruzas simples deben ser utilizadas como probador en generaciones tempranas de mejoramiento de líneas élite para conocer su aptitud combinatoria.

**Castañón et al. (2002)** Evaluaron 57 accesiones de maíz a través de cruzas de prueba usando dos poblaciones y dos líneas endogámicas como probadores, la evaluación la realizaron en dos ambientes y se establecieron dos experimentos. El experimento I consistió en cruzas obtenidas entre 42 accesiones con dos poblaciones, POB21 y POB32, el experimento II incluyó cruzas parciales de 31 accesiones con las líneas CML-247 y CML-254. Los autores llegaron a la conclusión de que los probadores de amplia y reducida base genética son eficientes para identificar el potencial genético y la habilidad combinatoria de las accesiones utilizadas.

### **Aptitud combinatoria**

Según **Fuentes et al. (1993)** para poder obtener valores altos de heterosis en la formación de híbridos sobresalientes de maíz, se debe de tomar en cuenta la diversidad genética y la aptitud combinatoria de las líneas. A lo cual **Allard (1980) y Brauer (1980)** confirman que por medio de pruebas de ACG y ACE dentro de programas de mejoramiento genético se puede

determinar la capacidad que tienen las líneas para poder producir híbridos superiores cuando se cruzan con otras líneas.

Para ello, **Gutiérrez et al. (2002)** reportan que aptitud combinatoria general (ACG) explica la proporción de varianza genética debido a los efectos aditivos de los genes (lo que se hereda) muestra el promedio de una línea en combinaciones híbridas a través de sus cruzamientos con un conjunto de líneas diferentes, mientras que la aptitud combinatoria específica (ACE) explica la proporción de la varianza genotípica que se debe a la desviación que presenta la progenie de una cruce específica con respecto al promedio de sus progenitores (expresión en la  $F_1$ ).

En cambio **Reyes et al. (2004)** mencionan que los conceptos de aptitud combinatoria general y aptitud combinatoria específica, sirven para expresar el comportamiento promedio de una línea en sus combinaciones híbridas, y también para designar las combinaciones híbridas que resultan mejor o peor de las líneas progenitoras.

Para poder obtener valores reales de la aptitud combinatoria, no se debe de evaluar a un solo individuo de la población sino a varios con la finalidad de poder hacer una buena selección de aquellos individuos que muestren una mayor aptitud combinatoria **Gutiérrez et al. (2002)**.

Sin embargo la aptitud combinatoria general da a conocer que líneas puras son las más prometedoras para la formación de los mejores híbridos, esta se obtiene cruzando las mejores líneas con otras líneas; así mismo se define al

primer cruzamiento entre líneas como el valor  $F_1$ 's de sus cruzas con otras líneas (**Jugenheimer, 1981**).

El mejorador tradicional ha obtenido grandes resultados en sus programas de mejoramiento gracias a la clasificación de sus materiales a través de la aptitud combinatoria ya que dentro de los programas de hibridación el objetivo es formar híbridos y para ello es necesario conocer el germoplasma con el que se cuenta (**Fan et al. 2003**).

**Sámano et al. (2005)** menciona que el agrupar las líneas en grupos heteróticos por medio de la aptitud combinatoria específica (ACE) resulta muy eficiente, ya que permiten identificar los mejores probadores y el patrón heterótico más prometedor.

**Sámano et al. (2003)** Formaron 36 cruzas simples en un dialélico normal precoz para ACG y 45 cruzas para la normal precoz para ACE, evaluadas en la primavera del 2003 en dos localidades con el fin de calcular los efectos de aptitud combinatoria general y específica. Los autores encontraron que los efectos de aptitud combinatoria general son de mayor importancia en ese grupo de líneas, sin importar como fueran seleccionadas. Además, que al cruzar dos o al menos una línea con valores altos en ACG aseguran híbridos con un alto potencial de rendimiento, mientras que los valores de ACE no guardan significativa relación con el rendimiento de los híbridos.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

Este capítulo contiene la descripción del material genético empleado en las combinaciones, los ambientes de evaluación, características del diseño de siembra y de la parcela experimental, labores culturales, datos agronómicos que fueron registrados, análisis estadístico utilizados y formulas empleadas para cálculos específicos.

#### **Material genético**

El material genético utilizado para la formación de las cruzas simples y triples dentro del estudio, involucró seis poblaciones germoplásmicas de donde se derivaron las líneas y probadores, pertenecientes al programa de mejoramiento Genético del Instituto Mexicano del Maíz (IMM) de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN) adaptadas a la región del bajo cuya descripción se presenta a continuación:

**Grupo 1.** Grupo enano. Es una población constituida por plantas braquíticas, que se caracteriza principalmente por soportar altas densidades de población, además de presentar una excelente respuesta positiva a la aplicación de insumos agrícolas. Muestra una gran flexibilidad de adaptación, tiene una respuesta excelente al momento de combinarse de forma híbrida con otras poblaciones. Presenta madurez diversa por lo que se puede encontrar familias precoces a intermedias, con entrenudos cortos por debajo de la mazorca, además de tener tendencia a la prolificidad, hojas breves erectas, y espigas compactas, grano preferentemente dentado. Esta población ha pasado por varios ciclos de selección.

**Grupo 2.** Grupo Ideotipo. Esta población germoplásmicas esta constituida por plantas con excelentes atributos agronómicos, que se originó por medio de la transformación de plantas de la población enano a plantas normales mediante un programa continuo de retrocruzas, donde el donador fue una población de amplia y selecta base genética con adaptación al área de El Bajío. Las características por las cuales se diferencia este grupo es que presenta individuos con una altura intermedia, pocas hojas, cortas y erectas, con espiga compacta, madurez intermedia, alto índice de cosecha y con una excelente adaptación a regiones con altitudes que van de los 1000 a 2000 msnm. Esta población ha estado sometida a programas de mejoramiento genético permanente.

**Grupo 3.** Grupo exótico. Población con germoplasma dinámico que esta constituido básicamente por la recombinación de híbridos comerciales de reciente liberación en el mercado; que tienen adaptación al área de El Bajío, que previamente fueron seleccionados por poseer buenos efectos de aptitud combinatoria. En este grupo se incluyen los híbridos comerciales con excelentes atributos agronómicos y genéticos, dichos materiales pertenecen a las diferentes empresas semilleras que tienen impacto en el mercado del área de interés. Este grupo es de reciente formación, se mantiene altas expectativas de éxito en el uso de este germoplasma al que continuamente se le incorpora nuevo germoplasma élite.

**Grupo 4.** Grupo tropical. Es una población formada por líneas que se han derivado de poblaciones con un origen 100% tropical, que muestran un ciclo biológico variado, altamente seleccionada y que no fueron derivadas de una población común. Por ser un grupo de diferente origen geográfico a la región de El Bajío no ha sido mejorado en el área.

**Grupo 5.** Grupo QPM (maíz de calidad proteica). Es una población compuesta a partir de líneas obtenidas de programas de Maíz del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) la particularidad de esta población es que muestran un alto contenido de aminoácidos, principalmente lisina y triptófano, su grano es de consistencia cristalina con adaptación al área del subtropico.

**Grupo 6.** Grupo precoz. Formado a partir de líneas elite del programa de mejoramiento del bajío, cuyos principales atributos son: el excelente comportamiento *per se* y altos efectos de aptitud combinatoria general, pero con la desventaja de que originaban híbridos muy tardíos, razón por la cual estas líneas se sometieron a un programa de selección genética y se cruzaron con cuatro donadores de precocidad. De estos cruzamientos se derivaron 700 líneas, mismas que se sometieron a un intenso programa de evaluación y selección *per se* y de aptitud combinatoria seleccionando las diez mejores para constituir el grupo.

La formación de las cruzas simples y triples se llevo a cabo en el campo experimental "Dr. Mario Castro Gil" de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado en Tepalcingo, Morelos, durante el Ciclo otoño-invierno del 2004-2005, partiendo del ensamble de material genético conformado por un conjunto de líneas, cruzas simples y probadores.

## Cruzas simples

En este apartado se incluye la descripción de los híbridos simples los cuales estuvieron formados por 115 líneas y 66 probadores (líneas) que dieron origen a 194 cruzas simples, la formación de las cruzas se realizó de acuerdo a la coincidencia en floración de los progenitores, aclarando que dentro de las líneas, hay algunas que también se comportaron como probadores. El total de híbridos resultantes se ordenaron de acuerdo al origen de los progenitores involucrados. En el Cuadro 3.1 se presenta el total de combinaciones híbridas correspondiente a este tipo de crusa, así como la identificación del origen genético de cada material.

**Cuadro 3.1** Combinaciones híbridas realizadas en el presente trabajo.

<b>Origen Genético</b>	<b>CMB</b>	<b>ITC</b>	<b>CG</b>
Exótico x Exótico	85	1	EE
Exótico x enano	4	2	Ee
Enano x QPM	34	3	eQ
Enano x Tropical	6	4	eT
Enano x Enano	1	5	ee
Precoz x enano	60	6	Pe
Tropical x Tropical	4	7	TT

QPM = Quality Protein Maize, CMB= número de cruzas realizadas, ITC= identificación de cada tipo de crusa para uso práctico, CG= combinaciones germoplásmicas, E= exótico, e= enano, Q= QPM, T= tropical, P= precoz.

## Cruzas triples

La descripción de las combinaciones realizadas se presenta en el Cuadro 3.2, para la formación de estas cruzas se involucro a 26 líneas y 9 probadores, que fueron cruzados, lo cual dio origen a 48 híbridos identificados según su población base.

Para poder identificar materiales superiores a los que están en el mercado y que además sean sobresalientes, dentro de las combinaciones que se están utilizando, se procedió a utilizar 11 testigos [(PE-114-2xPE-112-3) x (232-10-11-1 RC4N13-1-2xE-90), (PE-114-2xPE-112-3) x (CML-8x232-10-11-1 RC4N-13-1-2), (PE-114-2xPE-112-3) x (MLS4-1 RC4N-7-1-1x232-10-11-1N-13-1-A-1-2-A), (PE-114-2xPE-112-3) x (MLS4-1 RC4N-7-1-1xE-195), A 7573, AN-447, AN-450, AN-451, AN-452, AN-453 y B1x450], donde se involucran 4 cruza dobles experimentales una cruza simple y 6 híbridos comerciales, para poder realizar las comparaciones.

**Cuadro 3.2** Combinaciones híbridas que se formaron con el material genético disponible.

Origen Genético	CMB	ITC	CG	Origen Genético	CMB	ITC	CG
(Enano x Enano) x Tropical	12	1	eeT	(Exótico x Exótico) x Enano	3	8	EEe
(Tropical x Enano) x Enano	2	2	Tee	(Exótico x Exótico) x QPM	1	9	EEQ
(Tropical x Enano) x Ideotipo	5	3	Tel	(Enano x Enano) x Enano	3	10	eee
(Tropical x Enano) x Tropical	2	4	TeT	(Enano x Enano) x Ideotipo	5	11	eel
(Tropical x Enano) x Exótico	3	5	TeE	(Enano x Enano) x Exótico	3	12	eeE
(Exótico x Exótico) x Ideotipo	2	6	EEI	(Enano x Exótico) x Tropical	4	13	eET
(Exótico x Exótico) x Tropical	2	7	EET	(Enano x Exótico) x Ideotipo	1	14	eEI

QPM = Quality Protein Maize, CMB= número de cruza realizadas, ITC= identificación de cada tipo de cruza para uso practico, E= exótico, e= enano, Q= QPM, T= tropical, P= precoz, CG= combinaciones germoplásmicas.

### Descripción de los ambientes de evaluación

En el Cuadro 3.3 se describen escriben las principales características de cada uno de los ambientes que se utilizó en este estudio para valuación de los materiales, que se llevaron acabo en el ciclo primavera-verano del 2005 en el estado de Guanajuato.

**Cuadro 3.3** Principales características geográficas y ambientales de las localidades donde se establecieron los lotes de evaluación.

Localidad	Altitud (msnm)	Latitud Norte	Longitud Oeste	Precipitación media anual (mm)	Temperatura media (°C)
Comonfort	1790	29°43´	100°45´	777	19.3
Juventino Rosas	1697	20°38´	101°00´	727	18.5

## **Descripción de la parcela experimental**

La siembra de los tratamientos se llevo bajo un diseño de bloques incompletos con dos repeticiones bajo un arreglo alfa-lattice. La parcela experimental fue de un surco de 0.75 m de ancho por 4 m de largo, depositando dos semillas por golpe a una distancia de 0.19 m entre planta permitiendo obtener un total de 21 plantas por parcela experimental. La siembra se realizó el día 25 de abril del 2005 en las dos localidades.

## **Labores culturales**

Fertilización: La formula que se aplicó en los dos ambientes fue 180-90-00 unidades  $\text{ha}^{-1}$  de nitrógeno y fosforo respectivamente, la forma en que se aplicaron las unidades fue todo el fosforo y la mitad de nitrógeno al momento de realizar la siembra como, el resto del nitrógeno se aplicó cuando se dio el primer cultivo.

Riegos: Fueron variables y estuvieron sujetos a la humedad disponible en cada ambiente de evaluación, el único riego planeado fue a la siembra.

Control de malezas: En ambas localidades de evaluación se utilizó un herbicida pre-emergente con nombre comercial Primagram Gold® (cuyo ingrediente activo es S-Metolaclor + atrazina) a razón de 4 L  $\text{ha}^{-1}$  aplicado después del riego de siembra.

Cosecha: Se cosechó por parcela útil, en forma manual para posteriormente registrar el peso de campo y contenido de humedad.

## **Datos agronómicos registrados**

Floración masculina y femenina (FM y FF): Número de días transcurridos desde la siembra hasta la fecha cuando el cincuenta por ciento de las plantas presentaron anteras dehiscentes (floración masculina) y estigmas receptivos (floración femenina).

Altura de planta (AP): Es la distancia en metros desde la base de la planta hasta la hoja bandera.

Altura de mazorca (AM): Es la distancia en metros desde la base de la planta hasta el nudo de inserción de la mazorca principal.

Acame de raíz (AR): Es el porcentaje de plantas acamadas por parcela, considerando aquellas que presentan una inclinación mayor de 30° con respecto a la vertical.

Acame de tallo (AT): Es el número de plantas expresado en porcentaje, que presentaron el tallo quebrado por debajo de la mazorca principal.

Mala cobertura (MC): Es el porcentaje de plantas cuya mazorca no se encontró cubierta totalmente por el totomoxtle (brácteas) en relación con el total de las mazorcas cosechadas en cada parcela.

Plantas con *Fusarium spp.* (PF): Por ciento de plantas que se observaron total o parcialmente dañadas por este hongo en cada parcela, con respecto al total de las plantas establecidas.

Calificación de planta (CP): Es el valor que se le asigna en base a una escala (1 a 5) que se le da al fenotipo de las plantas en la parcela útil donde se califica tipo de planta, sanidad, disposición de las hojas, 1 es muy buena y 5 muy mala.

Calificación de mazorca (CM): Es una calificación visual de las mazorcas cosechadas por parcela útil que considera el llenado de grano, sanidad, tamaño y uniformidad. La escala es de 1 a 5 (1 muy buena, 5 muy mala).

Relación mazorca planta (RMP): Es el valor en por ciento de punto de inserción de la altura de mazorca con respecto a la altura de planta, obtenido mediante la formula:  $(AM \times 100)/AP$ .

Rendimiento (REND). Es la producción estimada por parcela experimental reportada en  $t \text{ ha}^{-1}$  de mazorcas al 15.5% de humedad. Éste se obtuvo al multiplicar el peso seco (PS) por el factor de conversión (FC).

$$PS = [(100 - \%H)PC]$$

Donde:

%H = porcentaje de humedad del grano a la cosecha por parcela.

PC = peso de campo en Kg.

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

APU= área de parcela útil. Es el producto de la distancia entre surcos por la distancia entre matas por el número exacto de plantas por parcela.

0.845= constante para transformar el rendimiento de peso seco al 15.5% de humedad.

1000= constante para obtener el rendimiento en t ha<sup>-1</sup>.

10,000= valor correspondiente a la superficie de una hectárea en m<sup>2</sup>.

Rendimiento ajustado por covarianza. Cuando el número de plantas cosechadas fue variable entre parcelas dentro de los experimentos se realizó un análisis de covarianza para estimar el efecto de esta covariable en la expresión del rendimiento. Una vez comprobado que la covariable mostró efecto significativo mediante la prueba de F, el rendimiento fue ajustado mediante la siguiente fórmula.

$$Y_{ij} = Y_{ij} - b_i (X - \bar{X})$$

Donde:

$Y_{ij}$  = rendimiento corregido por covarianza;  $Y_{ij}$  = rendimiento observado;  $b_i$  = coeficiente de regresión estimado;  $X$  = número de plantas cosechadas en la parcela;  $\bar{X}$  = promedio de plantas cosechadas en el experimento.

De las variables descritas anteriormente, solo se utilizará REND,RMP, FM Y AP para el análisis de varianza y el resto de ellas se utilizarán para realizar la selección de las combinaciones germoplásmicas en cada tipo de cruce para detectar híbridos sobresalientes, líneas y probadores.

## Análisis general combinado

Con la finalidad de conocer el comportamiento de los grupos a través de localidades y determinar las diferencias estadísticas entre las combinaciones germoplásmicas, se llevo a cabo un análisis de varianza general a través de localidades con un diseño de bloques al azar. Este análisis sirvió para determinar las diferencias entre las combinaciones germoplásmicas dentro de las localidades. El modelo estadístico empleado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + L_i + R_{j(i)} + C_k + CL_{ik} + \xi_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = variable de respuesta;  $\mu$  = efecto de la media general;  $L_i$  = efecto de la  $i$ -ésima localidad;  $R_{j(i)}$  = efecto de la  $j$ -ésima repetición dentro de la  $i$ -ésima localidad;  $C_k$  = efecto de la  $k$ -ésima combinación;  $CL_{ik}$  = efecto de la  $k$ -ésima combinación en la  $i$ -ésima localidad;  $\xi_{ijk}$  = efecto del error

## Análisis de línea por probador

Los híbridos triples y simples, fueron analizados por separado bajo un diseño de bloques completamente al azar a través de ambientes siguiendo la estrategia de línea por probador descritas por Singh y Chaudhary (1985), donde fue posible particionar los tratamientos en línea, probador y línea por probador. Los datos se analizaron bajo la rutina para SAS de Bartolomé y Gregorio (2000), con la finalidad de estimar la aptitud combinatoria de las líneas, de los probadores y la cruce entre ello, bajo el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + a_i + \beta_{j(i)} + L_k + P_l + LP_{kl} + aL_{ik} + aP_{il} + aLP_{ikl} + e_{ijkl}$$

Donde:

$Y_{ijkl}$  = variable de respuesta;  $\mu$  = efecto de la media general;  $a_i$  = efecto de la  $i$ -ésima localidad;  $\beta_{j(i)}$  = efecto de  $j$ -ésimo bloque dentro de la  $i$ -ésima localidad;  $L_k$  = efecto de la  $k$ -ésima línea;  $P_l$  = efecto del  $l$ -ésimo probador;  $LP_{kl}$  = efecto de la  $k$ -ésima línea en el  $l$ -ésimo probador;  $aL_{ik}$  = efecto de la  $k$ -ésima línea en la  $i$ -ésima localidad;  $aP_{il}$  = efecto del  $l$ -ésimo probador en la  $i$ -ésima localidad;  $aLP_{ikl}$  = efecto de la  $k$ -ésima línea en el  $l$ -ésimo probador en la  $i$ -ésima localidad;  $e_{ijkl}$  = efecto del error

## **Criterios de selección**

### **Selección de líneas y probadores**

En base a las diferencias estadísticas que se detectaron en el análisis de varianza general y en el análisis genético de línea por probador, la selección de líneas y probadores, se hará de acuerdo a los efectos favorables de aptitud combinatoria general (ACG) de ambos progenitores, tomado en cuenta los efectos de cada variable de importancia agronómica involucrada en el estudio, seleccionando los mejores.

### **Selección de híbridos**

Con la finalidad de encontrar materiales que tengan un alto potencial de rendimiento e impacto fenotípico, la última selección se realizará únicamente en los híbridos preseleccionados de ambos tipos de cruzas, pero en este caso se comparan con la media general de los testigos para carácter de rendimiento y otras características de importancia agronómica. Además de considerar los efectos genéticos de aditividad de los progenitores (ACG) y de dominancia perteneciente a la cruce (ACE) que aporta cada material para rendimiento dando preferencia a los que mostraron mejores efectos genéticos y que fueron superiores a la media de testigos.

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

En el presente trabajo se utilizó 253 de híbridos, las líneas progenitoras de estos vienen de de seis poblaciones con las cuales se programaron combinaciones híbridas; para explicar si existen diferencias, se sometieron a un análisis de varianza combinado a través de localidades, donde participaron 194 híbridos simples y 48 híbridos triples, para conocer si estos materiales tienen potencial agronómico se compararon contra 11 testigos con potencial de rendimiento. Para estimar los efectos de aptitud combinatoria de los progenitores dentro de cada tipo de crusa se efectuó un análisis de Línea x Probador.

##### **Análisis de Varianza General**

En el Cuadro 4.1 se observa que la fuente de variación localidades (Loc) presentó diferencias altamente significativas ( $P=0.01$ ) para todas las variables consideradas, lo cual indica que en los ambientes involucrados en el presente estudio no presentaron las mismas condiciones ambientales. Para comparar esta diferencia entre las localidades, en el Cuadro A.1 del apéndice se muestran las medias de cada localidad para las variables que se utilizan en este estudio, donde se puede observar las diferencias que existen entre localidades.

**Cuadro 4.1** Cuadrados medios del análisis de varianza general de 253 híbridos evaluados durante el ciclo Primavera-Verano del 2005.

Fuentes de variación.	g.l.	REND (t ha <sup>-1</sup> )	FM (Días)	RMP (%)	AP (Cm)
Localidades(Loc)	1	21448.22 **	2847.66 **	1285.26 **	287013.56 **
Bloques/Loc	2	0.71	26.01 **	37.61 **	654.27 **
Cruzas (C)	252	24.63 **	35.19 **	58.01 **	718.23 **
C. simples(CS)	193	19.23 **	38.57 **	53.74 **	552.01 **
C. triples(CT)	47	25.15 **	17.59 **	58.88 **	1055.08 **
Testigos (Tes)	10	16.86 **	32.25 **	135.10 **	1423.24 **
CS,CT vs Tes	1	586.83 **	193.56 **	18.03	6124.66 **
CS vs CT	1	264.46 **	153.04 **	130.64 *	1488.36 *
C x Loc	252	7.97 **	4.69 **	25.42 **	246.33 **
CS x Loc	193	7.02 **	4.46 **	22.41	244.38 **
CT x Loc	46	10.19 **	4.53 **	35.69	202.54
Tes x Loc	10	14.26 **	7.07 **	29.72	110.64
Error	604	4.50	2.43	23.69	164.05
C.V.		17.64	2.04	9.47	5.83
Media Gral.		12.03	76.23	51.38	219.71
$\bar{X}$ CS		11.42	76.29	51.55	218.02
$\bar{X}$ CT		12.72	75.29	50.62	221.06
$\bar{X}$ Tes		14.23	77.07	51.46	226.53

\*, \*\* Diferencias significativas al 0.05 y 0.01 de probabilidad; C.V.= Coeficiente de variación; g.l.= Grados de libertad; REND= Rendimiento; FM= Floración masculina; RAPM= Relación altura mazorca/planta; AP= Altura de planta.

Los objetivos que tiene un diseño de bloques al azar es conservar la variabilidad entre las unidades experimentales dentro de un bloque y generar mayor diferencia entre bloques, diferencia que no se debe de atribuir a los tratamiento, creando así una fuente adicional de variación; lo que hace que los grados de libertad para el error experimental se reduzcan por los grados de libertad de los bloques, lo cual implica que el diseño sea eficiente (Little y Jackson, 1989).

En base a lo mencionado en el párrafo anterior se puede establecer que el diseño experimental utilizado fue eficiente ya que la fuente de variación Bloque/Loc presentó diferencias significativas ( $P=0.01$ ) para las variables FM, RAPM y AP; por lo tanto muestra que las unidades experimentales mostraron diferencias entre los bloques, no siendo así para la variable REND.

La fuente de variación cruza presentó diferencias estadísticas ( $P=0.01$ ) para todas las variables en estudio. Esta situación se atribuye por una parte, a la diversidad genética que presentan las seis poblaciones donde fueron derivadas las líneas que se involucraron en la formación de los híbridos; por otro lado, también pudo influir el nivel de participación de cada progenitor, debido a que se manejan dos tipos de cruza y la cantidad de líneas que intervienen en cada cruce es relativamente diferente, así como las combinaciones entre las poblaciones.

Para la interacción híbridos por localidad, se detectaron diferencias significativas ( $P=0.01$ ) para todas las características agronómicas presentes en el análisis, es decir que los híbridos entre las localidades presentaron un comportamiento diferente; que se puede ver influenciado por efectos ambientales, esto muestra que los híbridos tuvieron un ordenamiento relativo diferente de importancia en cada ambiente. Se buscará seleccionar a las cruza que hayan tenido mejor comportamiento en ambas localidades.

A partir de las diferencias altamente significativas que presentó la fuente de variación cruza para todas las variables agronómicas en estudio, se procedió a descomponer dicha fuente en los diferentes tipos de cruzamientos que la componen: cruza simples (C.S), cruza triples (C.T) y testigos (Tes). Para probar las diferencias que se presentan en los tipos de híbridos se

sujetaron a pruebas por medio de contrastes ortogonales para comparar las medias entre los grupos de cruzas utilizados, el primer contraste se comparó a los híbridos simples, híbridos triples contra los testigos y en el segundo contraste se contrastó a las cruzas simples con las cruzas triples.

De acuerdo a la partición de las cruzas, encontramos que en los híbridos simples hubo diferencias ( $P=0.01$ ) para todas las variables, lo cual conlleva a decir que dentro de estos existe variabilidad, misma que se da por varios efectos, a) por el fondo genético de las líneas que se están integrando; b) por complementariedad de genes al cruzar las líneas.

Referente al comportamiento de las Cruzas triples podemos observar en el Cuadro 4.1, que presentaron resultados similares a las cruzas simples, exhibieron niveles de significancia ( $P=0.01$ ) en todas las variables, las diferencias se atribuye a que aumenta la cantidad de progenitores involucrados, debido a que se utiliza una línea más, sumando un total de tres líneas ( $A \times B$ ) $\times$ C generando así mayor rango de variabilidad dentro de ellos, pero sin embargo este tipo de crusa mostró más adaptabilidad que las cruzas simples, esto se comprueba con las diferencias de la suma de cuadrados de ambas cruzas.

En base a los cuadrados medios de las variables agronómicas de importancia que se consideraron en el Cuadro 4.1 muestra que hubo una diferencia altamente significativa ( $P=0.01$ ) para la fuente de variación testigos (Tes), hecho que se atribuye a el manejo de híbridos comerciales diferentes con potencial de rendimiento y cruzas dobles y simples experimentales pertenecientes a programas de mejoramiento del IMM (Instituto Mexicano del Maíz); también este efecto de diferencia se puede atribuir a que los híbridos no presentan el mismo fondo genético; es decir que cada uno de ellos tienen genes favorables con capacidades diferentes para amortiguar el ambiente.

Para saber si los dos tipos de cruzas y los testigos presentan un comportamiento similar se procedió a realizar contrastes entre ellos, el primer contraste se realizó la comparación de CS, CT vs Tes donde resulto que para las variables REND, FM y AP fueron estadísticamente diferentes ( $P=0.01$ ), no siendo así para la variable RMP. Y para ver las diferencias entre CS y CT se realizó un segundo contraste, donde resulto que si hay diferencias estadísticas para todas las variables, lo cual indica que ambos tipos de cruzas son diferentes en base a la comparación de las medias.

Para estudiar a fondo el efecto de interacción genotipo-ambiente, se procedió a descomponer a cada tipo de crusa por localidad para medir las diferencias de las variables que se incluyen en el análisis, para donde solo se encontraron diferencias significativas al 99% de probabilidad donde influyó el ambiente en el comportamiento de los híbridos; para las variables REND, FM y AP, es decir, que los ambientes de evaluación influyeron para que los híbridos presentaran un efecto de interacción con el ambiente haciendo que estos tuviesen un comportamiento diferente en cada localidad.

En la fuente de variación CT x Loc solo se encontraron diferencias ( $P=0.01$ ) para las variables REND y FM, la diferencia se debe a que estas variables responden más a efectos ambientales, la diferencias que presentaron son debidas a la interacción que tuvieron las cruzas triples con los ambientes donde se evaluaron, los valores de la suma de cuadrados muestra que este tipo de crusa tenga un mejor comportamiento dentro de cada localidad.

Con respecto a los coeficientes de variación que presentaron las variables estos fluctuaron entre 2.04 a 17.64%, por tal motivo los datos que se están manejando en el estudio, reflejan una confiabilidad aceptable del experimento.

### **Cruzas simples**

En base a las diferencias estadísticas que mostraron los híbridos (Cuadro 4.1) y siguiendo el orden del tipo de cruzas se procedió a realizar un análisis genético Línea x Probador para conocer la aportación de cada fuente de variación en las variables de respuesta cuyos resultados se presentan en el Cuadro 4.2.

En dicho cuadro, se puede notar que el efecto de las localidades tuvo impacto en todas las variables de importancia agronómica REND, FM, RMP Y AP lo cual indica que las fuente de variación mostraron diferencias o simplemente que los ambientes fueron diferentes en cada localidad.

Un resultado muy importante es el que muestra el efecto de los bloques dentro de las localidades ya que a diferencia de las localidades estos mostraron diferencias estadística altamente significativas ( $P=0.01$ ) para la variable FM, y al contario las variables REND, RMP y AP no tuvieron diferencia alguna, en base a esto podemos decir que los materiales presentaron un comportamiento estable dentro de los ambientes donde fueron evaluados, esto no se atribuye a efectos genéticos si no a efectos del ambiente, lo cual dice que no existió interacción ambiental dentro de bloques.

En el Cuadro 4.2 también se puede observar que para la fuente de variación línea, todas las variables presentaron una diferencia altamente significativa ( $P=0.01$ ) esto indica que las líneas presentes en las cruza simples tienen un comportamiento diferente que se puede ver en las diferencias estadísticas de las variable de importancia agronómica que se utilizaron para dicho análisis, esto permitirá realizar una selección eficiente y seleccionar las líneas con características más sobresalientes.

**Cuadro 4.2** Cuadrados medios del análisis de varianza Línea x Probador en híbridos simples, para cuatro variables de importancia agronómica, evaluados en dos localidades (Juventino Rosas y Comonfor, Gto), en el ciclo Primavera - Verano en el año 2005.

Fuentes de variación	g.l.	REND (tha <sup>-1</sup> )	FM (Días)	RMP (%)	AP (Cm)
Localidades(Loc)	1	13457.06 **	1652.69 **	608.88 **	183956.14 **
Bloque/Loc	2	5.07	13.61 **	39.80	344.76
Línea(Lin)	101	21.17 **	10.24 **	35.80 **	515.53 **
Probador(Prob)	52	10.08 **	12.91 **	37.70 **	482.52 **
Lin x Prob	24	6.95 **	4.04 **	29.91	499.58 **
Loc x Lin	101	7.43 **	3.15 **	21.20	168.20
Loc x Prob	52	5.42 *	3.36 *	22.86	113.69
Loc x Lin x Prob	24	4.02	2.46	28.14	133.31
Error	385	3.73	2.28	24.14	159.92
Media		11.42	76.26	51.55	218.02
C.V.		16.89	1.98	9.53	5.80

\*, \*\* Diferencias significativas al 0.05 y 0.01 de probabilidad; C.V.= Coeficiente de variación; g.l.= Grados de libertad; REND= Rendimiento; FM= Floración masculina; RMP= relación altura mazorca/planta; AP= altura de planta.

Por su parte, los probadores también mostraron tener una diferencia significativa ( $P=0.01$ ) en todas las variables de importancia agronómica resultados que son generados por el tipo de material que se esta utilizando, las diferencias mostradas por los probadores permitirá hacer una buena selección dentro de ellos, para después utilizarlos para discriminar líneas o formar combinaciones híbridas.

En la interacción Línea\*Probador se encontraron diferencias estadísticas ( $P=0.01$ ) en las variables AP, FM y REND debido a la complementación de genes al momento de la cruce y la capacidad de las mismas para expresar efectos de heterosis, aquí la selección de las mejores combinaciones híbridas debe apoyarse con la aptitud combinatoria general y específica para identificar la combinación más sobresaliente, para la variable RMP no se presentaron diferencias; esta fuente de variación muestra que el efecto línea\*probadores tuvo un comportamiento diferente en las variables que presentaron significancia.

Para la fuente de variación Loc\*Lin las variables que demostraron tener diferencia estadísticas ( $P=0.01$ ) fue rendimiento y días a floración masculina diferencias que se atribuyen a efectos de la interacción con el ambiente y el orden de las líneas con respecto a cada ambiente, para las demás variables no existió diferencia, lo cual demuestra que estas no se vieron afectadas por efectos ambientales.

En la interacción localidad por probador (Loc\*Prob), se encontraron diferencias significativas ( $P=0.05$ ) para las variables REND y FM, esto se debe a que los probadores tuvieron un comportamiento diferente en cada localidad.

Con respecto a la interacción de localidad por línea por probador (Loc\*Lin\*Prob) no mostraron diferencia en ninguna de las variables en estudio, lo que significa que el comportamiento de la CS fue estable en ambas localidades efecto que conduce a realizar una buena selección de los híbridos simples.

## **Cruzas triples**

Al igual que los híbridos simples, los híbridos triples por mostrar diferencias estadísticas se procedió a estudiar el efecto de líneas y probadores bajo un análisis genético de Línea x Probador cuyos resultados están en el Cuadro 4.3.

Para el caso de la fuente de variación localidad, se encontró que existen diferencias estadísticas altamente significativas ( $P=0.01$ ) en las variables REND, FM, RMP y AP; lo cual indica que tuvieron un comportamiento relativamente diferente en cada ambiente, esta fuente de variación podemos considerar que se vio alterada por efecto de las condiciones climatológicas de cada región.

En la fuente de variación líneas se puede observar que para las variables AP, FM y REND hay una diferencia altamente significativa ( $P=0.01$ ) y en cambio RMP solo mostró diferencia al  $P=0.05$ , esto lleva a decir que las líneas no presentan un mismo comportamiento por lo tanto no son iguales, debido a la diversidad genética presente en las líneas, la suma de los cuadrados totales de las variables de la fuente de variación líneas es muy superior al total de la suma de cuadrados en probadores; lo que la mayoría de la variabilidad se debe a las líneas.

**Cuadro 4.3** Cuadrados medios del análisis de varianza Línea x probador en híbridos triples, para cuatro variables de importancia agronómica, evaluados en dos localidades (Juventino Rosas y Comonfor, Gto), en el ciclo Primavera - Verano en el año 2005.

Fuente de variación.	g.l.	REND (Ton/ha-1)	FM (Días)	RMP (%)	AP (Cm)
Localidades(Loc)	1	2439.83 **	273.84 **	193.29 **	22504.88 **
Bloque/Loc	2	0.47	12.66 *	6.22	502.32
Línea(Lin)	23	37.03 **	12.77 **	55.53 *	1309.95 **
Probador(Prob)	6	9.58	3.14	24.14	345.12
Lin x Prob	10	4.26	10.76 **	41.34	452.59 **
Loc x Lin	22	11.90 **	2.57	23.40	153.93
Loc x Prob	6	0.53	9.46 *	29.36	296.14
Loc x Lin x Prob	10	11.91 *	5.98	27.53	221.44
Error	104	5.38	4.06	34.17	188.75
Media		12.72	75.29	50.61	221.06
C.V.		18.23	2.67	11.54	6.21

\*, \*\* Diferencias significativas al 0.05 y 0.01 de probabilidad; C.V.= Coeficiente de variación; GL= Grados de libertad; REND= rendimiento; FM= floración masculina; RMP= relación altura mazorca/planta; AP= altura de planta.

De acuerdo a la interacción línea por probador, la única variable que mostró diferencia significativa fue FM ( $P=0.01$ ) las diferencia que hay se debe a la complementación de genes y a lo sensible que es la respuesta de esta variable al momento de realizar cruzamientos.

Para el efecto de la interacción de localidad por línea (Loc x Lin), solo se encontró diferencia altamente significativa ( $P=0.01$ ) para la variable REND, estos muestra que rendimiento a diferencia de las demás variables, si tuvo una respuesta diferente en base al ambiente, por lo tanto las línea no mantuvieron un orden relativo de importancia en cada localidad de acuerdo a su rendimiento.

Con respecto al efecto de la fuente de variación localidad por probador solo se encontró diferencias al 0.05 de probabilidad para la variable FM, dicho efecto esta influenciado por el fondo genético de las cruza simples.

En la fuente de variación localidad por línea por probador (Loc\*Lin\*Prob) la única variable que mostró significancia ( $P=0.05$ ) fue REND lo que significa que los efectos genéticos tienen una interacción ambiental, debido a que cada uno se comporta relativamente diferente entre localidades

## **Líneas**

De acuerdo a la variación que se observó en los análisis genéticos de línea x Probador para el caso de las líneas; tanto para híbridos simples como para híbridos triples, dicha variación presente en las líneas puede ser aprovechada para identificar a aquellas que presenten los mejores atributos genéticos, medidos por medio de la aptitud combinatoria general (ACG). Para que la selección sea más eficiente se tomaron en cuenta todas las variables agronómicas que se utilizaron en este estudio.

En el presente trabajo se están manejaron básicamente dos tipos de cruza (simples y triples) las cuales están formadas por una serie de líneas que se seleccionaron en base a sus valores de aditividad, donde se pre seleccionaron las mejores diez de cada cruza, concentrándolas en el Cuadro 4.4, en el cual se observa los efectos de aptitud combinatoria general para todas las variables de importancia agronómica.

Dentro de los híbridos simples hay 115 líneas endogámicas de las cuales se seleccionaron las que exhibieron mejor comportamiento genético las cuales fueron: 79, 22 y 46, por su parte en las cruza triples se utilizaron 26 líneas autofecundadas de las cuales sobresalieron la 24, 25 y 22, cuyos atributos por las que fueron seleccionadas se describen a continuación:

Es necesario mencionar que la numeración que se le dio a las líneas, probadores e híbridos fue por separado, y que los números de los progenitores no se repite para un mismo material.

Línea 79 (PNEC1-57-1) con fondo genético perteneciente a la población precoz, esta línea fue seleccionada por presentar altos efectos negativos de ACG para las variables acame de raíz, acame de tallo, días a floración femenina y masculina, mala cobertura y plantas con *fusarium spp*, además de presentar un valor estadísticamente diferente de cero, cabe destacar que el principal objetivo por el cual fue seleccionada se debió al número de veces que esta fue cruzada con otras líneas y mostrar tener buena combinación con estas, a pesar de que hay líneas que tienen valores más altos, pero que solo fueron cruzadas una sola vez. Por lo tanto esta línea tiende a generar híbridos precoces, sin problemas de acame por la altura de planta y mazorca y con un buen porte de planta y con un alto potencial de rendimiento.

Línea 22 (CB PEGC1) de fondo genético enano, mostró un comportamiento estadísticamente diferente de cero, para las variables acame de raíz, acame de tallo, calificación de planta, calificación de mazorca mala cobertura, plantas con *fusarium spp* y relación mazorca/planta, que presentaron efectos negativos de ACG, lo cual permitirá obtener materiales fenotípicamente estéticos, dicha línea reduce la posición de la mazorca en base a la altura de planta, lo cual hace que los materiales no se acamen, así mismo, el efecto genético de ACG para rendimiento generara híbridos sobresalientes debido a que aporta  $2.49 \text{ tha}^{-1}$  en cada crusa.

**Cuadro 4.4** Efectos de aptitud combinatoria general (ACG) para todas las variables de las líneas, que intervienen en la formación de los híbridos.

TC	L	C	REND (t ha <sup>-1</sup> )	AP (cm)	AR (%)	AT (%)	CM (1-5)	CP (1-5)	FF (días)	FM (días)	MC (%)	PF (%)	RMP (%)
CS	36	4	5.39 **	14.47 **	-2.40 **	-0.90 **	-1.00 **	-0.08 *	1.86 **	1.45 **	-8.28 **	-2.60 **	-4.05 **
CS	92	4	3.32 **	4.47 **	0.60 *	-0.90 **	-0.50 **	-0.08 *	-1.39 **	-1.30 **	-2.53 **	-3.85 **	5.70 **
CS	27	4	3.14 **	14.47 **	-0.90 **	-0.90 **	-0.75 **	0.17 **	-1.89 **	-2.05 **	-12.03 **	-2.35 **	-3.30 **
CS	51	4	3.11 **	3.22 **	-2.40 **	-0.90 **	-0.25 *	-0.08 *	-0.14	-0.80 **	-12.03 **	-2.60 **	-3.05 **
CS	46	8	2.71 **	-4.28 **	-2.27 **	-0.90 **	-0.62 **	-0.45 **	1.23 **	0.83 **	-10.78 **	-2.47 **	-8.18 **
CS	22	12	2.49 **	6.14 **	-1.48 **	-0.90 **	-0.75 **	-0.08 *	0.36 **	0.87 **	-5.36 **	-3.35 **	-2.97 **
CS	79	12	2.01 **	1.97 **	-0.98 **	-0.48 **	1.09 **	0.17 **	-1.64 **	-1.96 **	-3.70 **	-2.35 **	-0.22
CS	13	12	1.84 **	9.06 **	-0.15	-0.90 **	-0.91 **	-0.58 **	3.27 **	3.12 **	-2.53 **	-1.01 **	-1.47 **
CS	98	8	1.41 **	6.35 **	-1.77 **	-0.27	-0.50 **	-0.33 **	-2.02 **	-2.17 **	-10.65 **	-3.22 **	-0.30
CS	78	11	1.12 **	-3.94 **	-1.19 **	0.47 **	1.59 **	-0.05	-2.30 **	-2.48 **	6.88 **	-2.94 **	0.54
CT	13	4	3.89 **	13.94 **	-1.32 *	-0.68 *	-0.86 **	0.28 **	1.24 **	1.21 **	-2.10 *	-2.74 **	2.63 **
CT	28	8	3.32 **	14.56 **	-2.07 **	-0.68 *	-0.98 **	-0.47 **	4.61 **	3.46 **	-2.10 *	-2.11 **	1.51
CT	32	4	2.72 **	15.19 **	-0.82	-0.68 *	-0.61 **	-0.72 **	2.74 **	2.96 **	-3.10 **	-0.24	-1.37
CT	22	4	1.62 **	5.19 *	2.93 **	1.82 **	-0.61 **	0.28 **	-2.76 **	-2.54 **	-3.35 **	-2.74 **	-3.12 **
CT	24	12	1.26 **	6.44 **	0.93	-0.68 *	-0.53 *	-0.47 **	-0.01	0.04	-3.19 **	0.18	-1.95 *
CT	27	16	1.22 **	0.81	-0.57	0.38	-0.36	-0.10	-0.70 *	-0.73 *	1.15	0.33	3.63 **
CT	25	12	1.17 **	-8.98 **	-2.32 **	-0.68 *	-0.78 **	0.03	-0.18	-0.46	2.31 *	-2.74 **	-0.12
CT	33	20	0.97 **	10.44 **	-1.67 **	-0.43	-0.16	-0.32 **	0.74 *	0.16	-4.55 **	-0.59	-0.67
CT	18	4	0.94 *	-4.81 *	-1.32 *	-0.68 *	-0.86 **	0.28 **	0.24	0.21	-3.10 **	0.51	0.13
CT	34	4	0.83 *	2.69	-0.82	1.82 **	-0.61 **	-0.22 *	-1.76 **	-1.04 **	-1.85	6.76 **	-0.62

\*, \*\* Diferencias estadísticas de cero P=0.05 y P=0.01 respectivamente; TC = Tipo de cruce; L = líneas; C= # de cruce; REND = Rendimiento ; RAPM = Relación altura de planta/mazorca; PF = Plantas con Fusarium spp; MCB = Mala cobertura; FM = Floración masculina; FF = Floración femenina; CMZ = Calf., de mazorca; CPT = Calf., de planta, AT = Acame de tallo; AR = Acame de raíz; AP = Altura de planta.

Línea 46 (PEGC1-5-1) cuyo origen genético es enano, esta línea fue seleccionada debido a que fue una de las 115 líneas que presentó más valores negativos para efectos favorables de ACG y el número de combinaciones fue muy favorable, esta línea a pesar de que no muestra ser muy precoz, es la que presentó el valor más bajo para AP es decir que con esta línea se obtendrán materiales con poca altura además también presenta una muy buena inserción de mazorca respecto a la altura de la planta, así como presentar valores negativos de ACG para las variables acame de raíz y tallo, calificación de mazorca, calificación de planta, mala cobertura y plantas con fusarium, esta línea permitirá obtener híbridos con excelente fenotipo sin problemas de acame y sobresalientes debido a que aporta 2.71 tha<sup>-1</sup> en sus combinaciones.

Los resultados obtenidos coinciden con lo que menciona Vergara *et al.* (1998) que para estudiar el comportamiento de las cruzas es necesario estimar el valor de aptitud combinatoria general (ACG) y aptitud combinatoria específica (ACE) a través del análisis línea x probador, donde concluyen que identificar líneas con buen comportamiento genético permitirán formar patrones heteróticos logra maximizar la heterosis en la F<sub>1</sub>.

Por parte de los híbridos triples tenemos que la línea 24 (CML-8) cuyo fondo genético pertenece a la población tropical, fue encontrada como una de las mejores líneas debido a que presentó efectos negativos favorables para las variables acame de tallo, calificación de mazorca y planta, mala cobertura y relación mazorca planta; estadísticamente diferente de cero, sin embargo aunque esta línea no es precoz los valores que muestra para días a floración son muy bajos los cuales pueden ser complementados con una línea precoz, lo sobresaliente de la línea es que mostró buenos atributos ya que esta tuvo 12 combinaciones donde el valor de ACG de altura de planta permaneció en 6.44 pero se compensa con la disminución que aporta la relación mazorca planta con un valor de -1.95, lo cual dará origen a materiales sobresalientes fenotípicamente y rendidores debido a que aporta 1.26 tha<sup>-1</sup> en cada cruz.

La línea 25 (CML-191) de origen tropical, mostró un buen comportamiento estadísticamente diferente de cero, para las variables altura de planta, acame de raíz y tallo, calificación de mazorca, plantas con *fusarium spp*, que mostraron efectos negativos de ACG, pero al igual que las variables días a floración femenina, días a floración masculina y relación mazorca planta mostraron valores negativos de ACG sin significancia, lo cual indica que permitirá obtener materiales fenotípicamente estéticos y plantas de porte bajo y

precocidad que puede ser complementada con otras líneas además de materiales sobresalientes debido a que aporta  $1.17\text{tha}^{-1}$  en sus combinaciones.

La línea 22 (6310 BULK-3) de fondo genético QPM, se encontró también como una de las mejores debido a que presentó valores negativos estadísticamente de cero para las variables calificación de mazorca, días a floración masculina y femenina, mala cobertura, plantas con *fusarium spp* y relación mazorca planta, esta línea tiene problemas con acame que puede ser compensado con una línea donadora de tallos, debido a sus efectos no permitirá obtener materiales precoces ya que fue la que tuvo los valores más bajos para día a floración, acompañado de una buena posición de mazorca con respecto a la altura de planta y sobresalientes ya que aporta  $1.62\text{tha}^{-1}$  en cada cruce, lo que hay que resaltar es los valores que obtuvo, ya que se deben a que solo tuvo 4 combinaciones.

En general es necesario mencionar que existen líneas con buenos atributos genéticos negativos de ACG y significativamente diferente de cero, para las variables de importancia agronómica, con el único problema de que el número de veces que se combinaron fue realmente uno, y es por eso que solo se mencionan y no se toman como las mejores, lo que no interesa es que tengan una gran capacidad de combinar con otros materiales, y es por eso que se seleccionaran las que presentan más de 8 combinaciones.

## **Probadores**

Para poder seleccionar los mejores probadores se tomo en cuenta el número de combinaciones en los que participaron y además se consideró que tuviesen efectos positivos para rendimiento a lo cual se procedió a concentrar los efectos promedios de aptitud combinatoria general (ACG) de los probadores

preseleccionados en el Cuadro 4.5. Se seleccionaron los mejores 10 probadores para cada tipo de craza considerando que exhibieron mejor comportamiento para las variables en estudio, de las cruzas simples son: 150, 136 y 119, y dentro de las cruzas simples los probadores más sobresalientes fueron: 3 y 8, que a continuación se describen:

Probador 150 (6320-5) perteneciente a la población QPM, se considera como uno de los mejores diez probadores preseleccionados, debido a que presentó efectos favorables de aptitud combinatoria general estadísticamente significativos para las variables AR, AT, CM, CP, MC, PF Y RMP, en base a esos efectos este probador contribuye con una disminución de variables de importancia agronómica para generar materiales libres de problemas estéticos, enfermedades de tallos y acame de planta, además de favorecer la altura de mazorca y facilitando la cosecha, por lo tanto puede ser considerado un donador de esas características así como aportar  $2.45 \text{ t ha}^{-1}$  en cada combinación.

Probador 136 (PEEC1-48-2) con fondo genético de la población enano, este probador se selecciono ya que presentó 6 puntos a su favor, además de que fue superior a los demás por reducir considerablemente los días a floración en el macho y en la hembra, presentando efectos negativos estadísticamente diferente de cero para las otras variables como: AR, MC y PF, independientemente de que la variable REND participa con  $1.35 \text{ t ha}^{-1}$  en cada combinación, a pesar de que presenta problemas en algunas variables como AP y CM estos se pueden corregir cruzándolo con líneas que presenten efectos favorables para estas características.

Probador 119 [(AS-4450 X AN-443)-2-5] de origen exótico, presenta efectos negativos estadísticamente diferente de cero para 7 variables (AP, AR, AT, CM, CP, PF y RMP) este probador exhibió un comportamiento similar al probador 150, pero a diferencia de que este reduce la altura de planta haciendo que se eliminen los problemas de acame en la planta, así como aportar una buena posición de mazorca, haciendo que se generen materiales de porte bajo y libres de enfermedades y aportando  $1.31 \text{ t ha}^{-1}$  al momento de cruzarlo, este probador no presentó efectos favorables de precocidad ya que tuvo valores positivos con una diferencia altamente significativa, que se puede corregir utilizando materiales contrastantes que aporten efectos favorables para las variables de días a floración.

A continuación se describen los probadores que fueron seleccionados para cruza triples, probador 3 (CB PEECO) con fondo genético enano, fue una de los más sobresalientes presentando efectos favorables de aptitud combinatoria general para las variables de importancia agronómicas AR, AT, CM, CP, FF, FM y MC, donde es importante mencionar que genera materiales precoces debido a los valores negativos en cada una de las variables, así como aportar efectos de ACG negativos para las variables de aspecto de planta que tiene un efecto de altura de planta muy elevada que se puede compensar con líneas de porte bajo, también de que fue el probador que aporta los valores de rendimiento más altos dentro de este tipo de cruza.

**Cuadro 4.5** Efectos de aptitud combinatoria general (ACG) para todas las variables de probadores, que participan en la formación de los híbridos.

TC	P	C	REND (t ha <sup>-1</sup> )	AP (cm)	AR (%)	AT (%)	CM (1-5)	CP (1-5)	FF (días)	FM (días)	MC (%)	PF (%)	RMP (%)
CS	151	4	4.96 **	5.72 **	-1.15 **	-0.90 **	-1.00 **	-0.33 **	0.11	1.45 **	-2.53 **	-2.35 **	-1.05 **
CS	150	28	2.45 **	7.15 **	-1.79 **	-0.72 **	-0.68 **	-0.47 **	1.14 **	0.92 **	-9.53 **	-3.42 **	-3.94 **
CS	55	12	2.21 **	13.22 **	-0.23	0.02	-0.33 **	-0.33 **	-1.98 **	-2.13 **	-3.45 **	-2.35 **	4.20 **
CS	135	7	2.02 **	12.69 **	4.78 **	-0.90 **	2.36 **	0.25 **	-1.39 **	-1.44 **	8.40 **	-1.85 **	0.88 **
CS	107	8	1.80 **	2.60 **	-1.15 **	-0.27 *	-0.50 **	-0.33 **	-0.27 **	0.20 **	17.22 **	4.53 **	-2.30 **
CS	140	4	1.56 **	-14.28 **	0.10	0.35 **	1.25 **	0.42 **	-2.39 **	-2.55 **	6.22 **	-2.60 **	-0.05
CS	147	16	1.40 **	6.04 **	5.16 **	-0.08	0.69 **	0.17 **	1.86 **	1.39 **	-8.28 **	-1.10 **	2.45 **
CS	136	8	1.35 **	8.22 **	-1.02 **	0.48 **	1.63 **	0.17 **	-3.77 **	-4.05 **	-1.78 **	-0.85 **	0.07
CS	119	12	1.31 **	-4.69 **	-2.56 **	-0.90 **	-0.58 **	-0.33 **	1.77 **	1.70 **	8.14 **	-2.51 **	-2.38 **
CS	149	22	0.72 **	7.66 **	-1.87 **	-0.90 **	-0.68 **	-0.05 *	1.56 **	1.61 **	-4.76 **	-3.35 **	-4.14 **
CS	132	12	0.54 **	-8.03 **	-1.65 **	-0.15	1.17 **	0.17 **	-2.39 **	-2.46 **	-3.36 **	-3.43 **	3.20 **
CT	5	20	1.99 **	12.69 **	-0.67 *	-0.18	-0.51 **	-0.12 *	1.74 **	1.36 **	-3.25 **	-1.49 **	-0.82
CT	3	4	1.06 **	17.94 **	-0.57 *	-0.68 **	-0.36 **	-0.72 **	-2.51 **	-2.79 **	-4.35 **	0.01	0.38
CT	7	24	0.91 **	4.35 **	0.47	0.03	-0.15	-0.01	1.07 **	0.83 **	1.56 **	0.18	0.76
CT	8	8	0.91 **	10.81 **	2.30 **	-0.68 **	1.52 **	-0.10	-2.39 **	-1.54 **	-4.23 **	-2.74 **	3.38 **
CT	4	12	0.42 *	4.35 **	-0.40	0.57 **	-0.28 *	-0.05	-0.59 **	0.21	5.65 **	1.68 **	0.63
CT	1	4	0.06	6.44 **	8.93 **	-0.68 **	-0.11	-0.22 **	-3.51 **	-3.04 **	-4.35 **	25.51 **	5.63 **
CT	9	12	0.04	7.69 **	3.93 **	0.23	2.64 **	0.53 **	-2.59 **	-2.38 **	-0.44	0.10	2.55 **
CT	2	44	-0.23	-1.63	-0.82 **	0.52 **	-0.18	-0.11 *	-0.15	-0.25	-0.90	-0.39	-1.03 *
CT	6	61	-1.13 **	-10.08 **	-0.92 **	-0.31	-0.28 *	0.10 *	0.44 *	0.41 *	1.20 *	-0.97 *	-0.75

\*, \*\* Diferencias estadísticas de cero P=0.05 y P=0.01 respectivamente; TC = Tipo de cruce; PROB = Probadores; C= # de cruces; REND = Rendimiento; RAPM = Relación altura de planta/mazorca; PF = Plantas con *Fusarium spp*; MCB = Mala cobertura; FM = Floración masculina; FF = Floración femenina; CMZ = Calf., de mazorca; CPT = Calf., de planta; AT = Acame de tallo; AR = Acame de raíz; AP = Altura de planta.

Probador 8 (PE-202-1XPE-212-1) conformado por una cruce simple entre dos líneas de la población enana, muestra efectos de ACG estadísticamente diferentes de cero para las características acame de tallo, floración femenina, floración masculina, así como mala cobertura y plantas con *Fusarium spp* a nivel experimental donde se cruzo 8 veces, por tal motivo puede ser utilizado como donador de esas características para ser complemento de otro que muestre deficiencias en dichas características, aportando también 0.91 t ha<sup>-1</sup> y así generar individuos superiores a los progenitores.

También podemos mencionar que el probador 5 (E-82 x E-195) compuesto por una cruce simple entre materiales de origen exótico fue seleccionado por tener efectos genéticos negativos estadísticamente de cero para las variables de importancia agronómica que se evalúan en el estudio, presenta valores de ACG favorables principalmente para variables que corresponden a aspectos de planta y enfermedades, pero relativamente bajos en comparación con otros probadores, sin embargo mostró un número importante de cruces dentro de las combinaciones, a lo cual sería recomendable seguir haciendo selección para mejorarlo.

La selección de las cruces híbridas más sobresalientes se realizó a través de su integración genética, ya que por lo general algunos híbridos muestran potencial de rendimiento debido a efectos de aditividad y en caso contrario por efectos de dominancia. Para explicar a que se deben los rendimientos de los híbridos seleccionados, se particiono la variable rendimiento en los efectos genéticos de ACE de la cruce y ACG de los progenitores, que se muestran en el Cuadro 4.6. Tomando en cuenta que se seleccionaron los 15 mejores híbridos más rendidores de cada cruce, para posteriormente seleccionar los más sobresalientes dentro de cada tipo de cruce, comparándolos con la media de los testigos.

De acuerdo a los 15 híbridos preseleccionados de cada tipo de cruce, en base a rendimiento, se opto por realizar una selección final donde se eligieron aquellos que fueron superior a la media de los testigos y que presentaron buenos efectos genéticos para la variable rendimiento.

Los híbridos más sobresalientes para rendimiento dentro de las cruces simples son: el 75, 89, 59 y 190, obteniendo un promedio de 16.81, 16.58,

16.38 y 15.58 t ha<sup>-1</sup> respectivamente, que se atribuyen a sus efectos genéticos de aditividad y de dominancia, en tanto los híbridos triples más prometedores fueron: el 34, 17, 33 y 20, con una media de rendimiento de 17.18, 16.61, 15.63 y 15.44 t ha<sup>-1</sup> respectivamente, que al igual que los híbridos simples, el resultado se le atribuye a los efectos genéticos de las cruza de los progenitores, como a la varianza aditiva y de dominancia de cada uno de los progenitores. A continuación se describe cada una de las características de cada híbrido seleccionado:

### **Híbridos simples.**

Híbrido 75 (PEGC1)-1-3 x 6320-3, procedente de la combinación de germoplasma enano por QPM, fue el híbrido simple que alcanzo el valor más alto de rendimiento con 16.81 t ha<sup>-1</sup> obteniendo 2.57 t ha<sup>-1</sup> más que la media de testigos, ese valor se atribuye a los valores de ACG de los progenitores, ya que el efecto de dominancia reducen considerablemente el rendimiento con -0.72 t ha<sup>-1</sup>, mientras que el ACG de los progenitores son los que contribuyen a obtener el valor de rendimiento, pero podemos ver que este valor de ACG se debe a efectos de aditividad de la línea que favorece a sus descendientes con 5.39 t ha<sup>-1</sup> ya que mostró mayores efectos de ACG en comparación con el probador.

El 89 es otro de los híbridos más sobresalientes con 16.58 t ha<sup>-1</sup> por arriba de la media, formado por la cruza de las poblaciones enano x QPM identificado con la genealogía (PEGC1 56-1) x 6320-5, este material fue seleccionado debido a que la variable rendimiento se debió a efectos de aditividad de los progenitores que componen el híbrido, a lo cual la línea presenta la mayor contribución de dichos efectos de aditividad ya que aporta

5.16 t ha<sup>-1</sup> siendo este valor estadísticamente diferente de cero (P= 0.01), a lo que podemos decir que la línea presenta un ACG más elevada al del probador, ya que el probador solo aporta 2.45 t ha<sup>-1</sup> siendo este un valor altamente significativo, por lo tanto este híbrido al igual que a los demás que se seleccionaron en el presente estudio se deben a efectos de ACG de sus progenitores.

**Cuadro 4.6** Mejores híbridos seleccionados para rendimiento, con los respectivos efectos genéticos de sus progenitores.

TC	HIB	LIN	PROB	DG	MEDH	MEDT	ACE	ACGL	ACGP			
CS	75	36	149	eQ	16.81	14.24	-0.72	5.39	**	0.72	**	
CS	89	49	150	eQ	16.58	14.24	-2.45	**	5.16	**	2.45	**
CS	59	22	151	eT	16.38	14.24	-2.49	**	2.49	**	4.96	**
CS	190	114	9	EE	15.58	14.24	-2.69	**	4.16	**	2.69	**
CS	85	46	150	eQ	15.26	14.24	-1.32		2.71	**	2.45	**
CS	99	58	134	Pe	14.95	14.24	-0.26		3.52	**	0.26	**
CS	66	28	148	eQ	14.79	14.24	0.76		3.37	**	-0.76	**
CS	139	92	141	Pe	14.74	14.24	0.05		3.32	**	-0.05	
CS	79	40	148	eQ	14.69	14.24	0.76		3.27	**	-0.76	**
CS	39	16	107	EE	14.69	14.24	-0.03		1.49	**	1.80	**
CS	56	21	19	EE	14.67	14.24	1.73	*	0.81	**	0.71	**
CS	65	27	148	eQ	14.56	14.24	0.76		3.14	**	-0.76	**
CS	91	51	148	eQ	14.53	14.24	0.76		3.11	**	-0.76	**
CS	47	19	118	EE	14.46	14.24	0.73		1.54	**	0.76	**
CS	40	17	7	EE	14.31	14.24	1.83	*	0.38	**	0.68	**
CT	34	28	6	eeT	17.18	14.24	2.27	*	3.32	**	-1.13	**
CT	17	13	5	EEe	16.61	14.24	-1.99	*	3.89	**	1.99	**
CT	33	27	6	EET	15.63	14.24	0.68		1.22	**	-1.13	**
CT	12	33	2	Tee	15.53	14.24	0.98		0.97	**	-0.23	
CT	20	32	5	EEe	15.44	14.24	-1.99	*	2.72	**	1.99	**
CT	42	27	7	eET	15.29	14.24	0.44		1.22	**	0.91	**
CT	7	25	2	TeT	15.14	14.24	1.48		1.17	**	-0.23	
CT	41	25	7	eET	15.12	14.24	0.32		1.17	**	0.91	**
CT	19	28	5	EET	14.91	14.24	-3.13	**	3.32	**	1.99	**
CT	18	22	5	EEQ	14.35	14.24	-1.99	*	1.62	**	1.99	**
CT	6	24	2	TeT	14.25	14.24	0.49		1.26	**	-0.23	
CT	43	33	7	eTI	14.21	14.24	-0.39		0.97	**	0.91	**
CT	40	24	7	eET	14.00	14.24	-0.89		1.26	**	0.91	**
CT	44	9	8	eeT	13.98	14.24			0.62		0.91	**
CT	13	11	3	Tee	13.78	14.24	-0.51		0.51		1.06	**

\*, \*\* Estadísticamente diferente de cero con P=0.01 y P=0.05 respectivamente; TC= tipo de cruce, HIB= híbrido, LIN= línea, PROB= probador, DG= dosis germoplásmicas, MEDH= media de rendimiento de cada híbrido, MEDT= media de rendimiento de testigos, ACE= aptitud combinatoria específica, ACGL= aptitud combinatoria general de líneas, ACGP= aptitud combinatoria de probadores, E= exótico, e= enano, Q= QPM(quality protein maize), T= tropical, I= Ideotipo, P= precoz .

Así mismo el híbrido 59 (CB PEGC1) x CML-311, integrado por la complementación de líneas enanas por tropical, en base a los resultados concentrados en el Cuadro 4.6 podemos observar que el valor de rendimiento que muestra este híbrido no se debe a efectos de la cruce como tal, sino a un efecto de los progenitores, donde la aportación del probador 151 fue mayor a los efectos aditivos de la línea, por lo tanto podemos decir que el híbrido se forma por la buena aptitud combinatoria general de sus progenitores, además de que las líneas que participan en la cruces provienen de poblaciones con características muy diferentes, así mismo podemos comprobar que los valores de rendimiento provienen del efecto de la varianza aditiva ya que la ACE de la cruce presentó valor negativos para rendimiento.

El último híbrido seleccionado dentro de las cruces simples fue el 190 compuesto por una cruce entre líneas exóticas con un valor de rendimiento superior a la media de testigos, aportando en cada cruce  $15.58 \text{ t ha}^{-1}$  debido a la complementación de los progenitores los cuales estos presentan una buena aptitud combinatoria, lo que hace que se eleve el rendimiento por efectos de aditividad, y por su parte los valores de ACE presentan valores negativos por reducir  $2.69 \text{ t ha}^{-1}$  en cada cruce, lo que explica a que se deben los rendimientos expresados por el híbrido.

Como se puede observar el Cuadro 4.6 para el caso de los híbridos simples la mayoría está formado por la combinación de germoplasma enano x QPM, por lo tanto podemos decir que la combinación de estas poblaciones da como resultado híbridos sobresalientes que son superiores a la media de los testigos utilizados en este estudio.

## Híbridos triples

Dentro de los híbridos triples seleccionados, el 34 presentó el valor de rendimiento más alto con  $17.18 \text{ t ha}^{-1}$  incluso superior al mejor testigo y al mejor híbrido simple, esta constituido por una crusa simple de líneas perteneciente a la población enana (PE-114-2 x PE-112-3) que se comportó como hembra y una línea tropical (CML-8) que se utilizó de macho, el valor de rendimiento está influenciado por valores de aditividad y de dominancia, ya que los efectos aditivos de la línea contribuyen con  $3.32 \text{ t ha}^{-1}$  y  $2.27 \text{ t ha}^{-1}$  de ACE de la crusa siendo diferente estadísticamente a  $P=0.05$ , la mayor contribución en rendimiento la tiene la línea que es la que aporta mayores efectos de aditividad que se complementa con los efectos de dominancia de la crusa simple que participa en la formación del híbrido triple.

La superioridad que tienen los híbridos triples se comprueba con lo que reporta Córdova *et al.* (2000) que un híbrido trilineal rindió más que el mejor híbrido normal testigo a través de 19 localidades en México durante el ciclo otoño-invierno 98/99.

En seguida sobresalió el híbrido 17 (E-82 x E-195) x (PEEC1)-35-5, en el cual la crusa simple fue formada con líneas provenientes de la población exótica y la línea derivada de la población enano, la cual en su genealogía dice que esta línea presenta buena aptitud combinatoria específica, comprobándolo con los valores de los efectos genéticos observados para la línea ya que contribuye con  $3.89 \text{ t ha}^{-1}$  al rendimiento de la crusa y al mismo tiempo los efectos de aditividad del probador que son altamente significativos a  $P=0.01$  pero menores a los alcanzados por la línea, con una aportación de  $1.99 \text{ t ha}^{-1}$  al híbrido, en base a esos efectos decimos que este híbrido es sobresaliente por efecto de complementariedad de la varianza aditiva de sus progenitores y no a efectos de la aptitud combinatoria específica.

El híbrido 33 fue seleccionado por presentar un valores promedio de rendimiento de  $15.63 \text{ t ha}^{-1}$ , el cual esta identificado bajo la siguiente genealogía (PE-114-2 x PE-112-3) x CMI-318 este híbrido muestra valor importantes de aptitud combinatoria, debido a que el valor de rendimiento se debe principalmente a los efectos de aditividad de la línea que fue la única que mostró efectos positivos estadísticamente diferente de cero a  $P=0.01$  contribuyendo con  $1.22 \text{ t ha}^{-1}$  en cada combinación, mientras tanto los la ACG del probador presentó una reducción altamente significativa, y la ACE obtuvo un valor de  $0.68 \text{ t ha}^{-1}$  pero que no fue estadísticamente significativa, pero de una manera contribuye en el rendimiento de este material.

Y el último híbrido seleccionado en base a que presentó valores de aptitud combinatoria muy superiores a los del híbrido 12 aun siendo ligeramente menos rendidor, el híbrido 20 (E-82 x E-195) x MLS41, este híbrido esta formado por la misma cruza simple que se forma al híbrido 17 por lo cual muestra los mismos efectos aditivos para probador, pero a diferencia de que este híbrido utiliza una línea enana como macho lo que hace que los valores de aditividad mostrados por la línea sean diferentes presentando  $2.72 \text{ t ha}^{-1}$  como línea, haciendo que este híbrido tenga un rendimiento de  $15.44 \text{ t ha}^{-1}$ .

En los híbridos descritos los más sobresalientes para rendimiento son: el 34, 75, 17 y 89, atribuyéndoselo a que sus progenitores tienen efectos favorables de aditividad ACG, debido a que estos tienen la capacidad de transmitir sus características a sus descendientes, el potencial genético se vio reflejado en las combinaciones híbridas, el excelente comportamiento de los híbridos se deben a los efectos de aditividad y a la complementación de los materiales que se utilizaron en la formación de las cruzas.

## V. CONCLUSIONES

En las 194 cruzas simples y 48 cruzas triples experimentales evaluadas, se detectaron diferencias estadísticas para rendimiento, floración masculina, relación mazorca planta y altura de planta, y se encontró que dentro de las cruzas simples las mejores fueron compuestas por: 1 y 2) 50% enano y 50% QPM (eQ), 3) 50% enano y 50% tropical (eT) y 4) 100% exótico (EE) y las 4 mejores cruzas triples contienen el siguiente germoplasma: 1) 25%enano, 25%enano y 50% tropical (eeT), 2) 25% exótico, 25% exótico y 50% enano (EEe), 3) 25%exótico, 25%exótico y 50%tropical (EET) y 4) 25%exótico, 25% exótico y 50% enano (EEe).

El comportamiento de la combinaciones esta dado por los efectos genéticos presente en los progenitores, ya que se obtuvieron diferentes niveles de aptitud combinatoria tanto en líneas, probadores y línea por probador, lo cual permitió realizar una selección de los cuatro mejores híbridos (34, 75, 17 y 89) en base a sus efectos genéticos de ACG y ACE.

Se detecto que utilizar progenitores de diferente fondo genético es una valiosa herramienta para explotar la complementación genética presente en los progenitores.

## VI. RESUMEN

En el presente trabajo se estudio el comportamiento genético y agronómico de combinaciones de líneas derivadas de seis poblaciones de maíz las cuales fueron formadas en invierno del 2004-2005 en el campo experimental de la UAAAN ubicado en Tepalcingo, Morelos. Para evaluar el comportamiento de 193 cruzas simples, 48 cruzas triples, fueron sembradas en el ciclo Primavera-Verano el 25 de abril del 2005 en dos localidades del estado de Guanajuato, bajo un diseño de siembra de bloques incompletos con dos repeticiones bajo un arreglo de siembra alfa-latice. Los objetivos fueron evaluar el potencial agronómico de los híbridos al involucrar diferente número de progenitores, así como conocer los efectos genéticos de los progenitores que participaron en la formación de las diferentes cruzas que se realizaron. Con la finalidad de conocer el comportamiento de los materiales en ambas localidades. Se realizó un análisis de varianza general a través de las localidades, donde se incluyeron los datos de rendimiento, floración masculina, relación mazorca planta y altura de planta. Para conocer los efectos genéticos de los materiales que se estaban evaluando se sometieron a un análisis de línea por probador. Los criterios de selección fueron: las líneas y probadores deberían tener favorables y altos efectos de ACG estimados con el diseño línea x probador. Los híbridos experimentales superiores se eligieron por su comportamiento agronómico en las variables evaluadas y de ellos se destacara la dosis de germoplasma que los contiene. Los resultados indican que las mejores líneas fueron la 79, 22 y 46 de las cruzas simples, 24, 25 y 22 de las cruzas triples, lo mejores probadores fueron 150, 136, 119, 3 y 8, y en base al comportamiento los híbridos simples más sobresalientes fueron 75 y 89, los mas prometedores dentro de los híbridos triples fueron: 34 y 17, y la dosis de germoplasma fue enano x QPM (eQ) y 25% enano x 25% enano x 50% tropical (eeT).

## VII. LITERATURA CITADA

- Allard, R.W. 1980. Principios de la Mejora Genética de Plantas. Traducción al español por José L. Montoya. Editorial OMEGA, S.A. Barcelona España.
- Brauer, H.O. 1980. Fitogenética Aplicada. Editorial limusa, México.
- Bartolome, V. and G. Gregorio. 2000. An interactive macro program for line x tester analysis. Rice research institute. Los baños, Philippines.
- Bejarano, A. 2007. Híbridos simples: una alternativa para el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en Venezuela. Resumen. FONAIAP – CENIAP-IIA. V jornadas científicas de maíz.
- Córdova, O.H. y Vasal, S.K. 1996. Estrategias en el desarrollo y mejoramiento del germoplasma de maíz orientado a la agricultura sustentable. En: memorias del curso internacional de actualización en fitomejoramiento y agricultura sustentable. Buenavista, Saltillo, Coahuila. P. 99-123.
- Córdova, O.H., M. Lopes C., Ortega, A., H. Gevers. N., Singh, P.N., Sallah, W., Haag, Z., Shiuang, y Pixley, K. 2000. The improvement and promotion of quality protein maize in selected developing countries. CIMMYT progress report 1999 p 20.
- Castañón, N.G., H. Montenegro, T., F. Rincón, S., N.A. Ruiz T., H. De León, C. 2002. Potencial genético y aptitud combinatoria de germoplasma de maíz tropical. Rev. Fitotec. Mex. 25(2): 135-142.

- De León, C.H., E. Ramírez., G. Martínez., A. Oyervides. Y A. De la Rosa. 1999. Evaluación de diversos patrones heteróticos en la formación de híbridos de maíz para el bajío mexicano. *Agronomía Mesoamericana*. 10(1): 31-35.
- De León, C.H., F. Rincón, S., M.H. Reyes, V., D. Samano, G., G. Martínez, Z., R. Cavazos, C. y J.D. Figueroa, C. 2005. Potencial de rendimiento y estabilidad de combinaciones germoplásmicas formadas entre grupos de maíz. *Rev. Fitotec. Mex.* 28(2): 135-143.
- De la Cruz, L.E., G. Gutiérrez, R., A. Palomo, G., S. Rodríguez, H. 2003. Aptitud combinatoria y heterosis de líneas de maíz en la comarca lagunera. *Rev. Fitotec. Mex.* 26(004):279-284.
- Dhillon, B.S. & Malhi, NS. 1996. Recent advances in recurrent selection for population improvement (in press).
- Espinosa, C.A. 1997. Comportamiento *per se* y ACG de caracteres relacionados con la predicción de semillas en líneas de maíz (*Zea mays* L) y sus cruza. Tesis de Doctorado en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Montecillos, México.
- Espinosa, C.A., J. Ortiz, C., A. Ramírez, F., N. Gómez, M. y A. Martínez, G. 1998. Estabilidad comportamiento de líneas *per se* y cruza de maíz en la producción de semilla. *Agric. Tec. Mex.* 24(1): 27-36.
- Fan, X.M., J. Tan, H., M. Chen and J.Y. Yanes. 2003. Heterotic grouping for tropical and temperate maize inbreds by analyzing combining ability and SSR markers. *Maydica*. 48: 251-257.

- Fuentes, M., L. Queme J., y C. Pérez. 1993. Efectos de aptitud combinatoria general e identificación de híbridos triples de maíz (*Zea mays* L) de grano blanco. Programa regional de maíz (PRM) 1991. Agronomía Mesoamericana. 4(1): 71-76.
- García, Z. J., J. Molina, G., J. López, R. 2002. La selección másal como método para obtener líneas de alta aptitud combinatoria específica en maíz. Rev. Fitotec. Mex. 25(003):299-304.
- Gutiérrez, R.E., A. Palomo, G., A. Espinosa B., E. De La Cruz, L. 2002. Aptitud combinatoria y heterosis para rendimiento de líneas de maíz en la comarca lagunera, México. Rev. Fitotec. Mex. 25(003): 271-277.
- Hallauer, A.R., y J.B. Miranda, F. 1988. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa state University press. Iowa p. 337-369.
- Jugernheimer, R.W. 1981. Maíz, Variedades Mejoradas, Métodos de Cultivo y Producción de Semilla. Ed. Limusa. México p.112.
- Latournerie, L.M. Comportamiento de 35 líneas de maíz del trópico seco con tres probadores. Tesis de licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- Little, M.T., and F. Jackson, H. 1989. Métodos Estadísticos Para la Investigación en la Agricultura. Trillas P.P. 59-65.
- López, P.E. 1986. Comparación entre diferentes probadores para evaluar líneas de maíz. Folleto de divulgación. Vol. 1(7). UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. Pp. 2-5.

- Márquez, S.F., 1985. Genotecnia vegetal. Métodos, Teoría, Resultados. Tomo 1. AGT editor. México. P. 357.
- Mendoza, M.E., A. Oyervides, G., S.A. Rodríguez, H. 2000 Efecto de dos probadores en la selección de líneas de Maíz tropical. Rev. Fitotec. Mex. 23(001): 79-86.
- Menkir, A., B. Badu-Apraku, and C. Adepoju. 2003. Evaluation de heterotic patterns of IITA'S lowland white maize inbreeds lines. Maydica. 48: 161-170.
- Montenegro, T.H., F. Rincón, S., N.A. Ruiz, T., H. De León, C., G. Castañón. N. 2002. Potencial genético y aptitud combinatoria de germoplasma de maíz tropical. Rev. Fitotec. Mex. 25(2): 135-142.
- Mc Lean, S.D., Vassal, S.K., Pandey, S., Srinivasan, G. 1997. The use of tester to exploit heterosis in tropical maize at CIMMYT. In: the international symposium about the genetics and exploitation of heterosis in crops. México City, México. PP., 26-27.
- Puertas, G.M. 1992. Genética, Fundamentos y Perspectivas. McHill. España. P. 741.
- Ramírez, L. 2006. Mejora de plantas alogamás. Universidad Pública de Navarra. Depto., de Producción Agraria. P.1-33.
- Reyes, C.P. 1985. Fitotecnia Básica y Aplicada. AGT editor S.A. México p. 460.
- Reyes, L.J., J.D. Molina, G., M.A. Oropesa, R., E.C. Moreno P. 2004. Cruzas dialélicas entre líneas autofecundadas de maíz derivadas de la raza tuxpeño. Rev. Fitotec. Mex. 27(001):49-56.

- Rodríguez, M.F.A; Sierra, M.M; Cano, R.O; Castañón, N.G. 1997. Three way crosses as an alternative for producing maize in Veracruz, México. In: Coors G.M; Pandey S. (ed). The international symposium about the Genetics and Exploitation of Heterosis in crops. México city. México. P 238.
- Sámano, G.D. y H. De León, C. 2003. Efectos de aptitud combinatoria en dos poblaciones de maíz adaptadas al Bajío. Instituto Mexicano del Maíz. UAAAN. Saltillo, Coahuila.
- Sámano, G.D., H. De León C., A. De la Rosa, L. 2005. Clasificación de líneas élite dentro de grupos heteroticos a través de mestizos. Instituto Mexicano del Maíz. UAAAN. Saltillo, Coahuila.
- Singh R.K. and Chaudary, B.D. 1985. Line x tester analysis. 3<sup>a</sup> edition. Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis. PP. 205-214.
- Sierra, M.M., F.A. Rodríguez, M., R.A. Castillo, G. y F. Márquez, S. 1992. La aplicación de los parámetros de estabilidad en el mejoramiento de maíz de la región sur de México. In: Memorias de simposio de Interacción Genotipo ambiente en geotecnia vegetal Guadalajara, Jal. P. 239-260.
- Sierra M.M. 2002. Uso de probadores en la selección de líneas para formar híbridos de maíz (*Zea mays* L). Universidad de colima. Tesis de doctorado en ciencias agrícolas y forestales. Tecomán, Colima, México.
- Sierra, M.M., A. Palafox, C., A. Espinoza, C., F. Caballero, H., F. Rodríguez, M., S. Barrón F., R. Valdivia, B. 2005. Adaptabilidad de híbridos triples de

maíz y de sus progenitores para la región tropical del sureste de México. *Agronomía mesoamericana* 16(1): 13-18.

Soengas, P., B. Ordás, R.A. Malvar, P. Revilla y A. Ordás. 2003. Performance of Flint maize in crosses with testers from different heterotic groups. *Maydica* 48: 85-91.

Vasal, S.K., N. Vergara., S. Mclean. 1994. estrategias en el desarrollo de híbridos tropicales de Maíz. *Agronomía Mesoamericana*. 5: 184-189.

Vasal, S.K., F. San Vicente., S. Mclean., K. Ramanujan., M. Barandarian., A. Ramírez., G. Ávila. 1997 a. Avances en el desarrollo de líneas como probadores en germoplasma tropical de maíz. In: síntesis de resultados experimentales 1993-1995 del programa regional de maíz para Centroamérica y el Caribe (PRM). P. 45-49.

Vasal, S.K., F. San Vicente., S. Mclean., K. Ramanujan., M. Barandarian., A. Ramírez., G. Ávila. 1997 b. Necesidad y beneficio de lotes de evaluación de líneas para diversos propósitos en el mejoramiento de Maíz. In: síntesis de resultados experimentales 1993-1995 del programa regional de Maíz para Centroamérica y el Caribe (PRM). P. 50-55.

Vasal, S.K., H. Córdova., S. Pandey., H. G. Srinivasan. 1999. Tropical maize and heterosis. In: J D Coors, S Pandey (ads). *The genetics and exploitation of heterosis in crops*. ASA, CSSA, and SSSA. Madison. WI pp. 363-373.

Vergara, N., S. Pandey., S.K. Vasal., S. Mclean y S. Rodríguez. 1998. Comportamiento de líneas con caracteres contrastantes. *Agronomía Mesoamericana*. 9(2): 97-104.

## VIII. APÉNDICE

**Cuadro A.1** Comparación de medias entre las dos localidades para cuatro variables de importancia agronómica.

Localidad	FM (días)	AP (cm)	RMP (%)	REND (tha-1)
Comonfort	74	235	52.43	16.28
Juventino				
Rosas	78	202	50.21	7.34

FM= floración masculina, AP= altura de planta, RMP= relación mazorca planta REND= rendimiento

**Cuadro A.2** Efectos de aptitud combiantoria específica (ACE) para rendimiento y otras variables de importancia agronómica de todos los híbridos simples evaluados en el ciclo P-V 2005.

HIB	LIN	P	MR	REND	AP	AR	AT	CM	CP	FH	FM	MC	PF	RMP
75	36	149	16.81	-0.72	-7.66	1.87	0.90	0.68	0.05	-1.56 *	-1.61 *	4.76	3.35	4.14 *
89	49	150	16.58	-2.45 **	-7.15	1.79	0.72	0.68	0.47 *	-1.14	-0.92	9.53	3.42	3.94 *
59	22	151	16.38	-2.49 **	-6.14	1.48	0.90	0.75	0.08	-0.36	-0.87	5.36	3.35	2.97
190	114	9	15.58	-2.69 **	-10.31 *	-2.35	-0.85	0.41	0.16	-3.61 **	-3.29 **	-10.97	-0.07	0.88
85	46	150	15.26	-1.32	-2.15	0.42	0.72	0.30	-0.16	0.48	0.71	8.28	3.29	5.32 *
99	58	134	14.95	-0.26	-6.09	-0.56	-0.04	-1.62 *	-0.32	3.78 **	3.56 **	2.68	1.79	-2.74
66	28	148	14.79	0.76	2.19	-1.05	0.64	0.19	-0.23	0.69	0.51	10.45	1.82	4.12 *
139	92	141	14.74	0.05	4.07	-0.19	-1.35	0.00	-0.34	3.10 **	3.21 **	7.70	-1.11	-5.70
79	40	148	14.69	0.76	2.19	-1.05	0.64	0.19	-0.23	0.69	0.51	10.45	1.82	4.12 *
39	16	107	14.69	-0.03	-1.14	0.52	0.06	0.37	0.03	-1.23	-1.37 *	-20.22 **	-5.11 *	-0.62
56	21	19	14.67	1.73 *	3.40	1.42	-0.79	0.10	0.14	-1.54 *	-1.62 *	-17.74 **	-5.80 *	-3.57
65	27	148	14.56	0.76	2.19	-1.05	0.64	0.19	-0.23	0.69	0.51	10.45	1.82	4.12 *
91	51	148	14.53	0.76	2.19	-1.05	0.64	0.19	-0.23	0.69	0.51	10.45	1.82	4.12 *
47	19	118	14.46	0.73	13.23 *	3.00	0.40	0.60	0.16	-0.88	-1.06	-2.10	0.24	1.22
40	17	7	14.31	1.83 *	1.19	2.71	0.60	0.51	0.14	-0.87	-0.54	-9.27	-3.50	-2.10
58	22	150	14.15	-2.22 **	1.18	2.37	0.72	0.68	0.72 **	-0.14	-0.33	5.61	2.92	2.86
185	111	20	14.05	1.34	-6.14	-2.35	0.65	0.16	0.33	-1.69 *	-1.45 *	6.86	-10.24 **	0.22
125	79	136	14.03	-0.75	-1.97	0.86	-0.89	-1.96 *	-0.17	3.77 **	4.21 **	-1.30	-0.65	-0.41
25	13	116	13.98	1.12	4.69	0.56	-0.19	0.16	0.41	-2.44 **	-2.45 **	-5.39	-3.82	0.72
147	96	55	13.88	-2.21 **	-13.22 *	0.23	-0.02	0.33	0.33	1.98 **	2.13 **	3.45	2.35	-4.20 *
49	19	119	13.87	-0.41	-3.43	1.50	0.90	0.52	0.33	-2.21 **	-1.89 **	-10.76	1.33	1.63
73	34	155	13.84	-2.42 **	-14.47 **	2.15	0.90	1.00	0.58 *	-2.61 **	-2.70 **	12.03	3.85	0.55 *
133	86	129	13.80	0.53	4.28	-0.45	0.90	-1.40	-0.27	4.54 **	4.55 **	-1.07	1.25	0.65
76	37	150	13.78	-2.45 **	-7.15	1.79	0.72	0.68	0.47 *	-1.14	-0.92	9.53	3.42	3.94 *
150	98	146	13.72	0.33	-13.85 **	2.15	0.90	0.50	0.08	0.27	0.05	10.28	3.85	1.55
83	44	148	13.67	0.76	2.19	-1.05	0.64	0.19	-0.23	0.69	0.51	10.45	1.82	4.12 *
192	115	147	13.65	-1.27	-9.47	-3.23	-0.23	-0.82	-0.17	-0.48	-0.08	7.47	0.54	-0.39
149	97	55	13.56	-1.57 *	-0.72	-0.14	-0.02	0.21	0.33	2.73 **	2.63 **	3.20	1.47	-3.07
105	64	135	13.56	-2.02 *	-12.69 *	-4.78 *	0.90	-2.36 *	-0.25	1.39 *	1.44 *	-8.40	1.85	-0.88
63	25	148	13.51	0.76	2.19	-1.05	0.64	0.19	-0.23	0.69	0.51	10.45	1.82	4.12 *
146	95	55	13.45	-0.47	-7.39	-0.27	0.31	0.25	-0.17	2.81 **	2.80 **	12.11	0.51	-3.45 *
6	2	18	13.44	1.60 *	5.94	-1.60	-0.17	0.62	0.12	-3.23 **	-3.47 **	-15.37 *	-4.28	-4.78
166	105	126	13.41	0.15	10.32 *	3.40	0.90	0.54	0.20	0.89	0.42	0.70	-7.61 **	-4.91
28	14	9	13.38	-1.48	-6.56	-0.48	0.52	0.41	0.28	-3.11 **	-3.16 **	3.28	-0.57	0.51
134	87	34	13.37	-0.52	-3.22	-0.35	-0.48	-1.13	-0.05	3.77 **	4.05 **	-28.35 **	-1.40	0.68
27	13	9	13.36	-2.58 **	-14.89 **	-2.10	-0.85	1.33	0.41	-3.52 **	-3.20 **	1.78	-1.65	-0.20
36	16	123	13.35	-0.83	-2.39	1.15	0.69	0.62	0.41	-0.61	-0.50	-3.10	0.26	1.26 *
61	23	149	13.34	-0.56	-4.53	0.62	-0.48	0.05	-0.45 *	-0.69	-0.36	10.13	-0.03	4.89 *
96	56	132	13.33	0.42	7.40	1.65	0.77	-0.79	-0.05	2.89 **	3.09 **	-2.01	3.43	-1.82
51	20	4	13.31	1.96 *	-11.97 *	-0.52	0.90	0.16	0.12	-2.02 **	-2.41 **	-10.93	0.60	1.30

Continuación cuadro A.2.....

124	79	129	13.29	0.38	14.28 **	-1.37	0.48	-1.24	-0.52 *	5.29 **	4.96 **	-7.90	3.00	0.82
23	11	18	13.20	-1.23	-6.56	0.65	0.90	0.75	0.24	-3.61 **	-3.79 **	7.95	0.35	-1.03
60	23	148	13.01	0.60	-0.94	0.20	2.02	0.81	0.27	-0.18	-0.74	5.08	5.20 *	3.37 *
162	104	122	13.01	1.32	7.82	3.21	-1.56	0.06	0.39	0.10	-0.29	-4.49	-10.36 **	-0.28
86	46	154	13.00	-2.34 **	-0.10	3.65	0.90	0.62	0.45 *	-1.73 **	-1.20	11.40	0.22	4.30 *
126	79	140	12.98	-2.01 *	-1.97	0.98	0.48	-1.09	-0.17	1.64 *	1.96 **	3.70	2.35	0.22
115	72	134	12.87	-0.26	-6.09	-0.56	-0.04	-1.62 *	-0.32	3.78 **	3.56 **	2.68	1.79	-2.74
176	108	20	12.81	0.65	3.86	1.48	-0.69	0.50	0.24	-3.02 **	-3.12 **	-9.55	-7.15 **	1.13
87	47	150	12.80	-2.45 **	-7.15	1.79	0.72	0.68	0.47 *	-1.14	-0.92	9.53	3.42	3.94 *
90	50	148	12.77	0.76	2.19	-1.05	0.64	0.19	-0.23	0.69	0.51	10.45	1.82	4.12 *
64	26	149	12.70	-0.72	-7.66	1.87	0.90	0.68	0.05	-1.56 *	-1.61 *	4.76	3.35	4.14 *
45	18	119	12.70	-0.72	2.19	2.56	0.90	0.46	0.20	-2.52 **	-2.20 **	-14.01 *	-0.11	-1.87
123	78	138	12.67	0.16	-2.31	2.57	-0.47	-1.47	-0.07	2.43 **	2.60 **	-0.26	0.56	-0.92
38	16	103	12.62	-1.49	-6.77	-0.73	-0.56	0.62	0.28	-0.36	-0.37	-13.72 *	-1.49	-0.12
15	5	16	12.55	2.00 *	10.53 *	-0.98	-1.98	0.00	-0.42	-3.48 **	-3.20 **	-1.35	-7.15 **	-1.45
77	38	150	12.45	-2.45 **	-7.15	1.79	0.72	0.68	0.47 *	-1.14	-0.92	9.53	3.42	3.94 *
26	13	117	12.44	-1.84 *	-9.06	0.15	0.90	0.91	0.58 *	-3.27 **	-3.12 **	2.53	1.01	1.47
178	109	19	12.43	-0.02	-12.02 *	2.17	2.46 *	0.68	0.06	-2.88 **	-2.95 **	8.26	-1.80	-2.57
187	112	122	12.43	-0.52	-3.43	1.65	1.56	0.50	0.33	-3.02 **	-3.29 **	-6.80	1.89	-0.91
183	110	153	12.41	1.26	6.53	-1.19	-1.96	-0.38	-0.19	0.83	0.98	9.26	-3.82	2.07
68	30	148	12.39	0.76	2.19	-1.05	0.64	0.19	-0.23	0.69	0.51	10.45	1.82	4.12 *
188	112	12	12.38	1.36	0.21	-1.10	-3.17 **	0.12	0.39	-2.36 **	-2.39 **	-15.85 *	-4.03	2.30
34	16	8	12.36	-1.08	-9.58	3.02	-0.56	0.75	0.35	-0.61	-0.87	-2.47	2.14	0.57
53	20	8	12.34	-0.73	-8.54	2.23	0.90	0.54	0.31	-2.52 **	-2.29 **	-1.30	1.72	-0.01
186	111	153	12.30	0.21	-1.14	-1.60	-2.35 *	0.41	-0.30	-1.27 *	-1.25 *	-12.35	6.39 *	2.55
148	97	46	12.28	-1.50	-9.47	0.77	0.90	0.37	0.08	1.14	1.30 *	8.53	0.97	-4.57
35	16	121	12.27	-1.11	-6.77	2.02	-0.56	0.62	0.66 **	-1.11	-1.12	-4.60	-1.99	-0.62
95	55	154	12.26	-1.21	4.90	2.27	0.90	0.25	-0.17	-0.11	0.42	10.15	0.10	5.68
37	16	14	12.18	-0.61	8.57	-2.23	1.94	0.54	0.12	-2.44 **	-2.20 **	-23.22 **	-1.32	-4.28
170	106	127	12.18	1.54	5.84	1.84	-0.60	0.43	-0.05	-4.86 **	-4.89 **	2.84	0.97	2.30
122	78	137	12.17	-1.12	3.94	1.19	-0.47	-1.59 *	0.05	2.30 **	2.48 **	-6.88	2.94	-0.54
78	39	150	12.11	-2.45 **	-7.15	1.79	0.72	0.68	0.47 *	-1.14	-0.92	9.53	3.42	3.94 *
43	17	123	12.03	-1.04	-2.35	-0.83	-0.90	0.60	0.10	-1.96 **	-1.83 **	-9.90	-1.00	-1.72 *
164	104	126	11.99	-0.05	-5.93	0.96	-0.23	0.48	0.14	-2.48 **	-2.70 **	-7.49	2.89	0.97
71	33	133	11.99	3.42 **	8.03	-4.10 *	-0.73	-0.88	-0.30	2.39 **	2.30 **	12.03	1.72	4.43
52	20	6	11.96	0.62	-0.10	1.23	-1.23	0.54	-0.01	-2.52 **	-2.54 **	-17.30 *	-2.28	-2.45
189	113	110	11.95	0.38	-2.47	-0.73	0.27	0.50	-0.05	0.27	0.17	-4.47	-4.90 *	-0.32
151	98	148	11.94	-0.13	-3.44	-1.68	0.02	0.19	-0.23	1.07	1.14	10.83	1.20	-0.13
157	102	147	11.86	-1.40	-6.04	-5.16 **	0.08	-0.69	-0.17	-1.86 **	-1.39 *	8.28	1.10	-2.45
54	21	118	11.84	-1.15	-9.89	1.40	0.40	1.08	0.16	-2.94 **	-2.54 **	-15.05 *	1.35	-2.78
48	19	7	11.81	-1.83 *	-3.43	1.75	-0.10	0.60	0.24	-2.21 **	-2.22 **	-17.85 **	0.41	-1.70
101	60	134	11.79	-0.26	-6.09	-0.56	-0.04	-1.62 *	-0.32	3.78 **	3.56 **	2.68	1.79	-2.74
33	15	107	11.76	1.14	5.84	-1.85	-1.85	0.37	0.08	-1.48 *	-1.20	4.09	-8.71 **	1.24
50	19	8	11.72	-1.78 *	-10.41 *	-0.41	0.90	0.81	0.14	-3.04 **	-2.64 **	-16.35 *	1.04	0.24
181	110	111	11.72	0.03	-2.22	-1.60	0.21	0.37	0.26	-0.67	-0.89	1.47	-3.78	-2.76
118	75	134	11.65	-0.26	-6.09	-0.56	-0.04	-1.62 *	-0.32	3.78 **	3.56 **	2.68	1.79	-2.74
14	4	15	11.65	1.98 *	10.78 *	-1.96	0.29	0.31	0.10	-3.54 **	-3.39 **	3.97	-0.99	-2.41
41	17	119	11.63	-1.48	3.69	3.21	0.35	0.93	0.48 *	-2.12 **	-2.20 **	1.06	0.91	-2.52
102	61	132	11.62	-0.54	8.03	1.65	0.15	-1.17	-0.17	2.39 **	2.46 **	3.36	3.43	-3.20
169	106	11	11.62	1.70 *	9.59	1.19	0.90	0.37	0.01	-3.13 **	-3.16 **	1.47	2.12	1.28
167	106	124	11.61	0.69	4.59	2.27	0.90	0.25	0.01	-1.42 *	-1.58 *	-14.53 *	0.41	-0.39
154	101	141	11.60	0.42	9.69	-1.56	-0.73	-0.25	-0.47 *	3.98 **	4.21 **	8.82	3.26	-4.57 **
160	103	126	11.57	0.41	5.11	2.65	0.90	0.08	0.33	-1.11	-1.29 *	3.70	-3.49	0.47
127	80	136	11.52	-1.35	-8.22	1.02	-0.48	-1.63 *	-0.17	3.77 **	4.05 **	1.78	0.85	-0.07
46	18	121	11.51	-1.06	3.03	0.90	0.90	0.62	0.08	-1.86 **	-1.70 **	-17.22 *	-0.78	-1.70
121	78	128	11.50	1.79 *	4.27	-0.74	-1.53	-0.73	-0.28	4.24 **	4.34 **	-1.68	0.74	0.33
194	115	153	11.49	0.12	5.21	-3.62	-0.96	-0.13	-0.13	-1.48 *	-1.39 *	6.38	-2.88	-0.18
179	109	153	11.49	0.00	7.61	-1.35	-2.77 *	0.00	0.28	1.06	0.67	3.49	-0.28	0.63
113	71	130	11.47	0.84	3.03	0.40	0.27	-1.13	-0.05	3.77 **	3.92 **	-4.35	1.85	-1.07
117	74	135	11.44	-2.02 *	-12.69 *	-4.78 *	0.90	-2.36 *	-0.25	1.39 *	1.44 *	-8.40	1.85	-0.88
173	107	152	11.43	0.60	4.11	2.73	0.48	0.25	-0.09	0.23	0.05	-10.30	-2.15	-1.70
97	56	142	11.42	-0.95	2.40	-1.35	0.27	-0.88	-0.05	3.89 **	3.92 **	-2.10	2.60	-3.07
128	81	131	11.41	0.54	-5.72	-4.60 *	0.27	-2.00 *	-0.55 *	5.89 **	5.92 **	-13.35 *	-1.28	-0.32
42	17	8	11.40	-0.94	5.46	-0.45	0.35	0.47	0.29	-0.96	-0.95	-4.77	-0.88	-0.91
174	108	127	11.34	-0.03	-9.89	-1.12	-1.02	0.56	0.26	-1.17	-1.35 *	4.32	-1.55	-2.43 *
116	73	134	11.32	-0.26	-6.09	-0.56	-0.04	-1.62 *	-0.32	3.78 **	3.56 **	2.68	1.79	-2.74
177	109	18	11.30	-1.67 *	-5.72	-0.27	-0.60	0.75	0.16	-3.44 **	-3.29 **	4.36	-0.74	0.72
165	105	125	11.30	0.46	2.40	2.52	0.90	0.18	0.08	-0.92	-1.20	-0.53	-1.15	2.55 *
175	108	15	11.25	0.03	-4.89	0.40	-0.44	0.75	-0.09	-4.36 **	-4.04 **	0.45	-1.07	-4.20
57	22	149	11.21	-3.42 **	-15.57 **	0.96	0.90	0.93	0.05	-2.31 **	-2.78 **	5.84	2.85	3.31
13	4	14	11.02	0.89	-7.39	1.71	-1.29	0.23	-0.15	-2.13 **	-2.22 **	-5.78	-0.49	-0.74
144	95	141	11.00	-0.67	-3.85	-0.94	-2.52 *	-0.09	-0.34	2.43 **	2.63 **	1.61	-0.44	-7.45
114	71	134	10.99	-0.50	-9.22	-1.56	-1.92	-1.62 *	-0.20	4.15 **	3.81 **	-5.82	-0.84	-2.49

Continuación A.2.....

29	14	17	10.97	0.38	0.53	-5.60 **	-0.48	0.37	0.08	-2.86 **	-2.45 **	-11.10	-8.40 **	1.80
132	85	132	10.93	-0.54	8.03	1.65	0.15	-1.17	-0.17	2.39 **	2.46 **	3.36	3.43	-3.20
131	84	143	10.92	0.81	17.19 **	-0.60	-0.85	-0.34	-0.34	3.31 **	3.63 **	10.28	1.51	-0.20
171	107	124	10.92	0.25	2.86	2.73	0.48	0.37	0.16	0.35	0.30	8.95	-0.78	-2.45
155	101	144	10.86	1.70 *	9.90	-0.89	-1.89	-0.17	-0.63 **	3.35 **	3.21 **	-0.35	-5.11 *	-5.82
180	110	19	10.84	-1.26	-2.10	0.59	-1.23	0.81	0.58 *	0.14	-0.14	-1.47	-4.34	-1.64
22	10	11	10.83	1.16	13.03 *	-0.44	0.90	0.50	0.08	-4.94 **	-5.04 **	8.78	1.68	2.47
137	90	141	10.80	0.05	4.07	-0.19	-1.35	0.00	-0.34	3.10 **	3.21 **	7.70	-1.11	-5.70 **
9	3	127	10.78	1.79 *	8.96	0.52	1.21	0.37	0.26	-3.92 **	-4.08 **	3.59	1.47	-0.39
5	2	14	10.71	0.20	-1.64	0.15	-1.42	0.54	0.28	-2.32 **	-2.22 **	-0.53	-2.11	0.88 *
145	95	144	10.69	1.05	17.61 **	-1.02	-0.44	-0.25	-0.26	4.06 **	4.13 **	-1.80	0.43	-3.70
163	104	125	10.67	1.04	6.15	1.59	-0.23	0.12	0.26	-0.54	-0.83	-10.22	-5.15 *	-3.57
184	111	12	10.67	-0.29	5.42	0.73	-1.00	0.29	0.22	-1.27 *	-1.81 **	-6.51	-4.57	0.09
141	93	145	10.63	0.86	13.03 *	-1.35	-0.60	0.25	-0.17	4.14 **	4.17 **	10.65	2.35	0.05
135	88	143	10.62	0.81	17.19 **	-0.60	-0.85	-0.34	-0.34	3.31 **	3.63 **	10.28	1.51	-0.20
182	110	112	10.61	0.03	-2.22	-1.60	0.21	0.37	0.26	-0.67	-0.89	1.47	-3.78	-2.76
109	67	133	10.60	1.54	6.15	-2.10	-0.85	-0.50	-0.55 *	5.02 **	5.05 **	11.40	2.47	-0.45
20	8	19	10.59	0.49	-4.10	1.59	-0.54	0.68	0.39	-3.54 **	-3.33 **	-3.66	2.66	-1.20
129	82	34	10.52	-0.52	-3.22	-0.35	-0.48	-1.13	-0.05	3.77 **	4.05 **	-28.35 **	-1.40	0.68
140	93	139	10.50	0.91	8.65	-3.35	-1.98	0.25	-0.67 **	4.27 **	4.05 **	9.28	-2.40	-1.45
136	89	129	10.49	0.53	4.28	-0.45	0.90	-1.40	-0.27	4.54 **	4.55 **	-1.07	1.25	0.65 **
158	103	122	10.46	-0.34	2.61	2.15	-1.69	0.41	0.33	-0.27	-0.62	-16.80 *	-8.74 **	0.22
142	94	139	10.39	2.92 **	21.15 **	-1.23	-2.23 *	-0.25	-0.42	4.02 **	4.17 **	0.78	-1.15	-1.20
130	83	131	10.36	0.54	-5.72	-4.60 *	0.27	-2.00 *	-0.55 *	5.89 **	5.92 **	-13.35 *	-1.28	-0.32
98	57	143	10.31	0.81	17.19 **	-0.60	-0.85	-0.34	-0.34	3.31 **	3.63 **	10.28	1.51	-0.20
152	99	146	10.25	-0.56	-19.47 **	1.52	0.27	0.50	0.08	0.64	0.67	10.65	3.22	-2.70 **
100	59	134	10.25	-0.26	-6.09	-0.56	-0.04	-1.62 *	-0.32	3.78 **	3.56 **	2.68	1.79	-2.74
1	1	118	10.24	-0.68	-4.89	-1.31	0.40	0.66	0.16	-4.32 **	-4.37 **	-15.22 *	0.68	-1.16
62	24	148	10.21	0.76	2.19	-1.05	0.64	0.19	-0.23	0.69	0.51	10.45	1.82	4.12 *
55	21	7	10.18	-2.73 **	-1.56	1.40	0.15	1.08	0.49 *	-1.52 *	-1.70 **	-2.30	3.01	2.05
110	68	130	10.18	0.60	-0.10	-0.60	-1.60	-1.13	0.08	4.14 **	4.17 **	-12.85 *	-0.78	-0.82
138	91	141	10.17	0.05	4.07	-0.19	-1.35	0.00	-0.34	3.10 **	3.21 **	7.70	-1.11	-5.70 **
7	3	116	10.17	1.15	-6.04	-1.12	-1.87	0.31	-0.09	-4.27 **	-4.60 **	-7.45	-0.30	-0.07
172	107	110	10.13	-0.31	2.86	1.11	1.11	0.50	0.03	-0.15	-0.08	-4.55	-1.90	1.18
111	69	138	10.11	0.03	-5.72	1.02	-0.35	-1.63 *	-0.05	2.27 **	2.17 **	-16.35 *	1.47	-2.82
107	66	134	10.09	-0.26	-6.09	-0.56	-0.04	-1.62 *	-0.32	3.78 **	3.56 **	2.68	1.79	-2.74
2	1	120	10.09	3.07 **	10.94 *	3.61	0.48	0.16	-0.17	-5.23 **	-4.54 **	-14.39 *	0.68	-1.99
153	100	141	9.91	0.05	4.07	-0.19	-1.35	0.00	-0.34	3.10 **	3.21 **	7.70	-1.11	-5.70 *
74	35	148	9.87	0.76	2.19	-1.05	0.64	0.19	-0.23	0.69	0.51	10.45	1.82	4.12 *
3	2	5	9.85	0.80	6.78	1.40	-0.17	0.37	-0.05	-3.23 **	-3.14 **	-13.78 *	-0.78	-2.95
103	62	128	9.65	1.46	11.69 *	1.71	-0.17	-1.30	-0.01	4.66 **	4.83 **	2.23	1.65	1.42
11	4	127	9.64	-0.18	0.78	-0.23	0.96	0.37	0.20	-2.36 **	-2.20 **	-6.41	-2.21	-1.14
44	17	15	9.62	-1.59 *	-6.72	1.63	0.93	0.60	0.56 *	-0.71	-0.95	-3.52	-0.34	5.07
80	41	148	9.49	0.76	2.19	-1.05	0.64	0.19	-0.23	0.69	0.51	10.45	1.82	4.12 *
104	63	128	9.40	1.46	11.69 *	1.71	-0.17	-1.30	-0.01	4.66 **	4.83 **	2.23	1.65	1.42
70	32	148	9.23	0.76	2.19	-1.05	0.64	0.19	-0.23	0.69	0.51	10.45	1.82	4.12 *
112	70	129	9.12	0.53	4.28	-0.45	0.90	-1.40	-0.27	4.54 **	4.55 **	-1.07	1.25	0.65
82	43	148	9.02	0.76	2.19	-1.05	0.64	0.19	-0.23	0.69	0.51	10.45	1.82	4.12 *
81	42	148	9.01	0.76	2.19	-1.05	0.64	0.19	-0.23	0.69	0.51	10.45	1.82	4.12 *
120	77	134	8.95	-0.26	-6.09	-0.56	-0.04	-1.62 *	-0.32	3.78 **	3.56 **	2.68	1.79	-2.74
168	106	125	8.90	-0.66	4.59	1.90	0.90	0.43	0.39	-0.86	-0.95	5.90	-2.09	-0.76
161	104	116	8.90	-1.84 *	-0.10	2.38	1.94	1.31	0.72 **	-2.15 **	-2.04 **	16.67 *	0.14	-0.20
159	103	125	8.75	0.01	-0.31	3.27	0.90	0.73	0.20	-1.67 *	-1.91 **	6.47	1.97	-2.82
31	15	17	8.71	1.47	8.96	0.02	-1.23	0.25	-0.30	-3.11 **	-3.08 **	2.72	-5.09 *	0.61
12	4	12	8.71	-0.17	-8.91	-2.54	-0.85	0.43	0.33	-2.29 **	-2.58 **	-12.16	-4.40	-1.20
84	45	148	8.66	0.76	2.19	-1.05	0.64	0.19	-0.23	0.69	0.51	10.45	1.82	4.12 *
119	76	128	8.65	1.46	11.69 *	1.71	-0.17	-1.30	-0.01	4.66 **	4.83 **	2.23	1.65	1.42
32	15	20	8.51	-0.68	2.71	-1.44	-0.89	0.62	-0.01	-1.77 **	-2.29 **	-12.91 *	-0.01	0.24
4	2	6	8.49	-0.94	-8.85	1.65	1.96	0.50	0.20	-3.23 **	-3.14 **	7.97	3.60	0.05
10	3	12	8.43	0.38	-0.72	1.21	1.65	0.43	0.14	-3.61 **	-3.45 **	-3.66	-0.96	-0.45
8	3	11	8.34	0.07	5.21	-1.87	-0.79	0.56	0.58 *	-3.19 **	-3.35 **	-1.53	-0.88	1.84
88	48	149	8.32	-0.72	-7.66	1.87	0.90	0.68	0.05	-1.56 *	-1.61 *	4.76	3.35	4.14 *
94	54	148	8.27	0.76	2.19	-1.05	0.64	0.19	-0.23	0.69	0.51	10.45	1.82	4.12 **
19	8	120	8.18	1.94 *	7.19	0.98	0.48	0.41	-0.17	-4.36 **	-4.41 **	-1.64	-0.94	-2.99
108	67	129	7.78	-0.89	3.03	-1.08	-0.73	-1.40	-0.02	4.42 **	4.42 **	-0.45	0.50	0.78
24	12	3	7.69	3.73 **	9.28	-3.35	0.90	-0.50	-0.17	-6.11 **	-6.20 **	-0.97	0.35	1.30
16	6	108	7.50	3.92 **	1.78	3.65	-1.85	0.00	0.08	-5.36 **	-5.20 **	-26.47 **	1.10	-3.20 **
69	31	149	7.32	-0.72	-7.66	1.87	0.90	0.68	0.05	-1.56 *	-1.61 *	4.76	3.35	4.14 *
17	7	4	7.16	1.91 *	22.40 **	2.90	-4.35 **	0.12	-0.30	-2.36 **	-2.20 **	5.78	-0.40	6.80 **
67	29	148	7.09	0.76	2.19	-1.05	0.64	0.19	-0.23	0.69	0.51	10.45	1.82	4.12 *
21	9	120	6.56	3.15 **	8.44	0.98	0.48	0.16	-0.17	-6.36 **	-6.04 **	-7.89	1.43	-2.12
93	53	148	6.53	0.76	2.19	-1.05	0.64	0.19	-0.23	0.69	0.51	10.45	1.82	4.12 *
143	94	144	6.49	0.12	-5.72	-2.14	-2.52 *	0.08	-0.76 **	3.23 **	2.96 **	10.65	-3.49	-3.45 **
30	15	16	6.31	-0.52	-11.04 *	-0.23	1.65	0.62	0.58 *	-0.98	-0.95	-11.03	-11.09 **	-0.01
106	65	24	5.93	5.50 **	13.03 *	-1.10	0.90	-0.25	-0.92 **	3.89 **	4.05 **	-27.22 **	2.35	3.80
18	7	153	5.71	-0.47	-36.35 **	-2.94	3.98 **	-0.13	0.37	-0.36	-0.70	-8.30	-1.94	-6.37
72	33	148	5.41	-2.53 **	-0.94	0.32	-1.11	0.56	-0.23	3.19 **	3.14 **	10.45	1.82	-0.63

HIB= híbrido, LIN=línea, P=probador, MR= media de rendimiento t ha-1, REND=rendimiento, AP=altura de planta,AR=acame de raíz, AT=acame de tallo, CM=calificación de mazorca, CP= calificación de planta, FF= floración femenina, FM= floración masculina, MC= mala cobertura, PF= plantas con *fusarium spp*, RMP= relación mazorca/planta.

**Cuadro A.3** efectos de aptitud combiantoria específica (ACE) para rendimiento y otras variables de importancia agronomica de todos los híbridos triples evaluados en el ciclo P-V 2005.

HIB	LIN	PRO	M	Ren	REND	AP	AR	AT	CM	CP	FH	FM	MC	PF	RMP
23	16	6	.	1.13	10.08	0.92	0.31	0.28	-0.10	-0.44	-0.41	-1.20	0.96	0.75	
34	28	6	17.18	2.27 *	14.45 *	0.92	0.31	0.16	-0.10	-1.32	-0.66	-1.20	0.34	2.88	
17	13	5	16.61	-1.99 *	-12.69 *	0.67	0.18	0.51	0.12	-1.74 *	-1.36	3.25	1.49	0.82	
33	27	6	15.63	0.68	4.04	1.42	0.66	0.28	-0.06	-2.00 *	-1.81 *	-0.28	1.99	1.00	
12	33	2	15.53	0.98	-1.74	0.67	-0.15	-0.40	-0.17	-0.60	-0.20	1.35	1.12	0.45	
20	32	5	15.44	-1.99 *	-12.69 *	0.67	0.18	0.51	0.12	-1.74 *	-1.36	3.25	1.49	0.82	
42	27	7	15.29	0.44	13.77 *	-1.97	-1.09	0.15	-0.11	3.61 **	3.36 **	-4.31	-3.24	-1.51 *	
7	25	2	15.14	1.48	12.05 *	1.07	-0.52	0.09	-0.14	1.06	0.92	-3.52	0.39	3.53	
41	25	7	15.12	0.32	1.06	0.03	-0.03	0.07	0.26	-1.16	-0.91	0.02	-0.18	-1.01	
19	28	5	14.91	-3.13 **	-17.06 **	0.67	0.18	0.63	0.12	-0.86	-1.11	3.25	2.11	-1.31	
18	22	5	14.35	-1.99 *	-12.69 *	0.67	0.18	0.51	0.12	-1.74 *	-1.36	3.25	1.49	0.82	
6	24	2	14.25	0.49	-4.62	-0.93	-0.52	0.09	-0.14	0.15	0.17	1.98	-2.52	-5.89	
43	33	7	14.21	-0.39	-14.60 *	0.38	-0.28	0.45	0.36	-1.32	-2.03 *	-0.36	0.17	2.29	
40	24	7	14.00	-0.89	0.65	1.28	-0.03	0.57	0.26	-1.57	-1.41	-2.73	2.90	4.08	
13	11	3	13.78	-0.51	-12.81 *	-1.55	0.68	-1.64 **	0.10	2.51 **	2.54 **	0.60	0.11	-1.63	
29	24	6	13.70	0.84	11.33 *	0.92	0.31	-0.05	-0.10	0.06	0.25	-1.12	0.80	2.83	
25	18	6	13.66	1.13	10.08	0.92	0.31	0.28	-0.10	-0.44	-0.41	-1.20	0.96	0.75	
15	26	4	13.60	-0.42	-4.35	0.40	-0.57	0.28	0.05	0.59	-0.21	-5.65 *	-1.68	-0.63	
16	34	4	13.56	-0.42	-4.35	0.40	-0.57	0.28	0.05	0.59	-0.21	-5.65 *	-1.68	-0.63	
45	9	8	13.28	-0.62	-9.35	-4.51 **	0.68	-0.97	0.14	2.76 **	2.04 *	4.27	-6.68 **	-4.13	
37	33	6	13.10	0.54	18.58 **	0.77	0.06	0.58	-0.25	0.06	0.39	-2.25	-1.19	-0.20	
28	10	6	12.85	1.13	10.08	0.92	0.31	0.28	-0.10	-0.44	-0.41	-1.20	0.96	0.75	
1	9	1	12.78	-0.62	-9.35	-4.51 **	0.68	-0.97	0.14	2.76 **	2.04 *	4.27	-6.68 **	-4.13	
5	21	2	12.75	0.58	-1.08	-0.76	0.14	0.26	0.02	-0.31	-0.17	-1.02	1.44	1.65	
48	12	9	12.74	-0.04	-7.69	-3.93 **	-0.23	-2.64 **	-0.53 *	2.59 **	2.38 **	0.44	-0.10	-2.55	
46	11	9	12.68	-0.59	-12.81 *	-1.80	-0.23	-0.64	0.10	2.59 **	2.63 **	4.19	-0.22	-1.30	
3	19	2	12.65	0.23	1.63	0.82	-0.52	0.18	0.11	0.15	0.25	0.90	0.39	1.03	
9	30	2	12.31	1.18	-0.24	1.95	0.60	0.30	-0.02	-0.48	-0.25	-1.10	1.89	2.65	
14	20	4	12.26	0.48	10.65	-1.18	-0.23	0.19	-0.11	-0.07	-0.21	1.35	-1.51	1.95	
21	33	5	12.26	-3.42 **	-4.19	0.27	-0.07	1.06	0.47	-0.49	-0.06	2.20	1.84	-0.13	
8	29	2	12.04	0.23	1.63	0.82	-0.52	0.18	0.11	0.15	0.25	0.90	0.39	1.03	
39	23	7	11.63	-0.91	-4.35	-0.47	-0.03	0.15	0.01	-1.07	-0.83	-1.56	-0.18	-0.76	
38	20	7	11.54	-0.73	-6.85	2.95 *	0.56	0.57	-0.15	0.01	-0.08	2.19	0.74	-2.67	
30	25	6	11.40	-1.36	-5.75	0.17	0.31	0.45	-0.10	-1.27	-1.00	1.63	0.96	-1.50	
36	31	6	11.27	2.11 *	7.58	-0.21	-0.44	0.03	-0.10	-0.32	-0.16	-6.70 *	-0.79	-0.62	
27	21	6	10.50	0.43	15.50 **	4.08 **	-1.03	0.11	0.06	0.48	0.42	2.63	-1.12	-0.50	
35	30	6	10.41	0.18	11.95 *	-0.21	-0.82	0.16	0.02	0.18	0.09	0.80	-0.54	-0.87	
26	20	6	10.28	0.05	-2.42	-0.92	-0.61	-0.05	0.23	-0.86	-1.16	-11.95 **	-0.12	0.08	
2	15	2	9.77	0.23	1.63	0.82	-0.52	0.18	0.11	0.15	0.25	0.90	0.39	1.03	
10	31	2	9.31	-0.75	4.13	1.95	0.23	0.43	0.11	0.02	0.00	6.40 *	2.14	2.40	
22	14	6	5.76	1.13	10.08	0.92	0.31	0.28	-0.10	-0.44	-0.41	-1.20	0.96	0.75	
24	17	6	5.22	1.13	10.08	0.92	0.31	0.28	-0.10	-0.44	-0.41	-1.20	0.96	0.75	

HIB= híbrido, LIN=línea, PROB=probador, Mrend= media de rendimiento t ha-1, REND=rendimiento, AP=altura de planta,AR=acame de raíz, AT=acame de tallo, CM=calificación de mazorca, CP= calificación de planta, FF= floración femenina, FM= floración masculina, MC= mala cobertura, PF= plantas con *fusarium spp.*, RMP= relación mazorca/planta.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.  
This page will not be added after purchasing Win2PDF.