

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



**COMPORTAMIENTO DE HÍBRIDOS TRIPLES CON PROGENITORES DE  
DIFERENTE FONDO GENETICO PARA ELECCIÓN DE DOSIS  
GERMOPLÁSMICAS ÓPTIMAS EN MAÍZ.**

**Por:**

**MAYOLO LEYVA ESCALONA**

**TESIS**

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

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

**Marzo, 2007**

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

**TESIS**

**COMPORTAMIENTO DE HÍBRIDOS TRIPLES CON PROGENITORES DE  
DIFERENTE FONDO GENÉTICO PARA ELECCIÓN DE DOSIS  
GERMOPLÁSMICAS ÓPTIMAS EN MAÍZ.**

**Por:**

**MAYOLO LEYVA ESCALONA**

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

Aprobada por:

---

Dr. Humberto de León Castillo  
Asesor principal

---

Ing. Daniel Sámano Garduño  
Sinodal

---

Dr. Alfredo de la Rosa Loera  
Sinodal

---

M.C. Arnoldo Oyervides García  
Coordinador de la División de Agronomía  
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Marzo, 2007.

## DEDICATORIAS

*Gracias a dios que me permitió tener una familia muy hermosa y unida en todo momento.*

*Con mucho cariño para mis padres:*

*Sr. Mayolo Leyva Hernández y Sra. Antonia Escalona Cruz*

*Por el gran amor que me brindan y por estar conmigo en los momentos mas difíciles en que los necesito, además de darme toda su confianza y apoyo para culminar una etapa mas de mi vida. Así mismo, por sus grandes consejos que aportan para mi formación personal.*

*A todos mis hermanos:*

*Rubén, Luís, Gonzalo, Emilio, Elvira, Yadira, Araceli, Víctor A., Heriberta y a mi hermanita Paty, que fueron parte fundamental para que terminara otro escalón más en mi formación. A Rubén y Luís por sus valiosos consejos que me dan cada vez que los necesito.*

*A mis sobrinos:*

*L. Alberto, Dianita, R. Alejandro (janito), Daniel (pochucho), Margarita y Fátima, que son los niños más maravillosos que están a mí lado. A mis cuñadas (os) y mis tíos que de una u otra forma me han apoyado en el transcurso de todo este proceso de formación.*

*A la familia Luna García, por su amistad brindada en todo este tiempo que estuve en la Universidad.*

*“AMI ALMA TERRA MATER”*

*A TODOS GRACIAS*

## AGRADECIMIENTOS

*Al Dr. Humberto de León Castillo, por darme la oportunidad de realizar el presente trabajo de investigación y ser el asesor principal del mismo, pero sobretodo por su amistad y humildad mostrada durante todo este tiempo.*

*Al Dr. Alfredo de la Rosa Loera, que me brindó su valiosa amistad en cualquier momento, además de colaborar en la revisión del trabajo para que este fuera mejor y por participar como parte del jurado calificador.*

*Al Ing. Daniel Sámano Garduño, el cual permitió compartir sus conocimientos y me tuvo paciencia en la redacción del presente trabajo, también por los consejos que compartió en todo este tiempo que lo conozco.*

*Al M.C. Roberto Dorantes y Francisco Cárdenas, los cuales me demostraron su confianza en todo momento y me apoyaron para llevar acabo la redacción del presente trabajo.*

*A mis amigos: Arturo y Noe musito, Pedro y Ramón Bautista, Juan Ramón, Jesús Z. (524), Ernesto Pantoja, Eduardo y Juan Carlos, quienes me demostraron desinteresadamente su buena amistad, y por compartir durante este tiempo grandes momentos de alegría, además de los consejos que me dieron en los momentos difíciles.*

*Gracias a: M<sup>a</sup> Esther, Erendida, Guille (yuyu), Damalíel (chayan), Alberto (fosi), Ricardo A., Clemente, Eustaquio, Alfredo (perryn), Fernando y José G., los cuales me brindaron su apoyo y amistad incondicionalmente.*

*A la generación 102, y todas aquellas personas que estuvieron conmigo para la realización de este trabajo, gracias.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b> .....	i
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	ii
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	iii
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	iv
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
Patrones heteróticos.....	4
Dosis de germoplasma.....	10
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	13
Material genético.....	13
Descripción de ambientes empleados.....	17
Descripción de la parcela experimental.....	18
Labores culturales.....	18
Datos agronómicos registrados.....	19
Análisis de datos.....	22
Criterios de selección.....	24
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	26
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	45
<b>VI. RESUMEN</b> .....	46
<b>VII. LITERATURA CITADA</b> .....	48
<b>VIII. APÉNDICE</b> .....	52

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
3.1 Genealogías de las líneas que constituyen a cada grupo germoplásmico.....	15
3.2 Genealogías de las cruzas simples (probadores) utilizados en el estudio.....	16
3.3 Combinaciones híbridas realizadas en el estudio.....	17
3.4 Principales características geográficas y ambientales de las localidades de Juventino Rosas y Comonfort, Gto.....	17
4.1 Cuadros medios del análisis de varianza combinado para las combinaciones germoplásmicas evaluadas, en Juventino Rosas y Comonfort, Gto., en el ciclo Primavera-Verano, 2005.....	27
4.2 Comportamiento promedio de las combinaciones híbridas para rendimiento y 9 variables de importancia agronómica.....	30
4.3 Cuadros medios del análisis de varianza combinado para cuatro variables de importancia agronómica, evaluados en dos localidades (Juventino Rosas y Comonfor, Gto), en el ciclo Primavera-Verano del año 2005 .....	32
4.4 Efectos de aptitud combinatoria general (ACG) de las líneas para todas las variables en estudio.....	35
4.5 Efectos de aptitud combinatoria general (ACG) de 14 probadores y para 10 características agronómicas.....	37
4.6 Valor de F calculada de 14 probadores, para 6 variables de importancia agronómica.....	39
4.7 Híbridos selectos por aptitud combinatoria específica (ACE) para rendimiento y otras características de importancia agronómica.....	42
4.8 Mejores híbridos seleccionados para rendimiento, con sus respectivas estructuras genéticas que participa en la constitución..	44
A1 Comportamiento agronómico de todas las combinaciones híbridas evaluadas en dos localidades durante, en el ciclo P-V 2005.....	52
A2 Efectos de aptitud combinatoria específica (ACE) para rendimiento y otras características de importancia agronómica de todos los híbridos evaluados en la P-V 2005.....	53
A3 Media de rendimiento de todos los híbridos y valores de aptitud combinatoria específica (ACE).....	56

## I. INTRODUCCIÓN

Una de las estrategias que el hombre ha desarrollado a través de la historia para lograr una mayor producción en los cultivos sin elevar los costos de producción, ha sido mediante el mejoramiento genético. El avance más notable que ha quedado en la historia es la formación de materiales híbridos. Estos son el resultado del apareamiento entre líneas avanzadas en endogamia, que al ser cruzadas entre ellas originan individuos que son superiores a sus progenitores, y de acuerdo al número de líneas involucradas en la cruce, será el tipo de híbrido formado.

Los híbridos de maíz en nuestro país fueron desarrollados a inicio de los años 50, utilizando germoplasma de raza Tuxpeño, Celaya, Chalqueño y bolita, los que en su tiempo dieron buenos resultados (Wellhausen, 1978). Sin embargo, en la actualidad la demanda de producción de este cultivo se ha incrementado, generando la necesidad de obtener nuevos materiales híbridos que tengan un mayor potencial de rendimiento y que reúnan las características agronómicas que demanda el productor.

Para atender esta problemática de producción, se debe tomar en cuenta nuevas metodologías para tener éxito en la hibridación; así mismo, hoy en día una de las estrategias más empleadas y considerada esencial por los mejoradores es el conocimiento y uso de la diversidad genética que

presentan diferentes grupos germoplásmicos, para la formación de patrones heteróticos.

De tal manera que los híbridos que se encuentran comercialmente en el mercado hoy en día, son formados por la complementación de dos grupos heteróticos. Existiendo poca o nula información referente a la intervención de tres grupos heteróticos.

Por tal motivo, en el presente trabajo se formaron y evaluaron una serie de híbridos triples, en donde los progenitores involucrados pertenecen a diferente base genética, derivados de cinco grupos germoplásmicos con 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).

Lo anterior tiene como finalidad la identificación de la mejor combinación germoplásmica para la formación de híbridos potenciales, originándose los siguientes objetivos:

- ❖ Valorar el potencial agronómico de las combinaciones híbridas, involucrando tres progenitores con diferente fondo genético.
- ❖ Determinar el grado de diferenciación que hay al cambiar el nivel de participación de las poblaciones involucradas.
- ❖ Identificar híbridos triples que presenten buenos caracteres agronómicos para su futura liberación comercial.

**Hipótesis:**

La variación genética y el grado de diversidad que existe entre los grupos germoplásmicos originarán diferencias en las combinaciones híbridas evaluadas, la cual estará influenciada por la participación relativa que tendrán los progenitores en la formación de los híbridos, permitiendo la selección.

La heterosis generada entre la cruce de líneas de diferentes grupos germoplásmicos permitirá identificar al menos una combinación híbrida de comportamiento superior.

Entre las diferentes combinaciones híbridas evaluadas, habrá al menos un híbrido triple sobresaliente y superior con respecto a los testigos comerciales evaluados.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### **Patrones heteróticos**

Hallauer (1993) indica que el mejoramiento genético del maíz incluye dos componentes de igual importancia: 1) elección del germoplasma y, 2) desarrollo de líneas para el uso en híbridos. Del mismo modo, Córdova y Mickelson (1995) mencionan que la elección apropiada del germoplasma constituye la mitad del éxito de un programa de hibridación, así como la elección de una fuente de germoplasma apropiada implica tener el conocimiento del patrón heterótico al que pertenece.

Conceptos relacionados con la formación de híbridos y el fenómeno de heterosis son los de grupos y patrones heteróticos. Los primeros, son un grupo de individuos, relacionados o no, que provienen de la misma o diferente población pero que muestra similar comportamiento en aptitud combinatoria y heterosis cuando son cruzados con individuos de otro grupo genéticamente diferente. El término de patrón heterótico se define como un par de grupos heteróticos complementarios que al cruzarse produce descendencia que exhibe una alta heterosis y un excelente desempeño de sus híbridos en la mayoría de los casos; y su impacto en los programas de mejoramiento es muy alto, porque predeterminan la manera adecuada de

emplear el germoplasma en la generación de combinaciones híbridas (Melchinger y Gumber, 1998).

Así mismo, Soengas (2003) denomina a un patrón heterótico a una combinación de germoplasma que muestra heterosis en su cruzamiento y se espera que las líneas puras obtenidas a partir de estas variedades den lugar a buenos híbridos comerciales.

Ordás (1991) menciona que el establecimiento de patrones heteróticos ayuda a los mejoradores a plantear las cruzas experimentales. Hallauer *et al.*, (1988) menciona que para la identificación de grupos potenciales y patrones heteróticos nuevos, se requiere de una eficiente evaluación y clasificación de las fuentes de germoplasma disponible, así como de sus combinaciones, realizadas entre diseños de apareamientos dialélicos de grupos o directamente del cruzamiento entre líneas de diferente grupo germoplásmico.

La colección y descripción de complejos raciales de germoplasma de maíz comenzaron en 1943, y la utilización potencial de las 25 razas mexicanas identificadas fue a inicios de 1960. Crossa *et al.* (1990a) realizó un estudio con base al comportamiento de 25 razas mexicanas de maíz y sus 300 cruzas posibles interraciales, donde determinó que las razas podrían pertenecer a un patrón heterótico racial, así mismo que podrían mejorar los genes basados en patrones heteróticos raciales y de origen geográfico, además de establecer selección recíproca recurrente entre las

razas que exhibieron heterosis al ser cruzadas y desarrollar híbridos basado en las líneas derivadas de las colecciones estudiadas.

Wellhausen *et al.* (1978) en un estudio realizado para la identificación sistemática de complejos raciales hecho a principios del año 1960, encontraron que el mejor par heterótico resultó ser TUXPEÑO en combinación con ETO. Así mismo, Miranda y Vencovski (1984) realizaron un análisis de una cruce dialéctica de variedades de maíz de polinización libre del Brasil e informaron que la combinación TUXPEÑO x ETO fue el cruzamiento de mas alto rendimiento.

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), en México realizó uno de los estudios más completos para determinar los modelos heteróticos y las respuestas del maíz tropical. El más alto grado de heterosis fue ofrecido por la población de Tailandia *Suwan 1 x Antigua x Veracruz-181 (población 24)*. La *población 24* también mostró alta heterosis con la *población 36 (cogollero)* y fue considerada adecuada para mayores mejoramientos por selección recurrente entre poblaciones (Vasal *et al.* (1987); Beck *et al.* (1990); Crossa. *et al.* (1990b).

La detección de patrones heteróticos es efectiva para simplificar la formación de híbridos (Hallauer y Miranda, 1988; Márquez, 1988), porque queda definido el patrón y el aprovechamiento de la heterosis se maximiza a medida que avanza el proceso de selección recíproca recurrente (SRR); si se maneja en la modalidad de SRR se aprovecha tanto la varianza genética

aditiva como la de dominancia. Además, en corto plazo, la cruce entre las dos poblaciones mejoradas podría explotarse comercialmente con éxito, como se mostró en el híbrido intervarietal HV-313 (González *et al.*, 2003).

Pérez *et al.* (1995) evaluaron el potencial de ocho grupos tropicales de maíz, 5 criollos Colombianos (Andaqui, Común, Costeño, Puya y Yucatán) y 3 poblaciones mejoradas de maíz (Tuxpeño-1, Suwan-1 y ETO) cruzados en un dialélico. Los 28 híbridos tuvieron efectos heteróticos altamente significativos y los mejores materiales *per se* fueron Suwan-1 y Tuxpeño-1. Los resultados indicaron que para programas de mejoramiento en materiales templados, ambas poblaciones del caribe deben ser útiles para la faja maicera.

Además estos mismos autores, mencionan que el conocimiento de nuevos patrones heteróticos y el potencial de desarrollo de las colecciones de maíz almacenadas en los bancos de genes pueden contribuir a ensanchar la base genética.

Para facilitar el uso de la heterosis y predecir el comportamiento de los híbridos, es necesario el establecimiento y uso de grupos heteróticos (Hallauer, 2000). Así mismo, menciona que esta tarea ha sido necesaria por que no se ha podido correlacionar suficientemente el comportamiento de las líneas *per se* con el comportamiento de la progenie híbrida para caracteres importantes agronómicamente, principalmente rendimiento.

Uno de los patrones heteróticos muy conocidos y que ha sido explotado en los Estados Unidos de América, es el cruzamiento de germoplasma de granos dentados por germoplasma de granos cristalinos como lo es el de Ried Yellow Dent x Lancaster Sure Crop y el European Flint x Corn Belt Dent, para los híbridos más cultivados en Europa (Troyer, 1999; Soengas *et al.*, 2003).

Xingming *et al.* (2002) realizaron un estudio basado en la aptitud combinatoria y la relación genética entre híbridos tropicales, subtropicales exóticos e híbridos templados de maíz, en donde identificaron a cinco patrones heteróticos de este estudio que fueron: Suwan 1 x Reid, ETO x Reid, POP28 x Reid, POP28 x Ludahonggu y Suwan 1 x Lancaster.

Revilla *et al.* (2000) realizó cruzas entre tres cultivares de maíz dulce (caballero de París, gallo de oro y árbol de hoja perenne de Stowell) y tres cultivares sintéticos (EPS6(S) C3, EPS7(S) C3 Y EPS10), y encontraron que las mejores cruzas para establecer los patrones heteróticos de maíz dulce son: gallo de oro x EPS6(S) C3 y árbol de hoja perenne de Stowell x EPS7(S) C3.

Con el propósito de encontrar un patrón heterótico en la formación de maíz amarillo para el Centro-Occidente de México, Ramírez *et al.* (2004) evaluaron poblaciones de maíz amarillo: INIFAP-Amarillo Dentado-1 e INIFAP-Amarillo Cristalino-1 y su cruce intervarietal, con cruces

intervarietales de maíz amarillo y variedades comerciales de maíz amarillo y blanco. Estos autores concluyeron que la cruce INIFAP-Amarillo Dentado-1 e INIFAP-Amarillo Cristalino-1 resultó la mejor opción para usarse como patrón heterótico en la formación de híbridos de grano amarillo de ciclo intermedio-tardío y la Pob 28 C<sub>10</sub> podría ser una fuente alternativa de germoplasma.

De León *et al.* (1997) mencionan que dentro de un programa de mejoramiento es importante el manejo de diverso germoplasma, ya que han encontrado que el material precoz x material tardío, enano x normal, tropical x subtropical, mazorca gruesas x mazorca larga y otras combinaciones pueden generar patrones heteróticos alternativos para un área de explotación específica.

Con el objetivo de identificar las mejores combinaciones entre híbridos comerciales y a partir de ellos formar poblaciones y derivar pares heteróticos para la formación de híbridos. Morales *et al.* (2005) encontraron que al cruzar nueve híbridos comerciales de maíz divididos entre dos grupos de seis con tres híbridos en común; Grupo 1 (A-7520, H-357, P-3296, C-220, Tornado y D-801) y Grupo 2 (A-7573, H-357, P-3066, C-220, Tornado y D-880), encontraron que las mejores combinaciones entre híbridos comerciales fueron: P-3296 x H-357 y A-7573 x H-357, indicando que estas combinaciones podrían utilizarse como pares heteróticos en el desarrollo de nuevos híbridos.

De León *et al.* (2005) mencionan que el conocimiento y clasificación del germoplasma está directamente asociados con las posibilidades de éxito en todo programa de mejoramiento genético. Así mismo, al evaluar el comportamiento de cinco grupos germoplásmicos contrastantes en el área de El Bajío, encontraron que las combinaciones germoplásmicas de mayor potencial de rendimiento para esa área, son Maíz enano x Maíz tropical y Maíz enano x maíz de alta calidad de proteína (QPM); y destacan que el grupo germoplásmico más versátil es el de Maíz enano debido a que induce excelentes combinaciones heteróticas al cruzarse con todos los demás grupos germoplásmicos.

### **Dosis de germoplasma**

Michelini y Hallauer (1993) realizaron un estudio para determinar el funcionamiento de siete poblaciones de germoplasma exótico (100% exótico) cruzado con dos poblaciones de germoplasma adaptado a la faja maicera de EE.UU. (0% exótico). Las siete poblaciones exóticas con sus diferentes dosis de germoplasma tenían diversos niveles de selección para la adaptación a los ambientes templados. El estudio dio como resultado que las mejores producciones fueron obtenidas de las cruzas con el germoplasma exótico del 50%. Así mismo, mencionan que el germoplasma exótico se puede utilizar para aumentar la variabilidad genética en programas de mejoramiento.

Tanskley y McCouch (1997) proponen la evaluación genotípica del germoplasma exótico en poblaciones avanzadas de retrocruzas con material adaptado, mediante la disección de los diferentes determinantes genéticos como forma de detectar la presencia de alélos exóticos favorables. Dichos alélos favorables pueden estar presentes en materiales que demuestren un desarrollo fenotípico pobre.

Dos Santos *et al.* (2001) evaluaron materiales originarios de una región tropical, en donde se cruzó maíz elite del proyecto latinoamericano con el mejor modelo heterótico de Brasil, con el fin de conocer el funcionamiento y clasificación heterótica del germoplasma tropical. Obtuvieron que los materiales pueden ser explotados dentro y entre grupos heteróticos para producir combinaciones altamente productivas como son híbridos o usando en sí variedades de maíz mejoradas.

Vidrio *et al.* (2001) realizaron un estudio para la estimación de parámetros genéticos en dos poblaciones de maíz con diferente dosis de germoplasma (criollo y mejorado): la población A (50:50) y la B (25:75). Encontraron que la población A puede ser utilizada en un esquema de mejoramiento poblacional, mientras que la población B se puede utilizar como fuente de variación genética, debido a que incorpora variabilidad genética presente en el germoplasma criollo.

Mallorquín *et al.* (1986), estudiaron el efecto de dosis de germoplasma Tuxpeño en compuestos de maíz cónico y chalqueño. Encontraron que el germoplasma Tuxpeño mejoró la capacidad de combinación para rendimiento del cónico, mas no así la de chalqueño. La dosis de 25% de Tuxpeño resulto la mejor para rendimiento y otros caracteres en ambas razas, así mismo recomiendan estudiar dosis de germoplasma en Tuxpeño inferiores al 25%.

Moll *et al.* (1965), utilizaron dos poblaciones en cuatro regiones geográficas: Sureste de los Estados Unidos, Oeste medio de los Estados Unidos, Puerto Rico y Sur de México, intercruzando todas las combinaciones. Los resultados indicaron que la heterosis se incrementó al aumentar la divergencia dentro de un rango restringido, pero en las cruzas extremadamente divergentes resultó una disminución de la heterosis, debido a que la expresión de esta puede estar limitada por combinaciones génicas no armónicas en el híbrido F<sub>1</sub>.

Córdova *et al.* (2000) mencionan que el híbrido trilineal de maíz con alta calidad proteica (CML142 X CML150) CML176, donde la crusa simple hembra es de origen tropical y la línea macho CML176 es de origen subtropical, rindió 8% más que el mejor híbrido normal testigo a través de 19 localidades tropicales y subtropicales en México.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

Con el fin de conocer y tener una familiarización del material genético y metodología empleada en el presente trabajo, en este capítulo se incluye la descripción del material genético utilizado, los ambientes de evaluación, descripción y características del diseño de siembra y parcela experimental, labores culturales, datos agronómicos registrados, análisis estadísticos y fórmulas empleadas para cálculos específicos.

#### **Material genético.**

El material genético utilizado dentro del estudio consto de 176 híbridos triples, cuyo fondo genético provienen de cinco grupos germoplásmico pertenecientes al programa de mejoramiento del Instituto Mexicano del Maíz (IMM) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (U.A.A.A.N.) De la región de El Bajío los cuales se describen a continuación:

**Grupo 1.** Grupo enano. Es una población constituida por plantas braquíticas, se caracteriza por soportar altas densidades de siembra, responde positivamente a la aplicación de insumos. Muestra una gran plasticidad de adaptación, excelente respuesta a los insumos agrícolas y a las combinaciones híbridas. Exhibe madurez diversa por lo que se pueden encontrar familias precoces a intermedias, entrenudos cortos debajo de la mazorca, 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. Este grupo germoplásmico se encuentra formado por plantas con excelentes atributos agronómicos, que se originó de la transformación de plantas enanas a 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 principales características de este grupo son: individuos de altura intermedia, pocas hojas cortas y erectas, espiga compacta, madurez intermedia, alto índice de cosecha y perfecta adaptación a regiones con altitudes de 1000 a 2000 msnm. Esta población ha sido sometida a mejoramiento genético continuo.

Grupo 3. Grupo exótico. Germoplasma dinámico constituido mediante la recombinación de híbridos comerciales preferentemente de reciente liberación, con adaptación al área de El Bajío, a los que previamente se les selecciona por poseer buenos efectos de aptitud combinatoria. En este grupo se incorporan los híbridos comerciales con excelentes atributos agronómicos y genéticos de las diferentes empresas semilleras que impactan el mercado del área de interés. Este grupo es de reciente formación, se mantienen altas expectativas de éxito en el uso de este germoplasma al que continuamente se le inyecta nuevo germoplasma élite.

**Grupo 4.** Grupo tropical. Líneas que se han derivado de poblaciones con un origen 100% tropical, de ciclo biológico variado, altamente

seleccionadas 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 (quality protein maize). Constituido a partir de líneas proporcionadas por el Programa de Maíz del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), su particularidad es que muestran un alto contenido de los aminoácidos, lisina y triptofano, su grano es cristalino con adaptación al área de El Bajío.

Los cinco grupos germoplásmicos mencionados anteriormente, se encuentran representados por una serie de líneas que son identificadas por las genealogías que se concentran en el Cuadro 3.1 que se muestra a continuación:

**Cuadro 3.1** Genealogías de las líneas que constituyen a cada grupo germoplásmico.

Líneas Enanas			Líneas Tropical		
18	PE-114-2	43	(PEEC1)-11-1	1	CML-318
19	LBCPC4S4	44	(PEEC1)-11-2	15	CML-311
23	MLS4-1	45	(PEEC1)-15-1	17	AN24-A-A-A
24	PE-202-1	46	(PEEC1)-15-2	20	CML-8
26	(PEGC1)-6-1	47	(PEEC1)-15-5	57	CML-318-1
27	(PEGC1)-7-1	48	(PEEC1)-15-6		
28	(PEEC1)-4-3	49	(PEEC1)-20-1		
29	(PEEC1)-21-1	50	(PEEC1)-25-1	9	CML-176
30	(PEEC1)-21-3	51	(PEEC1)-25-2	10	CML-191
31	(PEEC1)-35-2	52	(PEEC1)-35-3	21	CML-174
32	(PEEC1)-35-1	53	(PEEC1)-35-5	22	CML-186
33	(PEEC1)-35-7	54	(PEGC1)-1-2	25	6310 BULK-2
34	(PEEC1)-39-1	55	(PEGC1)-1-3	42	6310 BULK-11
35	(PEEC1)-48-4	56	(PEGC1)-3-1		
36	(PEEC1)-48-3				
37	(PEEC1)-48-2				
			Líneas Ideotipo		Líneas Exóticas
38	(PEEC1)-39-2	2	MLS4-1N-1-1-A-5-1-A		E-90
39	(PEEC1)-49-1	3	255-18-19N-14-1-A-4-2-A	6	E-195
40	(PEGC1)-21-2	4	232-10-11-1 RC4 N-13-1-2	7	E-94
41	(PEGC1)-30-2	5	53-36-37-N-10-2-A-1-1-A	8	

Aparte de las líneas antes señaladas, también se utilizaron una serie de cruza simples que participaron como probadores en el presente estudio, la formación de estos, se llevaron a cabo en el campo experimental “Dr. Mario E. Castro Gil” de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado en Tepalcingo, Morelos, durante el Ciclo otoño-invierno del 2004-2005. Las cruza se muestran en el Cuadro 3.2 con sus respectivas genealogías que los identifican.

**Cuadro 3.2** Genealogías de las cruza simples (probadores) utilizados en el estudio.

	<u>Enano x Exótico (Ee)</u>		<u>Ideotipo x Exótico (Ie)</u>
2	(PE-202-1xE-195)	7	(MLS4-1 RC4 N-7-1-1xE-90)
3	(PE-202-1xE-901)	8	(255-18-19N-14-1-A-4-2-AxE-195)
6	(PE-202-1xE-174)	11	(MLS4-1 RC4 N-7-1-1xE-195)
	<u>Enano x Ideotipo (EI)</u>		<u>Ideotipo (II)</u>
5	(PE-202-1xMLS4-1N-1-1-A-5-1-A)	10	(MLS4-1 RC4N-7-1-1x232-10-11-1N-13-1-A-1-2-A)
	<u>Enano x QPM (EQ)</u>		<u>Tropical x Enano (TE)</u>
4	(PE-114-2xCML-176)	1	(AN24-A-A-AxPE-114-2)
	<u>Exótico (ee)</u>		<u>Tropical Ideotipo (TI)</u>
13	(E-82xE-195)	9	(CML-8x232-10-11-1 RC4 N-13-1-2)
14	(E-18xE-82)		
		<u>QPM (QQ)</u>	
	12	(6310 BULK-13x6320-5)	

Los experimentos fueron constituidos por una serie de cruzamientos entre líneas y probadores, así mismo, solo fueron cruzados a aquellos materiales que coincidieron en floración, tratando de que no participaran los mismos progenitores. El total de híbridos resultantes, se ordenaron en combinaciones híbridas de acuerdo al origen de los progenitores involucrados. En el Cuadro 3.3 se presentan el total de combinaciones híbridas presentes en el estudio.

**Cuadro 3.3** Combinaciones híbridas realizadas en el estudio.

#	O	DG	#	O	DG
1	1	TET	20	1	TII
2	4	TEI	21	2	Tle
3	3	TEe	22	2	TIQ
4	2	TEQ	23	1	lel
5	6	Eel	24	3	IIT
6	6	EeT	25	22	IIE
7	1	IEe	26	4	Ile
8	1	Eee	27	2	IIQ
9	5	EeQ	28	1	III
10	3	EQT	29	5	QQE
11	5	EQI	30	4	QQT
12	2	EQe	31	4	QQI
13	1	EQQ	32	2	QQe
14	3	EIT	33	8	eeT
15	1	EIQ	34	21	eeE
16	12	leT	35	7	eel
17	12	leE	36	4	eeQ
18	9	leQ	37	1	eee
19	5	TIE			

# = número; O = observaciones por repetición; DG = dosis de germoplasma; T = tropical; E = enano; I = ideotipo; e = exótico; Q = QPM (quality protein maize).

La evaluación de los híbridos triples experimentales fueron llevados a cabo en el ciclo primavera-verano del 2005 en el estado de Guanajuato, en las localidades de Juventino Rosas y Comonfort. En el Cuadro 3.4 se presentan las principales características de cada ambiente en estudio.

**Cuadro 3.4** Principales características geográficas y ambientales de las localidades de Juventino Rosas y Comonfort, Gto.

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

### **Descripción de la parcela experimental.**

El diseño de siembra de los tratamientos se llevo a cabo en un bloque incompleto con dos repeticiones bajo un arreglo alfa-látice. La parcela experimental fue de un surco de 0.75 m de ancho depositando dos semillas por golpe a una distancia de 0.19 m, permitiendo obtener un total de 21 plantas por parcela experimental. La siembra se realizó el día 25 de abril del 2005 para las dos localidades.

### **Labores culturales**

Fertilización. La fórmula aplicada en los cinco ambientes fue 180 90 00 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno y fósforo respectivamente, todo el fósforo y la mitad del nitrógeno se aplicaron al momento de la siembra, el resto del nitrógeno se aplicó al primer cultivo.

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

Control de malezas. En todos los ambientes de evaluación se utilizó un herbicida preemergente denominado Primagram Gold® (cuyo ingrediente activo es S-Metalaclor + atrazina) a razón de 4 L ha<sup>-1</sup> 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**

Días a floración masculina y femenina (DFM y DFF). 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 entre la base de la planta y 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 presentaban una inclinación mayor de 30° con respecto a la vertical.

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

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

Peso de campo (PC). Es el peso total de mazorcas cosechadas por parcela útil, expresado en kilogramos.

Por ciento de humedad (%H). Para obtener este dato, se tomó un número de mazorcas representativas de la parcela, a las cuales se les desgranó de 3 a 5 hileras para obtener cerca de 250 gramos; esta muestra se somete a medida en un aparato *Dickie Jhon*, que determina la humedad del grano. Esta medición se hace al momento de la cosecha.

Rendimiento (REND). Es la producción estimada por parcela experimental reportada en  $t\ ha^{-1}$  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 y

PC = peso de campo en kg.

$$FC = (10,000/APU*0.845*1000)$$

Donde:

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>; y 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 muy variable entre parcelas dentro de experimentos se realizó un análisis de covarianza, para estimar el efecto de esta variable 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.

$b_1$  = coeficiente de regresión estimado

$x$  = número de plantas cosechadas en la parcela

$\bar{x}$  = promedio de plantas cosechadas en el experimento

De todas las variables antes mencionadas, solo las cuatro primeras serán utilizadas para el análisis de varianza y el resto para la selección de combinaciones germoplásmicas e híbridos superiores.

## **Análisis de datos**

Con el fin de dar una explicación más clara de lo que serán mas adelante los resultados, en este segmento se describirán los diferentes análisis que fueron sometidos los datos para diferente finalidad.

## **Análisis general combinado**

Con la finalidad de conocer el comportamiento de los grupos a través de localidades y determinar las diferencias estadísticas entre grupos germoplasmicos, se llevo a cabo un análisis de varianza general con un diseño de bloques al azar, participando las fuentes; localidad, repeticiones, grupos y localidad por grupo. Este análisis sirve para determinar si existen diferencias entre las combinaciones germoplásmicas. Cabe resaltar que algunas variables no fueron analizadas, debido a que se tomaron en por ciento y no siguen una curva normal, como otras variables. El modelo estadístico empleado fué 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.

## Prueba de T

Esta prueba se realizó para determinar diferencias estadísticas entre combinaciones híbridas para la variable rendimiento y demás características agronómicas involucradas en el presente estudio. La prueba permite seleccionar las mejores combinaciones superiores a la media general.

## Análisis de línea por probador

Los híbridos triples, fueron analizados bajo un diseño de bloques completamente al azar a través de ambientes, siguiendo la estrategia de línea por probador descrita 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 Bartolome y Gregorio (2000), con la finalidad de estimar la aptitud combinatoria de las líneas, de los probadores y la cruza entre ellos, bajo el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_{j(i)} + L_k + P_l + LP_{kl} + \alpha L_{ik} + \alpha P_{il} + \alpha LP_{ikl} + \xi_{ijkl}$$

Donde:

$Y_{ijkl}$  = variable de respuesta;  $\mu$  = efecto de la media general;  $\alpha_i$  = 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;  $\alpha L_{ik}$  = efecto de la  $k$ -ésima línea en la  $i$ -ésima localidad;  $\alpha P_{il}$  = efecto del  $l$ -ésimo probador en la  $i$ -ésima localidad;  $\alpha LP_{ikl}$  = efecto de la  $k$ -ésima línea en el  $l$ -ésimo probador en la  $i$ -ésima localidad;  $\xi_{ijkl}$  = efecto del error.

## **Análisis por probador**

Con la finalidad de elegir los probadores que detecten una buena discriminación de líneas bajo estudio, se realizó un análisis de varianza de los híbridos dentro de cada probador para determinar la variación de las líneas dentro de éstos, tomando el valor de F, como muestra de la intensidad de esta variación. El modelo empleado para este análisis es el siguiente:

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

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 j-ésima repetición dentro de la i-ésima localidad;  $H_k$  = efecto del k-ésimo híbrido;  $HL_{ik}$  = efecto del k-ésimo híbrido en la i-ésima localidad;  $\xi_{ijk}$  = efecto del error.

## **Criterios de selección**

### **Selección de combinaciones híbridas**

Como se detectaron diferencias estadísticas en el análisis de varianza general, la selección de combinaciones híbridas se lleva a cabo de acuerdo a la media general de las variables obtenidas en el análisis de varianza general, eligiendo aquellas combinaciones que presenten rendimientos altos y con características de importancia agronómica favorables.

La selección de líneas, probadores y la cruce entre estos, se hará de acuerdo a los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) y aptitud combinatoria específica (ACE) exhibidos para cada variable agronómica involucrada en el estudio, seleccionando los mejores materiales.

## **Selección de híbridos**

Con la finalidad de encontrar materiales que tengan un alto potencial de rendimiento, la última selección se realizará únicamente en base a los híbridos preseleccionados, pero en este caso en relación con la media general de los testigos para el carácter de rendimiento y otras características de importancia agronómica. Además de considerar los efectos genéticos que aporta cada híbrido para rendimiento dando preferencia a los que mostraron mayores efectos de ACE.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados en este estudio, así como la comprobación de las hipótesis planteadas, este capítulo incluye los resultados y la discusión del análisis de varianza combinado a través de localidades para cuatro variables agronómicas de 37 combinaciones híbridas y testigos, así como un análisis de línea por probador formado por el total de híbridos y para finalizar un análisis de línea dentro de cada probador.

### **Análisis de varianza general**

Los cuadrados medios del análisis combinado están concentrados en el Cuadro 4.1 en donde se observa que la fuente localidades (Loc) mostró diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) para las cuatro variables, debido a que los ambientes de prueba no presentaron las mismas condiciones ambientales causada por la diferencia que hay en la ubicación geográfica, edafología, clima y manejo.

Little y Jackson (1989) mencionan que uno de los objetivos del diseño en bloques completos al azar consiste en mantener la variabilidad entre unidades experimentales dentro de un bloque, y maximizar la diferencia entre bloques, y que esta diferencia no se atribuya a los tratamientos, si no diferencias asociadas con los bloques. Generándose de esta manera una fuente adicional de variación; por lo tanto, los grados de libertad para el error

experimental serán reducidos por el número de grados de libertad para los bloques.

Tomando en cuenta lo anterior, el bloqueo realizado en este trabajo fue eficiente para las variables DFM y DFF, ya que fueron las únicas que presentaron diferencias estadísticas en la fuente Rep/Loc. Por lo que es más eficiente el proyecto en su capacidad para detectar posibles diferencias entre los tratamientos.

**Cuadro 4.1** Cuadrados medios del análisis de varianza combinado para las combinaciones germoplásmicas evaluadas, en Juventino Rosas y Comonfort, Gto., en el ciclo Primavera-Verano, 2005.

Fuente de variación	GL	REND (t ha <sup>-1</sup> )	DFM (Días)	DFF (Días)	RAPM (%)
Loc	1	8794.05 **	1191.23 **	1005.99 **	365.85 **
Rep/Loc	2	13.62	23.04 **	31.07 **	1.8
Gpo	37	40.76 **	22.21 **	23.84 **	27.63
LocxGpo	37	16.45 **	7.59 *	6.65 *	23.22
Error	722	5.16	4	4.56	27.01
C.V.		17.93	2.62	2.72	10.14
Media		12.67	76	79	51

\*, \*\* Diferencias estadísticamente con P 0.05 Y P 0.01 respectivamente C.V. = Coeficiente de variación; GL = grados de libertad; REND = rendimiento; DFM = días a floración masculina; DFF = días a floración femenina; RAPM = relación altura mazorca/planta; t ha<sup>-1</sup> = toneladas por hectárea.

La variación genética y el grado de diversidad que existe entre las combinaciones germoplásmicas involucradas en el estudio, originaron diferencias en las combinaciones híbridas formadas, por tal motivo, en la fuente de variación grupos, se encontraron diferencias significativas (P 0.01) para las variables REND, DFM Y DFF.

Por otro lado, en estas diferencias también pudo influir el nivel de participación que tuvo cada población, llamada también dosis de

germoplasma. Esta variación observable, permitirá la selección de la mejor combinación híbrida y la dosis óptima de germoplasma que tenga las variables agronómicas de interés. Con lo descrito anteriormente, es posible considerar a la primera hipótesis planteada como verdadera, ya que la diversidad de las poblaciones causó diferente comportamiento entre las combinaciones híbridas.

Para la interacción localidad x grupo, se detectaron diferencias estadísticas para las variables REND y DFM (P 0.01) y DFF (P 0.05), lo que indica que el ordenamiento relativo de las combinaciones cambió con el ambiente, es decir, existió interacción genotipo-ambiente por lo que dificultara la selección.

Con respecto a los coeficientes de variación que presentaron las variables, los valores oscilaron entre 2.62 a 17.93 %, por tal motivo los datos considerados en este estudio, refleja la confiabilidad del experimento.

Debido a que las combinaciones mostraron una variabilidad de importancia, y con la finalidad de mostrar un panorama general del comportamiento promedio que existió entre combinaciones, se procedió a concentrar las medias para las variables agronómicas de cada combinación, de tal manera que permitirá compararlos y seleccionar aquellas combinaciones que presenten los mejores atributos de interés agronómico y que sean estadísticamente diferentes a la media de cada variable, describiendo su genealogía y dosis de germoplasma.

Dichos resultados fueron concentrados en el Cuadro 4.2 donde se muestran solamente las combinaciones que tuvieron un rendimiento superior a la media general.

De este conjunto de combinaciones, solamente cuatro superaron estadísticamente a la media (combinación 29, 16, 34 y 18), en donde dos de ellas involucran a dos poblaciones, mientras que el resto están formadas por líneas derivadas de tres poblaciones.

Lo importante de estos resultados, es que la mejor combinación fue la 29, que esta formada por las poblaciones QPM y Enano, la superioridad de dicho patrón heterótico ya ha sido reportada con anterioridad para El bajo mexicano (De León, 2005). El otro patrón sobresaliente estuvo constituido por las poblaciones Exótico por Enano (34). Esto corrobora una vez más que para la formación de híbridos debe hacerse de un patrón heterótico de importancia.

Sin embargo, el involucrar líneas procedentes de tres poblaciones diferentes, también se logra obtener materiales con buen comportamiento agronómico como se observa en las combinaciones 16 y 18. Estas dos combinaciones tuvieron en común la participación de la población ideotipo y exótico combinando bien con materiales de origen tropical y subtropical (QPM). Pero no basta solamente con involucrar a los tres grupos, si no que hay que considerar la dosis de germoplasma que aporte cada uno de ellos, ya que al cambiar ésta, también cambia el potencial de la combinación (ver

el Cuadro A1 del apéndice), siendo la mejor dosis para la combinación 29 un 25% de ideotipo, 25% de exótico y 50% de Tropical (leT) y para la combinación 16 un 25% de ideotipo, 25% de exótico y 50% de QPM (leQ).

Las demás variables agronómicas que se concentran en el Cuadro 4.2, no se discuten, debido a que mostraron un comportamiento similar en todas las combinaciones híbridas.

**Cuadro 4.2.** Comportamiento promedio de las combinaciones híbridas para rendimiento y 9 variables de importancia agronómica.

GPO	DG	REND	DFM	DFF	AP	AM	RAPM	AR	AT	MC	PF
29	QQE	14.07 **	75 **	77	220	113	51	3	0	10	2
23	lel	13.98	76	78	224	114	50	4	0	8	3
16	leT	13.94 **	76	79	228	120	52	3	1	9	4
37	eee	13.93	79	80	236	121	51	3	2	3	4
27	IIQ	13.47	76	78	209 **	105	50	3	1	2	3
34	eeE	13.47 **	77	79	234	122	52	3	1	6	2
18	leQ	13.43 *	75 **	77 **	223	114	51	4	1	7	3
33	eeT	13.41	77	79	229	115	50	3	1	6	2
24	IIT	13.40	77	79	223	112	50	0	0 *	3	1
12	EQe	13.36	77	79	226	118	52	5	0	5	5
35	eel	13.34	77	79	229	116	51	4	1	5	4
20	TII	13.27	79	81	238	129	54	0	0	0	2
15	EIQ	13.25	75	77	214	108	50	3	0	7	3
6	EeT	13.23	75 **	77 *	222	111	50	5	1	7	7
5	Eel	13.15	75 **	77	229	116	51	3	1	7	6
19	TIE	12.92	78	80	228	118	52	2	0	5	1 *
7	IEe	12.73	76	78	235	120	51	5	1	4	9
10	EQT	12.71	77	79	228	119	52	4	0	8	7

\*, \*\* estadísticamente diferentes a la media con P 0.05 Y P 0.01 respectivamente; GPO = grupo; DG = dosis de germoplasma; REND (t ha<sup>-1</sup>) = rendimiento; DFM = días a floración masculina; DFF = días a floración femenina; AP(cm) = altura de planta; AM(cm) = altura de mazorca; RAPM(cm) = relación altura planta mazorca; AR(%) = acame de raíz; AT(%) = acame de tallo; MC(%) = Mala cobertura; (%) = porcentaje; t ha<sup>-1</sup> = toneladas por hectárea; cm = centímetros.

Por lo tanto, para generar híbridos con altas probabilidades de buen comportamiento es importante tomar en cuenta fondo genético y dosis de cada uno de los progenitores participantes en la cruce.

Tomando en consideración la variabilidad que presentaron los híbridos triples, sin considerar las combinaciones a que pertenecen, y como éstos fueron formados, permitió descomponer dichos efectos en línea, probador y línea por probador para conocer la aportación de cada uno de ellos al comportamiento de las variables de respuesta. Cuyos resultados se muestran en el cuadro 4.3.

En este cuadro se puede observar, que la fuente línea, mostró diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) para todas las variables en estudio, representando la mayor aportación de suma de cuadrados en el modelo, esto se infiere a que todas las líneas en estudio pertenecen a diferente germoplasma que tienen diverso grado de adaptación, lo cual permitirá la selección efectiva de líneas con alto valor genético y buen comportamiento agronómico, las cuales podrían ser utilizadas en la formación de híbridos sobresalientes.

De igual manera en probadores, se encontraron diferencias estadísticas ( $P < 0.01$ ) en todas las variables, lo que se atribuye a que entre los probadores (cruzas simples) existió una gran variabilidad, debido a que la mayoría se encuentran constituidos por líneas de diferente germoplasma.

En la interacción línea por probador, se encontraron valores altamente significativos para las variables REND, DFM y DFF, lo que indica que cada cruce híbrido son diferentes, probablemente sea por la complementariedad

diferencial que se crea al cruzarse un material con otro, por lo tanto la selección debe hacerse por combinación y no a través de combinaciones.

Dentro de la interacción localidad por línea, las variables REND, DFM y DFF presentó diferencias significativas (P 0.01) de probabilidad, lo cual es indicativo que las líneas tuvieron un ordenamiento relativamente diferente en cada ambiente evaluado, indicando que las líneas interactúan con el ambiente, por lo tanto dificultará la selección entre ellas, así mismo se tendrán que seleccionar las líneas de mejor comportamiento dentro de cada localidad.

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

F.V.	GL	REND (t ha <sup>-1</sup> )	DFM (Días)	DFF (Días)	RAPM (%)
Loc	1	6778.44 **	962.67 **	814.09 **	94.20 *
Rep/Loc	2	8.72	20.38 **	28.61 **	13.07
Línea	51	13.07 **	19.39 **	21.38 **	60.56 **
Probador	13	20.43 **	22.11 **	22.04 **	49.74 **
Línea x Probador	97	9.91 **	5.54 **	5.90 **	19.93
Loc x Línea	51	7.69 **	6.11 **	6.32 **	21.74
Loc x Probador	13	18.13 **	14.45 **	11.99 **	17.30
Loc x Línea x Probador	97	5.80 **	2.14	2.30	22.21
error	378	3.28	2.32	2.52	20.54
C.V.		14.53	2.00	2.02	8.87
Media		12.47	76	78	51

\*, \*\* Diferencias significativas con P 0.05 Y P 0.01 respectivamente; FV = fuente de variación; GL = grados de libertad; C.V. = coeficiente de variación; REND = rendimiento; DFM = días a floración masculina; DFF = días a floración femenina; RAPM = relación altura mazorca/planta; %= porcentaje; t ha<sup>-1</sup> = toneladas por hectárea.

En la interacción localidad por probador, se encontraron diferencias altamente significativas al (P 0.01) de probabilidad para las variables REND, DFM y DFF, esto se debe a que los probadores tienen un ordenamiento relativo diferente para cada ambiente, haciendo que la selección de probadores sea más difícil.

En la interacción localidad por línea por probador, la única variable que mostró significancia al (P 0.01) de probabilidad fue REND, lo que significa que los híbridos tienen una interacción ambiental, debido a que cada uno se comporta relativamente diferente entre localidades, por lo tanto, las cruzas evaluadas no son estables dentro de los ambientes.

Con respecto a los coeficientes de variación los resultados muestran que existe un grado de confiabilidad muy aceptable para las características agronómicas dentro de los experimentos, por lo tanto la información generada debe ser utilizada para aprovecharla al máximo.

La variación presente en las líneas, puede ser aprovechada para identificar a aquellas que presenten los mejores atributos genéticos, medidos a través de la ACG, tomando en consideración todas las variables agronómicas evaluadas para incrementar la precisión de la selección para cada línea con características favorables.

Los valores genéticos de cada una de las líneas se concentraron en el Cuadro 4.4, en el cual se observa los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) exhibidas por cada línea en variables de importancia agronómica. Las líneas que reúnen buenos valores genéticos son la 10 y 18, cuyos atributos se describen a continuación:

Línea 10 (CML-191) de origen QPM, se encuentra como una de las mejores por exhibir altos efectos negativos de ACG para las variables días a floración masculina y femenina, altura de planta y mazorca, además demostró ser estadísticamente diferente a cero en rendimiento, debido a que posee un efecto aditivo. Así mismo, aunque las demás variables no fueron significativas muestran efectos negativos para las características relación altura de planta mazorca, acame de raíz, mala cobertura y plantas con *fusarium spp.* Por lo tanto esta es una línea que tiende a generar híbridos precoces, con buena altura de planta y mazorca y con un alto potencial genético.

Línea 18 (PE-114-2) de fondo genético Enano, mostró un comportamiento bueno estadísticamente diferente a cero, para las variables días a floración masculina y femenina, altura de planta y mazorca y mala cobertura, muestran efectos de ACG negativos, los cuales nos permitirán obtener materiales fenotípicamente estéticos, así mismo, el efecto genético de ACG en rendimiento generará progenies sobresalientes, esto debido a que aporta  $0.48 \text{ t ha}^{-1}$  en cada cruce.

Así mismo, se puede mencionar la línea 4 y 9, las cuales presentan efectos favorables; la primera (4) de origen ideotipo identificada por la genealogía (232-10-11-1 RC4 N-13-1-2) presenta efectos negativos estadísticamente diferente a cero para las variables altura de mazorca, relación de altura planta-mazorca, acame de tallo y mala cobertura, los valores negativos permitirán generar materiales con buenas características.

**Cuadro 4.4** Efectos de aptitud combinatoria general (ACG) de las líneas para todas las variables en estudio

LIN	O	REND	DFM	DFF	AP	AM	RAPM	AR	AT	MC	PF
1	T	0.30	-2.66 **	-2.67 **	0.83	-2.17	-1.11 *	2.31 **	0.71 **	1.05	3.18 **
2	I	0.47 *	0.16	0.49 *	5.38 **	3.29 *	0.30	-0.38	-0.27	-4.04 **	-0.62
3	I	0.20	-0.99 **	-1.02 **	3.27 *	-0.43	-0.96	1.33 **	-0.28	8.96 **	-0.31
4	I	-0.16	-0.11	0.15	0.65	-6.37 **	-2.94 **	0.10	-0.59 **	-1.89 *	0.87
5	I	-0.12	-0.96 **	-0.90 **	2.15	-1.00	-0.86	1.27 **	0.76 **	2.39 **	4.39 **
6	e	0.14	0.14	0.03	-0.57	3.63 *	1.70 **	1.29 **	-0.20	-2.22 *	0.89
7	e	-0.19	-0.49 **	-1.02 **	10.15 **	16.75 **	5.00 **	0.15	1.04 **	-0.16	0.44
8	e	-1.84 **	-1.19 **	-1.19 **	-22.77 **	-14.29 **	-1.35 *	0.15	-0.38	-0.25	-0.72
9	Q	0.20	-0.17	-0.18	0.15	-1.53	-0.89	1.05 *	-0.28	-2.10 *	0.63
10	Q	0.71 **	-0.79 **	-0.76 **	-5.65 **	-4.78 **	-0.77	-0.38	0.14	-0.40	-0.71
15	T	1.28 **	0.68 **	0.51 **	4.58 **	4.08 **	0.83	-0.56	0.02	-0.59	0.48
17	T	0.97 **	1.21 **	1.25 **	4.52 **	3.63 *	0.65	0.32	-0.31	-0.36	-0.33
18	E	0.48 *	-1.44 **	-1.36 **	-5.27 **	-3.66 *	-0.28	1.23 **	-0.17	-2.46 **	-0.06
19	E	0.82 **	0.41 *	0.15	0.26	5.11 **	2.30 **	0.15	-0.11	3.94 **	-1.30 *
20	T	0.56 *	1.81 **	1.77 **	4.52 **	-1.79	-1.83 **	-2.52 **	-0.59 **	2.00 *	-3.43 **
21	Q	-2.86 **	-2.36 **	-2.27 **	-8.60 **	2.38	3.38 **	1.65 **	1.29 **	3.34 **	5.94 **
22	Q	-0.47 *	-4.86 **	-4.90 **	-19.85 **	-18.87 **	-4.38 **	-1.60 **	-0.59 **	1.21	0.82
23	E	-0.16	0.39 *	0.27	2.09	-0.40	-0.66	-0.94	-0.03	-3.35 **	-1.43 *
24	E	0.20	0.64 **	0.63 **	2.65	6.91 **	2.59 **	-0.79 *	0.04	5.15 **	-0.18
25	Q	0.52 *	1.08 **	0.85 **	0.46	-3.87 *	-1.86 **	0.90 *	-0.59 **	-2.04 *	-0.81
26	E	-2.32 **	3.01 **	3.35 **	1.40	1.13	0.47	0.27	-0.59 **	-1.66 *	-2.06 **
27	E	-3.83 **	3.89 **	5.10 **	-27.35 **	-17.62 **	-1.87 **	-3.10 **	-0.59 **	-4.04 **	-3.43 **
28	E	-3.02 **	-0.61 **	-0.65 **	-16.10 **	-15.12 **	-3.64 **	0.40	-0.59 **	-0.54	-1.68 **
29	E	-3.40 **	0.64 **	0.60 **	-18.60 **	-7.62 **	0.89	-1.85 **	0.66 **	-1.29	0.07
30	E	-4.65 **	-1.11 **	-1.15 **	-33.60 **	-26.37 **	-5.45 **	-3.10 **	-0.59 **	-0.04	2.32 **
31	E	-2.97 **	-0.61 **	-0.15	-11.10 **	-13.87 **	-4.53 **	-3.10 **	-0.59 **	-5.29 **	-3.43 **
32	E	-3.57 **	1.64 **	1.60 **	-4.85 **	-6.37 **	-1.65 **	3.90 **	2.16 **	-3.29 **	0.82
33	E	-2.52 **	1.64 **	2.35 **	1.40	3.63 *	1.29 *	-3.10 **	-0.59 **	-6.54 **	-3.43 **
34	E	-3.54 **	-0.61 **	-0.40 **	-22.35 **	-12.62 **	-0.58	-3.10 **	-0.59 **	-2.29 **	-0.43
35	E	-3.16 **	0.14	0.60 **	-2.35	1.13	0.90	-3.10 **	-0.59 **	-3.29 **	-3.43 **
36	E	-1.94 **	2.64 **	3.35 **	5.15 **	9.88 **	3.37 **	-0.60	-0.59 **	1.71 *	1.57 **
37	E	-4.14 **	0.39 *	0.85 **	2.65	3.63 *	1.02 *	-0.60	1.16 **	2.21 *	-1.18 *
38	E	-4.64 **	-0.86 **	-1.90 **	-18.60 **	-10.12 **	-0.34	-3.10 **	-0.59 **	-6.54 **	-3.43 **
39	E	-3.62 **	-0.36 *	-0.90 **	-26.10 **	-22.62 **	-4.93 **	-1.85 **	2.16 **	4.71 **	-1.93 **
40	E	-0.83 **	0.64 **	0.85 **	-16.10 **	-2.62	2.81 **	-3.10 **	0.66 **	-2.79 **	0.07
41	E	-3.75 **	1.14 **	0.85 **	-22.35 **	-5.12 **	3.24 **	-3.10 **	-0.59 **	3.96 **	0.57
42	Q	-1.17 **	-1.86 **	-2.40 **	-7.35 **	-13.87 **	-4.80 **	-1.10 **	3.66 **	-4.04 **	4.57 **
43	E	-0.20	2.14 **	1.60 **	16.40 **	-0.12	-3.61 **	-0.60	0.66 **	0.96	-2.18 **
44	E	-0.54 *	0.64 **	0.60 **	2.65	-6.37 **	-3.74 **	-1.85 **	-0.59 **	5.71 **	-0.43
45	E	0.81 **	0.64 **	0.35 *	6.40 **	-13.87 **	-7.45 **	-0.60	-0.59 **	-5.29 **	-3.43 **
46	E	-1.88 **	-0.61 **	-0.40 *	-1.10	-7.62 **	-3.03 **	-3.10 **	-0.59 **	-6.54 **	-2.18 **
47	E	2.24 **	0.89 **	0.85 **	17.65 **	17.38 **	3.46 **	-1.85 **	0.91 **	0.21	2.82 **
48	E	0.42 *	1.14 **	0.85 **	11.40 **	-8.87 **	-6.35 **	-1.85 **	-0.59 **	3.96 **	-3.43 **
49	E	-0.32	2.89 **	2.85 **	13.90 **	16.13 **	3.87 **	-0.60	-0.59 **	2.96 **	-3.43 **
50	E	1.52 **	0.39 *	0.10	20.15 **	22.38 **	5.14 **	6.65 **	2.66 **	4.21 **	2.07 **
51	E	2.30 **	2.89 **	2.85 **	17.65 **	19.88 **	4.69 **	-3.10 **	-0.59 **	6.71 **	0.07
52	E	1.61 **	1.14 **	0.85 **	20.15 **	13.63 **	1.53 **	0.40	0.66 **	3.46 **	-2.18 **
53	E	1.26 **	1.39 **	1.85 **	18.90 **	14.88 **	2.26 **	0.65	0.66 **	2.21 *	-1.93 **
54	E	1.91 **	2.14 **	1.10 **	20.15 **	16.13 **	2.28 **	-0.60	-0.59 **	-4.04 **	-0.93
55	E	3.09 **	1.39 **	1.10 **	16.40 **	27.38 **	7.95 **	-0.60	-0.59 **	-6.54 **	0.32
56	E	0.22	-0.36 *	2.35 **	-1.10	8.63 **	4.48 **	1.15 **	-0.59 **	-5.04 **	-3.43 **
57	T	1.60 **	-0.36 *	-0.90 **	11.40 **	9.88 **	1.82 **	-0.60	-0.59 **	7.71 **	-2.18 **

\*, \*\* Estadísticamente diferentes de cero P 0.05 Y P 0.01 respectivamente; LIN = línea; O = origen; REND = rendimiento; DFM = días a floración masculina; DFF = días a floración femenina; AP = altura de planta; AM = altura de mazorca; RAPM = relación altura planta mazorca; AR = Acame de raíz; AT= Acame de tallo; MC = Mala cobertura; PF = plantas con *fusarium spp.*

Por ultimo, la otra línea que presenta efectos de ACG favorables es la 9 (CML-176) de fondo genético QPM, aunque algunos efectos no son estadísticamente favorables, puede que mejore sus características al ser cruzada con otra línea que complemente sus deficiencias.

Es necesario mencionar que existen otras líneas que presentan buenos efectos de ACG negativos y significativamente diferentes a cero, para días a floración masculina y femenina, altura de planta y mazorca, relación altura planta mazorca, acame de raíz, acame de tallo y plantas con *Fusarium spp*, con el único problema que muestran valores de ACG negativos para rendimiento, por lo tanto pueden ser utilizadas como fuente donadora de buenas características agronómicas, tal es el caso de la línea 22 (CML-186) de origen QPM, que reduce considerablemente los días a floración masculina y femenina, debido a que presenta valores negativos de ACG.

Considerando los efectos promedios de aptitud combinatoria general (ACG) en el Cuadro 4.5 se muestran los probadores que exhibieron mejor comportamiento para las variables agronómicas en estudio. Estos probadores son: 5, 6, 7 y 12, que a continuación se describen:

En base a su poder de combinación el probador 12 (6310 BULK-13x6320-5) de origen QPM, es considerado como uno de los mejores probadores con excelentes atributos agronómicos, debido a que presenta efectos de ACG estadísticamente significativos para la mayoría de las

variables (Cuadro 4.5), donde se puede observar que reduce los días a floración masculina y femenina, altura de planta y mazorca, relación altura planta mazorca, acame de raíz, acame de tallo y plantas con *fusarium spp*, y por si fuera poco, la variable rendimiento aumenta 0.51 t ha<sup>-1</sup> en cada uno de sus cruzamientos, por lo tanto, con este probador como progenitor se puede considerar como una alternativa muy segura para la obtención de híbridos triples potencialmente superiores.

Otro de los probadores que muestra buenos valores genéticos para las variables en estudio de acuerdo a su ACG es el 5 (PE-202-1xMLS4-1N-1-1-A-5-1-A) constituido por material enano e ideotipo, al igual que el anterior muestra efectos negativos estadísticamente diferente a cero para las características: DFM, DFF, AM, RAPM, AR, AT y PF, así mismo, la variable rendimiento tiene un efecto estadísticamente y significativo diferente de cero de 0.27 t ha<sup>-1</sup> superior a la media.

**Cuadro 4.5** Efectos de aptitud combinatoria general (ACG) de 14 probadores y para 10 características agronómicas.

P	G	REND	DFM	DFF	AP	AM	RAPM	AR	AT	MC	PF
1	TE	-0.54 **	-1.01 **	-0.85 **	-2.60 **	-1.25	-0.24	2.27 **	-0.09	-1.39 **	2.17 **
2	Ee	0.76 **	-1.44 **	-1.23 **	4.32 **	6.96 **	2.24 **	1.98 **	2.24 **	0.38	8.07 **
3	Ee	0.77 **	-0.83 **	-0.79 **	1.76 *	1.13	0.16	1.54 **	-0.23 *	-1.40 **	2.50 **
4	EQ	-0.44 **	-0.09	-0.06	1.40	-0.46	-0.48	1.26 **	-0.07	1.12 *	2.68 **
5	EI	0.27 *	-0.80 **	-0.84 **	-1.41	-3.25 **	-1.35 **	1.27 **	-0.59 **	-0.73	-0.68 *
6	Ee	-0.24 *	-1.56 **	-1.40 **	-2.49 **	-8.59 **	-3.29 **	-0.69 **	-0.15	0.29	0.96 **
7	le	-0.19	-0.41 **	-0.52 **	0.15	0.50	0.26	0.22	-0.09	-2.29 **	-0.51
8	le	0.88 **	-0.53 **	-0.47 **	3.61 **	2.57 **	0.37	1.36 **	0.20	6.90 **	1.05 **
9	TI	-0.26 *	1.59 **	1.80 **	1.77 *	0.88	0.03	-1.13 **	-0.59 **	-3.09 **	-2.43 **
10	II	-2.06 **	0.32 **	0.27 **	-11.69 **	-4.73 **	0.53 *	-1.31 **	0.09	-1.93 **	-0.67 *
11	le	1.69 **	0.00	-0.13	3.22 **	5.67 **	1.89 **	-1.13 **	-0.23 *	0.69	-1.55 **
12	QQ	0.51 **	-0.61 **	-0.48 **	-3.85 **	-4.04 **	-0.92 **	-0.75 **	-0.39 **	3.61 **	-1.47 **
13	ee	0.79 **	1.04 **	0.99 **	9.65 **	4.92 **	-0.01	-0.03	0.24 *	0.04	-0.93 **
14	ee	1.15 **	0.12	-0.22 *	4.92 **	3.06 **	0.32	0.51 *	0.25 *	-2.40 **	0.50

\*, \*\* Diferencias significativas con P 0.05 y P 0.01 respectivamente; P = probador; G = germoplasma; REND (t ha<sup>-1</sup>) = rendimiento; DFM = días a floración masculina; DFF = días a floración femenina; AP (cm) = altura de planta; AM (cm) = altura de mazorca; RAPM (%) = relación altura planta mazorca; AR (%) = acame de raíz; AT (%) = acame de tallo; MC (%) = mala cobertura; PF (%) = plantas con *fusarium spp*; T = tropical; E = enano; Q = QPM; I = ideotipo; e = exótico.

El probador 7 (MLS4-1 RC4 N-7-1-1xE-90) de origen ideotipo x exótico, muestra efectos de ACG estadísticamente diferente a cero para las características días a floración masculina y femenina, así como mala cobertura, por lo que se puede complementar con un material sobresalientes que muestre las características favorables para la obtención de materiales con alto potencial.

El probador 6 (PE-202-1xE-174) formado por la cruce de una línea enana y una del grupo exótico, presentar efectos favorables estadísticamente diferente a cero para la mayoría de las variables, por tal motivo puede ser utilizado como donador de esas características para ser complemento de otro que muestre deficiencias en dichas características, y así generar individuos superiores a los progenitores.

Con el fin de obtener un probador que permita discriminar líneas para todas las características, en el Cuadro 4.6 se concentran las F calculadas por cada probador, las cuales ayudarán para llevar acabo una selección mas precisa de probadores que mejor discriminen líneas para todas las variables.

Como se muestra en Cuadro 4.6, no existió ningún probador que discrimine líneas para todas las variables en estudio, sin embargo podemos mencionar que los probadores, 5, 6 y 9 fueron los mejores para discriminar líneas, los cuales se describen a continuación:

Por orden importancia el probador 5 y 6, demostraron ser buenos discriminadores para las variables días a floración masculina y femenina y para la variable rendimiento. De acuerdo a F calculada el probador 5 es mejor discriminador para las variables días a floración masculina y femenina, mientras que el probador 6 mostró una F calculada mayor para la característica rendimiento, por lo tanto es mejor discriminador para esta variable.

**Cuadro 4.6** Valor de F calculada de 14 probadores, para 6 variables de importancia agronómica

PROB	GERM	DFM	DFE	AP	AM	RAPM	REND
1	TE	2.75	3.21	4.82	3.38	2.15	4.41
2	Ee	2.58	4.00	0.30	3.50	2.17	2.22
3	Ee	10.93	6.99	10.51	1.70	0.58	0.86
4	EQ	11.21	11.70	1.58	1.21	0.62	2.82
5	EI	23.53	21.00	2.34	1.60	1.15	5.50
6	Ee	16.88	15.34	5.47	3.33	1.26	8.07
7	le	16.79	8.20	1.40	0.78	1.11	4.93
8	le	8.78	8.49	2.11	1.97	1.97	4.37
9	TI	2.69	4.30	6.98	5.23	3.40	4.95
10	II	5.08	5.47	1.75	1.53	1.52	3.91
11	le	4.16	3.50	3.98	1.51	0.94	3.76
12	QQ	4.60	4.93	7.60	3.05	1.37	2.68
13	ee	3.01	3.11	1.53	2.85	2.89	1.62
14	ee	3.83	4.32	2.26	2.17	0.57	1.38

PROB = probador; GERM = germoplasma; REND = rendimiento; DFM = días a floración masculina; DFE = días a floración femenina; AP = altura de planta; AM = altura de mazorca; RAPM = relación altura planta mazorca.

Por otro lado, el probador 9 muestra una alta eficiencia para la discriminación de líneas para las variables altura de planta y mazorca, relación altura de planta mazorca y puede discriminar para la variable rendimiento después de los probadores antes mencionados.

Para la formación de un híbrido es importante conocer la integración genética que estos tienen, ya que algunos muestran un potencial de rendimiento debido a efectos aditivos y otros de dominancia. Por lo tanto, con la finalidad de realizar la selección de híbridos sobresalientes, en el Cuadro 4.7 se observa los efectos de aptitud combinatoria específica (ACE) para rendimiento y demás variables agronómicas en estudio, tomando en cuenta que se seleccionarán aquellos híbridos que presentaron alto potencial y buenos efectos de ACE para rendimiento.

Los híbridos que presentaron un desempeño sobresaliente para las características agronómicas favorables en cuanto a su valor de ACE fueron los siguientes: 86, 85, 79, 78, 77 y 76, que a continuación se describen.

El híbrido que obtuvo el valor más alto en aptitud combinatoria específica (ACE) para rendimiento, fue el 86 (MLS4-1 RC4N-7-1-1 x 232-10-11-1N-13-1-A-1-2-A) x CML-191, obteniendo un efecto estadísticamente significativo ( $P < 0.01$ ), con un rendimiento de  $3.16 \text{ t ha}^{-1}$  arriba de la media, aunque las demás características son igual a cero se presentan efectos genéticos favorables para altura de mazorca y relación altura planta mazorca, dando efectos positivos para las demás variables.

Híbrido 77 (255-18-19N-14-1-A-4-2-A x E-195) x 6310 BULK-2, es uno de los materiales más sobresalientes en cuanto a efectos genéticos debido a que presenta una reducción en todas las características, siendo las más significativas para días a floración masculina con  $-1.40\text{d}$  y para mala

cobertura con -6.15%, así mismo, un aumento para rendimiento con 2.40 t ha<sup>-1</sup> arriba de la media, por lo tanto, estos efectos mostrados para el híbrido se deben a que este pertenece al grupo que mas sobresalió en características estadísticamente favorables y además esta formado por diferente base genética.

En siguiente termino, el híbrido que demostró ser bueno en cuanto a sus valores de ACE para rendimiento y otras características es el 85 (MLS4-1 RC4N-7-1-1 x 232-10-11-1N-13-1-A-1-2-A) x CML-176, se seleccionó debido a que muestra buenas efectos genéticos en la mayoría de las características agronómicas, además de tener un valor positivo de ACE para rendimiento estadísticamente diferente a cero al 0.05 de probabilidad, con un aumento arriba de la media de 2.05 t ha<sup>-1</sup>. De tal manera que estos efectos se pueden deber a que el material que participa como hembra en el híbrido comparte genes con el grupo enano, y este último al ser cruzado con material QPM, es considerado como un patrón heterótico para la región de El Bajío, (De león, 2005).

El híbrido 78 identificado por la siguiente genealogía (MLS4-1 RC4N-7-1-1 x 232-10-11-1N-13-1-A-1-2-A) x CML-311, es otro material que tuvo un buen comportamiento respecto a sus características agronómicas aunque no estadísticamente significativas pero si son favorables para el producto final del material, eso si teniendo un aumento en la de media de 1.51 t ha<sup>-1</sup> para rendimiento.

**Cuadro 4.7** Híbridos selectos por aptitud combinatoria específica (ACE) para rendimiento y otras características de importancia agronómica.

LIN	P	HIB	DG	REND	DFM	DFF	AP	AM	RAPM	AT	AT	MC	PF
10	10	86	IIQ	3.16 **	0.11	0.09	1.23	-0.61	-0.83	1.08	0.43	0.29	1.69
7	1	7	TEe	3.07 **	0.64	0.97	10.10	9.37	2.10	-1.02	-0.29	2.76	-1.54
23	9	62	TIE	2.63 **	-0.59	-0.47	-1.22	-8.10	-3.18	0.21	0.03	4.15	0.43
17	10	79	IIT	2.41 **	-0.39	-0.67	3.56	-0.27	-0.69	-0.87	-0.37	2.01	-1.18
25	8	77	leQ	2.40 **	-1.40 *	-1.28	-0.17	-6.32	-2.70	-1.36	-0.20	-6.15 *	-2.42
15	11	112	leT	2.29 **	0.95	0.72	4.85	-1.13	-1.68	1.08	-0.39	1.11	-2.36
20	10	80	IIT	2.25 **	-1.49 *	-1.69 *	16.06 **	5.15	-1.20	0.72	-0.09	-5.11	0.67
8	4	30	EQe	2.22 **	1.17	1.10	21.52 **	10.88 *	0.41	-0.51	-0.14	-1.41	-2.89
1	7	46	leT	2.20 **	0.21	0.30	2.92	6.54	2.17	-1.63	0.04	-3.05	1.14
6	4	29	EQe	2.13 **	0.59	0.38	6.82	7.96	1.78	0.10	-0.33	-1.94	0.25
27	10	89	IIE	2.06 *	-0.32	-0.27	11.69 *	4.73	-0.53	1.31	-0.09	1.93	0.67
28	10	95	IIE	2.06 *	-0.32	-0.27	11.69 *	4.73	-0.53	1.31	-0.09	1.93	0.67
29	10	96	IIE	2.06 *	-0.32	-0.27	11.69 *	4.73	-0.53	1.31	-0.09	1.93	0.67
30	10	97	IIE	2.06 *	-0.32	-0.27	11.69 *	4.73	-0.53	1.31	-0.09	1.93	0.67
31	10	98	IIE	2.06 *	-0.32	-0.27	11.69 *	4.73	-0.53	1.31	-0.09	1.93	0.67
32	10	99	IIE	2.06 *	-0.32	-0.27	11.69 *	4.73	-0.53	1.31	-0.09	1.93	0.67
33	10	100	IIE	2.06 *	-0.32	-0.27	11.69 *	4.73	-0.53	1.31	-0.09	1.93	0.67
34	10	101	IIE	2.06 *	-0.32	-0.27	11.69 *	4.73	-0.53	1.31	-0.09	1.93	0.67
35	10	102	IIE	2.06 *	-0.32	-0.27	11.69 *	4.73	-0.53	1.31	-0.09	1.93	0.67
36	10	103	IIE	2.06 *	-0.32	-0.27	11.69 *	4.73	-0.53	1.31	-0.09	1.93	0.67
37	10	104	IIE	2.06 *	-0.32	-0.27	11.69 *	4.73	-0.53	1.31	-0.09	1.93	0.67
38	10	105	IIE	2.06 *	-0.32	-0.27	11.69 *	4.73	-0.53	1.31	-0.09	1.93	0.67
39	10	106	IIE	2.06 *	-0.32	-0.27	11.69 *	4.73	-0.53	1.31	-0.09	1.93	0.67
40	10	108	IIE	2.06 *	-0.32	-0.27	11.69 *	4.73	-0.53	1.31	-0.09	1.93	0.67
41	10	109	IIE	2.06 *	-0.32	-0.27	11.69 *	4.73	-0.53	1.31	-0.09	1.93	0.67
9	10	85	IIQ	2.05 *	-0.01	-0.49	0.44	-1.36	-0.72	-0.10	-0.40	-2.51	-1.89
2	6	39	Eel	1.83 *	0.03	0.26	14.76 **	8.93	0.82	-0.79	-0.17	-1.54	-3.77
26	10	107	IIE	1.81 *	-0.19	-0.77	6.69	5.98	1.46	0.93	-0.09	1.31	2.04
23	14	169	eeE	1.60 *	0.13	0.05	10.63 *	13.47 *	3.51	-1.43	1.69 *	0.46	-1.25
15	10	78	IIT	1.51 *	-0.36	0.07	2.25	-1.97	-1.33	-1.24	-0.70	-4.02	-1.99
23	12	125	QQE	1.49 *	-0.51	-0.31	6.28	8.69	2.39	0.46	-0.17	-2.55	0.72
15	7	45	leT	1.48	2.37 **	2.11 **	0.42	-2.21	-1.36	-2.77	-0.52	1.09	-3.40
6	10	92	Ile	1.44	-1.57 *	-1.70 *	2.40	3.48	1.47	0.91	-0.48	1.23	1.35
8	10	94	Ile	1.44	-2.99 **	-3.23 **	-2.90	-2.35	-0.51	0.56	0.95	1.39	1.46
24	10	90	IIE	1.37	-1.07	-0.81	2.31	3.32	0.92	1.49	1.03	-0.63	1.79
10	8	76	leQ	1.34	-0.28	-0.66	-2.82	-1.66	-0.26	-1.59	-0.93	-1.04	-1.52

\*, \*\* estadísticamente diferente de cero con P 0.05 Y P 0.01 respectivamente; LIN = línea; P = probador; DG = dosis de germoplasma; HIB = híbrido; REND = rendimiento; DFM = días a floración masculina; DFF = días a floración femenina; AP = altura de planta; AM = altura de mazorca; RAPM = relación altura planta mazorca; AR = acame de raíz; AT = acame de tallo; MC = mala cobertura; PF = plantas con *fusarium spp*; T = tropical; E = enano; Q = QPM; I = ideotipo; e = exótico.

El ultimo híbrido que fue seleccionado es el 76 (255-18-19N-14-1-A-4-2-A x E-195) x CML-19, el cual presenta efectos favorables para todas las características, aunque no estadísticamente marcadas pero existen, así mismo, presenta un efecto de aptitud combinatoria específica para rendimiento de 1.34 t ha<sup>-1</sup> superior a la media, por lo tanto, estos valores se

deben a que el material se encuentra formado por diferente origen genético, y muestran un cierto grado de complementariedad al ser cruzados.

Para explicar a que se deben los rendimientos existentes entre los mejores híbridos, se deben particionar la variable en los efectos genéticos de aptitud combinatoria general y específica (ACG Y ACE) respectivamente, los cuales se muestran en el Cuadro 4.8 para cada híbrido sobresaliente.

Los híbridos sobresalientes para rendimiento son: el 112, 77 y 169, obteniendo un promedio de 17.72, 16.72 y 15.05 t ha<sup>-1</sup> respectivamente, que pueden ser atribuidos a efectos aditivos y no aditivos, debido a que los progenitores tienen buenos efectos de ACG y al cruzarlos muestran buenos efectos de ACE, para rendimiento.

Los híbridos 116, 163, 76, 114,113 y 45, mostraron buenos rendimientos, esto se atribuye a que los progenitores tienen efectos favorables de ACG, debido a esto, las buenas características de los padres son transmitidas a sus descendientes, de tal manera que el potencial sea expresado favorablemente en el híbrido como tal, por lo tanto, el buen comportamiento de estos híbridos experimentales se deben principalmente a efectos aditivos y complementación de los materiales utilizados en la formación.

Es necesario mencionar que los híbridos seleccionados fueron superiores respecto a la media de testigos para rendimiento, resaltando que al menos uno de híbridos experimentales puede ser evaluado en localidades y repeticiones, que posteriormente pueda ser liberado de manera comercial, esto si muestra el mismo comportamiento a través de los años.

**Cuadro 4.8** Mejores híbridos seleccionados para rendimiento, con sus respectivas estructuras genéticas que participa en la constitución.

No.	HIB	DG	MEDTES (t ha <sup>-1</sup> )	MEDHIB (t ha <sup>-1</sup> )	ACE	LINEA	ACG	PROB	ACG
1	112	leT	14.11	17.72	2.29 **	15	1.28 **	11	1.69 **
2	77	leQ	14.11	16.27	2.40 **	25	0.52 *	8	0.88 **
3	116	leE	14.11	15.98	1.01	19	0.82 **	11	1.69 **
4	163	eeE	14.11	15.55	-0.79	55	3.09 **	13	0.79 **
5	76	leQ	14.11	15.40	1.34	10	0.71 **	8	0.88 **
6	114	leT	14.11	15.23	0.10	17	0.97 **	11	1.69 **
7	113	leT	14.11	15.15	0.69	1	0.30	11	1.69 **
8	169	eeE	14.11	15.05	1.60 *	23	-0.16	14	1.15 **
9	45	leT	14.11	15.04	1.48	15	1.28 **	7	-0.19

\*, \*\* Estadísticamente diferente de cero con P 0.05 Y P 0.01 respectivamente; HIB = híbrido; MEDTES = media de testigos; MEDHIB = media del híbrido; ACE = aptitud combinatoria general; ACG = aptitud combinatoria general; PROB = probador; DG = dosis de germoplasma; T = tropical; E = enano; Q = QPM; I = ideotipo; e = exótico

Como se puede observar en el Cuadro 4.8, la mayoría de los híbridos se encuentran formados por la combinación ideotipo x exótico cruzado con material tropical o subtropical, a una dosis de 25% ideotipo, 25% exótico y 50% tropical o QPM. Por lo tanto, podemos mencionar que la dosis de germoplasma mencionada puede ser utilizada como fuente para la formación de híbridos con buen comportamiento agronómico.

## V. CONCLUSIONES

Entre las 37 combinaciones germoplásmicas evaluadas, se encontró diferencias estadísticas para rendimiento, donde las mejores cuatro fueron constituidas: la primera por 25% QPM, 25% QPM y 50% enano (QQE), la segunda 25% ideotipo, 25% exótico y 50% Tropical (leT), la tercera 25% de exótico, 25% exótico y 50% enano (eeE) y la cuarta por 25% ideotipo, 25% exótico y 50% QPM (leQ).

Entre los híbridos experimentales evaluados, uno que destacó por buen desempeño agronómico, favorables valores genéticos de sus progenitores (AGG Y ACE), además de ser numéricamente superior en rendimiento al mejor testigo, es el identificado con el número 112 el cual tiene la siguiente dosis de participación de progenitores 25% ideotipo, 25% exótico y 50% de germoplasma tropical (leT).

El involucrar progenitores de tres diferentes fuentes genéticas en la constitución de híbridos triples, con atención a los resultados detectados en este trabajo, es una alternativa valiosa de explorar en los programas de mejoramiento.

## **VI. RESUMEN**

La identificación y utilización de grupos germoplasmicos en un programa de mejoramiento avanzado, es esencial para la formación de híbridos con alto potencial de rendimiento, debido a que existe la complementación de materiales por su divergencia genética. Con la finalidad de valorar el potencial de agronómico de las combinaciones híbridas, involucrando progenitores con diferente fondo genético, esta investigación se condujo durante los años 2004 y 2005. Se partió de 14 cruza simples (probadores) y 52 líneas provenientes de cinco grupos germoplasmicos, las cuales fueron sembrados en el ciclo otoño-invierno en el campo experimental "Dr. Mario Castro Gil" de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado en Tepalcingo, Morelos. Ahí cada probador se cruzó con líneas de diferente origen dando origen a 176 híbridos triples, posteriormente, éstos se agruparon de acuerdo a la participación y origen genético de los progenitores, dando un total de 37 combinaciones. Las evaluaciones se realizaron en dos localidades del estado de Guanajuato, durante el ciclo primavera-verano del 2005, con un diseño de siembra en un bloques incompletos con dos repeticiones bajo un arreglo alfa-látice. Los análisis estadísticos a que fueron sometidos los datos de rendimiento; días a floración masculina y femenina; altura de planta y mazorca; y rendimiento fueron: un análisis general de las combinaciones híbridas, y para conocer en forma particular los efectos genéticos de tratamientos se llevo a cabo un

análisis de línea por probador y análisis de líneas dentro de cada probador. Se encontró que existe diferencias de comportamiento agronómico entre las combinaciones híbridas evaluadas. De las 37 combinaciones, solo cuatro fueron seleccionadas por ser estadísticamente diferentes a la media general en base a rendimiento y otras características agronómicas: la primera esta constituida por 25% QPM, 25% QPM y 50% enano (QQE), la segunda 25% ideotipo, 25% exótico y 50% Tropical (IeT), la tercera 25% de exótico, 25% exótico y 50% enano (eeE) y la última formada por 25% ideotipo, 25% exótico y 50% QPM (IeQ). En base a la constitución genética de los híbridos triples para rendimiento, se encontró que el mejor híbrido fue el 112 que correspondió a la dosis de germoplasma 25% de ideotipo, 25% exótico y 50% de material tropical, el cual superó a la media de los testigos y además mostró un alto valor genético en aptitud combinatoria general y específica, por lo que se sugiere que se evalué en años y localidades para observar su comportamiento y si lo mantiene, liberarlo de forma comercial.

## VII. LITERATURA CITADA

- Bartolome V. and G. Gregorio. 2000. An interactive macro program for Line x Tester analysis. International Rice Research Institute. Los Baños, Philippines.
- Beck, D.L., S.K. Vasal, and J. Crossa. 1990. Heterosis and combining ability of CIMMYT's tropical early and intermediate maturity maize germplasm. *Maydica* 35:279–285.
- Córdova, O. H., M. Lopes C., Ortega, A., H. Gevers N., Singh, P. N., Sallah, W., Haag, Z., Shuang, y Pixley, K. 2000. The improvement and promotion of quality protein maize in selected developing countries. CIMMYT progress report 1999 p 20.
- Córdova, H. S. and H. S. Mickelson. 1995. CIMMYT. Maize program internally managed of breeding strategies and methodologies. External review p.6.
- Crossa J., Taba, and E. J. Wellhausen 1990a. Heterotic patterns Mexican races of maize. *Crop Science* 30:1182-1190.
- Crossa, J, Vasal, S K & Beck, D L. 1990b. Combining ability estimates of CIMMYT's tropical late yellow maize germplasm. *Maydica*, 35:273-278.
- De León, C. H., F. Rincón, S., M. H. Reyes, V., D. Sámano, 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 León, C. H., E. Ramírez, R., G. Martínez, Z., and A. Oyervides, G., 1997. Evaluation of heterotic patterns to develop maize hybrids for midaltitude regions of Mexico. *In: Book of Abstracts. The Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops; An international symposium.* CIMMYT-ASA. México, D. F., México. pp.: 92-93.
- Dos Santos, M. X., Pollak, L. M., Lemos de Carvalho, H. W., Patto, P. C. A., Gomes, G. E. E., Oliveira, P. E., Vilela, A. E. 2001. Heterotic responses of tropical elite maize accessions from Latin America with Brazilian testers. *Sci. agric., Piracicaba.* 58(4).
- González E. A, J. L. Jolalpa B., J. L. Ramírez D., M. Chuela B., R. Martínez P., S. Wood (2003). Evaluación económica del mejoramiento genético del maíz en México: híbrido intervarietal HV-313. Serie de evaluaciones del impacto económico de productos del INIFAP. Publicación técnica No.4 México, D.F. 58 p.
- Hallauer, A.R. 2000. Quantitative genetics and breeding methods. *In A. Gallais (ed). Biometrics in Plant Breeding.* pp. 127-138. Eucarpia, Paris.
- Hallauer, A.R. 1993. Maize breeding. *In G. Granados, C. de León, and J. E. Lothrop (eds). Proceedings Fifth Asian Regional Maize Workshop. Hanoi, Vietnam, 15-20 November 1993.* CIMMYT, np. p. 160-178.
- Hallauer, A.R., Russell, W.A. & Lamkey, K.R. 1988. Corn breeding. *In G.F. Sprague & J.W. Dudley, eds. Corn and corn improvement,* p. 463-564. Madison, WI, USA, American Society of Agronomy.
- Mallorquín, L. H., Molina, G., y Cervantes, S. T. 1986. Dosis de germoplasma Tuxpeño en compuestos de Maíz de raza Cónico y Chalqueño. *Agrociencia* 63:89-103.
- Márquez S., F. 1988. Genotecnia Vegetal. Métodos Teoría y Resultados. Tomo II. AGT Editor, S.A. México, D.F. p. 563.

- Melchinger, A. E., and R.K. Gumber. 1998. Overview of heterosis and heterotic groups in agronomic crops. *In: Concepts and Breeding of Heterosis in Crop Plants*. Lamkey, K. R., and J.E. Staub. (Eds). Madison, Wisconsin. pp.:29-44.
- Michelini, L.A. and A.R. Hallauer. 1993. Evaluation of exotic and adapted maize germplasm crosses. *Maydica* 38:275-282.
- Miranda, J. B. & Vencovsky, R. 1984 Analysis of a diallel cross among open-pollinated varieties of Maize (*Zea mays* L) *Maydica*, 29:217-234.
- Moll, R. H., Lonquist, J., Velez, F. y Jonson, E. C. 1965. The relationship of heterosis and genetic divergence in maize. *Genetics*. 52: 139-144
- Morales, R. M. M., Ron, P. J., Sánchez, G. J. J., Ramírez, D. J. L., De la cruz, L. L., Mena, M. S., Hurtado, P. S., y Chuela, B. M. 2005. Diversidad genética entre híbridos comerciales de maíz de Jalisco liberados en la década de 1990. *Rev. Fitotec. Mex.* 28 (2):115-126.
- Ordás A. 1991. Heterosis in crosses between American and Spanish populations of maize. *Crop Science* 31:931-937.
- Revilla, P., Malvar, R.A., Cartea, M.E., Butrón A, and Ordás A., 2000. Inheritance of cold tolerance at emergence and during early season growth in maize *Crop Science*. 40: 1579-1585.
- 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.
- Tanksley, S. D. and McCouch, S.R. 1997. Seed banks and molecular maps: Unlocking genetic potential from the wild. *Science* 277: 1063-1066.
- Troyer, A. F. 1999. Background of U.S. hybrid corn. *Crop Sci.* 39:601-626.
- Vasal, S.K., Beck, D.L. and Crossa, J. 1987. *CIMMYT research highlights 1986*. Mexico, DF, CIMMYT.

- Vidrio, H. R., 2001. Estimación de componentes genéticos en dos poblaciones de maíz con diferente dosis de germoplasma. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Tesis de Maestría en Fitomejoramiento, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Perez. V. J. C., Ceballos, H., Pandey, S., C. Díaz, A. 1995. Analysis of diallel crosses among Colombian landraces and improved populations of maize. *Crop Science*. 35(2):572-578.
- Wellhausen, E. J. 1978. Recent developments in maize breeding in the tropics. In D. B. Walden, (ed). *Maize breeding and genetics*, pp. 59-84, New York, NY, USA, J. Wiley & Sons.
- Xingming, A., Jing, T., Junyun, Y., Feng, L., Bihua, H., Yunxiao, H., 2002. Study of yield combining ability and genetic relationship among exotic tropical, subtropical maize (*Zea mays* L.) inbreds and temperate maize inbreds in China. *Agricultural Sciences in China*, 1(7): 725-731.
- Hallauer, A. R., Miranda, J. B. 1988. *Quantitative Genetics in Maize Breeding*. Iowa State University Press. Ames. U.S.A 468 p.
- Singh R. K. and Chaudary B. D. 1985. *Line x Tester analysis*. 3<sup>a</sup> edition. *Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis*. Pp 205-2014.
- Little, M. T., and F. Jackson H. *métodos estadísticos para la investigación en la agricultura*. Trillas p. 59-65.
- Ramírez, D. J. L., M. Chuela B., I. Soltero D., J. Franco M., A. Morfín V., V. A. Vidal M., H. L. Vallejo D., F. Caballero H., H. Delgado M., R. Valdivia B., J. Ron P. 2004. Patrón heterótico de maíz amarillo para la región Centro-Occidente. *Rev. Fitotec. Mex.* 27(1):13-17.
- Soengas, P., B. Ordás, R. A Malvar, P. Revilla y A. Ordás. 2003. Heterotic Patterns among Flint Maize Populations *Crop Science* 43:844-849.

## VIII. APÉNDICE

**Cuadro A1.** Comportamiento agronómico de todas las combinaciones híbridas evaluadas en dos localidades durante, en el ciclo P-V 2005.

#	DG	REND	FM	FH	AP	AM	RAPM	AR	AT	MC	PF
29	QQE	14.072 **	75 **	77	220	113	51.13	3	0	10	2
23	lel	13.981	76	78	224	114	50.40	4	0	8	3
16	leT	13.936 **	76	79	228	120	52.39	3	1	9	4
37	eee	13.934	79	80	236	121	50.99	3	2	3	4
27	IIQ	13.471	76	78	209 **	105	50.02	3	1	2	3
34	eeE	13.470 **	77	79	234	122	51.87	3	1	6	2
18	leQ	13.431 *	75 **	77 **	223	114	51.21	4	1	7	3
33	eeT	13.412	77	79	229	115	50.10	3	1	6	2
24	IIT	13.404	77	79	223	112	50.43	0	0 *	3	1
12	EQe	13.355	77	79	226	118	51.89	5	0	5	5
35	eel	13.341	77	79	229	116	50.59	4	1	5	4
20	TII	13.266	79	81	238	129	53.99	0	0	0	2
15	EIQ	13.254	75	77	214	108	50.21	3	0	7	3
6	EeT	13.227	75 **	77 *	222	111	50.13	5	1	7	7
5	Eel	13.153	75 **	77	229	116	50.59	3	1	7	6
19	TIE	12.920	78	80	228	118	51.68	2	0	5	1 *
7	IEe	12.732	76	78	235	120	50.86	5	1	4	9
10	EQT	12.712	77	79	228	119	52.20	4	0	8	7
30	QQT	12.606	78	79	220	110	49.83	1	1	6	2
31	QQI	12.590	75	77	221	108	48.64	3	0	13	2
14	EIT	12.560 *	76	78	223	112	49.59	5	0	6	3
36	eeQ	12.504	77	78	221	112	50.72	4	1	6	4
17	leE	12.501	76	78	223	116	52.12	3	0	9	3
3	TEe	12.124	75	77	215	114	51.87	5	1	5	5
2	TEI	12.058	75	77	221	112	50.73	5	0	6	6
8	Eee	12.013	77	78	210	109	51.70	5	0	3	3
22	TIQ	11.985	78	80	221	108	48.71	2	0	3	1
9	EeQ	11.867	75	77	215	104	48.43	2	0	6	4
32	QQe	11.775	75	77	207	107	51.54	3	0	14	2
4	TEQ	11.771	76	79	221	111	49.82	4	1	2	5
11	EQI	11.555	76	78	223	109	49.03	4	1	8	6
1	TET	11.139	73	76	228	115	50.34	9	0	9	8
26	Ile	10.938	75	76	209	112	53.40	3	1	5	4
21	Tle	10.139	77	80	211	107	50.75	3	0	2	1
25	IIE	9.675	77	79	209	108	51.53	2	1	5	3
13	EQQ	9.655	76	77	214	110	51.21	6	0	9	11
28	III	9.450	80	82	216	115	53.39	2	2	0	2

\*, \*\* estadísticamente diferentes a la media con P 0.05 Y P 0.01 respectivamente; GPO =grupo; DG = dosis de germoplasma; REND (t ha<sup>-1</sup>) = rendimiento; DFM = días a floración masculina; DFF = días a floración femenina; AP(cm) = altura de planta; AM(cm) = altura de mazorca; RAPM(cm) = relación altura planta mazorca.; AR(%) = acame de raíz; AT(%) = acame de tallo; MC(%) = Mala cobertura; (%) = porcentaje; t ha<sup>-1</sup> = toneladas por hectárea ; cm = centímetros.

**Cuadro A2.** Efectos de aptitud combinatoria específica (ACE) para rendimiento y otras características de importancia agronómica de todos los híbridos evaluados en la P-V 2005.

LIN	P	HIB	GRUPO	REND	DFM	DFE	AP	AM	RAPM	AT	AT	MC	PF
10	11	86	IIQ	3.16 **	0.11	0.09	1.23	-0.61	-0.83	1.08	0.43	0.29	1.69
7	11	7	TEe	3.07 **	0.64	0.97	10.10	9.37	2.10	-1.02	-0.29	2.76	-1.54
18	13	62	TIE	2.63 **	-0.59	-0.47	-1.22	-8.10	-3.18	0.21	0.03	4.15	0.43
12	11	79	IIT	2.41 **	-0.39	-0.67	3.56	-0.27	-0.69	-0.87	-0.37	2.01	-1.18
20	9	77	leQ	2.40 **	-1.40 *	-1.28	-0.17	-6.32	-2.70	-1.36	-0.20	-6.15 *	-2.42
11	10	112	leT	2.29 **	0.95	0.72	4.85	-1.13	-1.68	1.08	-0.39	1.11	-2.36
15	11	80	IIT	2.25 **	-1.49 *	-1.69 *	16.06 **	5.15	-1.20	0.72	-0.09	-5.11	0.67
8	5	30	EQe	2.22 **	1.17	1.10	21.52 **	10.88 *	0.41	-0.51	-0.14	-1.41	-2.89
1	8	46	leT	2.20 **	0.21	0.30	2.92	6.54	2.17	-1.63	0.04	-3.05	1.14
6	5	29	EQe	2.13 **	0.59	0.38	6.82	7.96	1.78	0.10	-0.33	-1.94	0.25
22	11	89	IIE	2.06 *	-0.32	-0.27	11.69 *	4.73	-0.53	1.31	-0.09	1.93	0.67
23	11	95	IIE	2.06 *	-0.32	-0.27	11.69 *	4.73	-0.53	1.31	-0.09	1.93	0.67
24	11	96	IIE	2.06 *	-0.32	-0.27	11.69 *	4.73	-0.53	1.31	-0.09	1.93	0.67
25	11	97	IIE	2.06 *	-0.32	-0.27	11.69 *	4.73	-0.53	1.31	-0.09	1.93	0.67
26	11	98	IIE	2.06 *	-0.32	-0.27	11.69 *	4.73	-0.53	1.31	-0.09	1.93	0.67
27	11	99	IIE	2.06 *	-0.32	-0.27	11.69 *	4.73	-0.53	1.31	-0.09	1.93	0.67
28	11	100	IIE	2.06 *	-0.32	-0.27	11.69 *	4.73	-0.53	1.31	-0.09	1.93	0.67
29	11	101	IIE	2.06 *	-0.32	-0.27	11.69 *	4.73	-0.53	1.31	-0.09	1.93	0.67
30	11	102	IIE	2.06 *	-0.32	-0.27	11.69 *	4.73	-0.53	1.31	-0.09	1.93	0.67
31	11	103	IIE	2.06 *	-0.32	-0.27	11.69 *	4.73	-0.53	1.31	-0.09	1.93	0.67
32	11	104	IIE	2.06 *	-0.32	-0.27	11.69 *	4.73	-0.53	1.31	-0.09	1.93	0.67
33	11	105	IIE	2.06 *	-0.32	-0.27	11.69 *	4.73	-0.53	1.31	-0.09	1.93	0.67
34	11	106	IIE	2.06 *	-0.32	-0.27	11.69 *	4.73	-0.53	1.31	-0.09	1.93	0.67
35	11	108	IIE	2.06 *	-0.32	-0.27	11.69 *	4.73	-0.53	1.31	-0.09	1.93	0.67
36	11	109	IIE	2.06 *	-0.32	-0.27	11.69 *	4.73	-0.53	1.31	-0.09	1.93	0.67
9	11	85	IIQ	2.05 *	-0.01	-0.49	0.44	-1.36	-0.72	-0.10	-0.40	-2.51	-1.89
2	3	39	Eel	1.83 *	0.03	0.26	14.76 **	8.93	0.82	-0.79	-0.17	-1.54	-3.77
21	11	107	IIE	1.81 *	-0.19	-0.77	6.69	5.98	1.46	0.93	-0.09	1.31	2.04
18	7	169	eeE	1.60 *	0.13	0.05	10.63 *	13.47 *	3.51	-1.43	1.69 *	0.46	-1.25
11	11	78	IIT	1.51 *	-0.36	0.07	2.25	-1.97	-1.33	-1.24	-0.70	-4.02	-1.99
18	14	125	QQE	1.49 *	-0.51	-0.31	6.28	8.69	2.39	0.46	-0.17	-2.55	0.72
11	8	45	leT	1.48	2.37 **	2.11 **	0.42	-2.21	-1.36	-2.77	-0.52	1.09	-3.40
6	11	92	Ile	1.44	-1.57 *	-1.70 *	2.40	3.48	1.47	0.91	-0.48	1.23	1.35
8	11	94	Ile	1.44	-2.99 **	-3.23 **	-2.90	-2.35	-0.51	0.56	0.95	1.39	1.46
19	11	90	IIE	1.37	-1.07	-0.81	2.31	3.32	0.92	1.49	1.03	-0.63	1.79
10	9	76	leQ	1.34	-0.28	-0.66	-2.82	-1.66	-0.26	-1.59	-0.93	-1.04	-1.52
9	9	75	leQ	1.34	-0.65	-0.49	-4.86	-3.67	-0.50	-0.51	0.74	2.16	-0.61
3	5	26	EQI	1.26	0.71	0.68	7.98	-0.48	-1.95	-1.70	1.00	-1.37	-3.06
19	13	57	TIE	1.24	-0.59	-1.08	3.23	-1.66	-1.35	0.07	-0.04	-3.85	0.43
13	14	128	QQE	1.13	-1.06	-0.81	1.77	-3.67	-2.40	1.42	-0.03	-2.69	0.59
14	10	116	leE	1.01	-0.28	-0.17	4.17	5.35	1.26	-0.62	-0.25	-2.91	0.66
5	3	41	Eel	0.97	0.16	0.15	9.24	11.97 *	3.34	-0.44	-1.20	5.03	-5.28 *
10	13	61	TIQ	0.93	-0.91	-1.19	4.02	-2.47	-1.95	-0.35	-0.14	0.95	-0.29
5	7	174	eel	0.91	1.73 *	2.72 **	-3.17	-2.19	-0.36	-2.13	-1.60 *	-4.02	-3.32
19	9	71	leE	0.76	0.28	-0.06	5.14	9.15	2.57	-0.42	-0.82	9.91 **	2.45
1	10	113	leT	0.69	-0.83	-0.73	-4.52	0.12	1.23	-0.66	-0.44	0.10	-0.94
8	2	18	Eee	0.61	2.16 **	1.83 *	8.66	8.04	1.80	-0.29	0.02	-2.39	-2.70
2	13	58	TII	0.58	0.39	0.06	8.00	10.71 *	2.56	-1.60	0.27	0.59	1.12
15	6	140	eeT	0.58	1.29 *	1.59 *	-0.27	-2.00	-0.57	-0.55	-0.24	-6.33 *	0.93
13	6	141	eeE	0.56	0.29	0.21	-0.48	-0.13	0.07	-0.80	-0.65	-0.37	0.06
2	14	129	QQI	0.56	-0.91	-1.16	6.12	-0.62	-1.52	-1.97	0.07	-4.86	-1.35
16	9	74	leQ	0.53	-0.72	-0.65	-6.11	-0.07	1.54	2.14	1.68 *	-1.53	-1.42
2	7	172	eel	0.53	0.11	-0.17	8.60	9.78	2.28	1.51	-0.57	2.40	1.93 (
21	13	65	TIE	0.51	-1.71 *	-1.30	3.23	-2.13	-2.02	1.50	0.59	3.71	1.06
4	2	11	Eel	0.43	1.44 *	1.18	2.68	3.04	0.69	-0.18	-2.24 **	-1.03	-7.37 **

Continuación cuadro A2.....

2	2	17	Eel	0.37	-1.45 *	-1.60 *	-0.73	4.21	2.06	-1.52	-0.09	6.40 *	-0.06
12	8	47	leT	0.37	-0.66	-0.63	-2.02	14.50 *	6.94 **	-2.40	-0.19	-2.39	0.91
12	5	23	EQT	0.35	0.01	-0.34	-2.02	1.71	1.28	-0.68	1.04	2.21	0.97
9	2	19	EeQ	0.33	1.39 *	2.07 **	6.99	5.28	0.67	-3.20 *	-0.08	1.96	-1.81
2	6	142	eel	0.33	-0.81	-0.63	-13.63 *	-12.08 *	-2.31	-2.70	-0.55	-2.54	-1.88
9	4	35	EIQ	0.32	-0.64	-0.63	-7.34	-1.60	1.35	-2.68	0.28	3.04	-0.63
4	11	4	TEI	0.30	1.01	0.30	-1.65	0.00	0.41	1.53	0.09	1.74	2.03
13	7	171	eeE	0.29	0.22	0.17	5.49	4.23	0.47	-2.34	-0.67	3.32	0.88
15	3	38	EeT	0.27	0.64	0.73	-16.89 **	-7.24	0.48	1.60	0.15	2.91	-0.96
17	3	43	EeQ	0.24	1.56 *	1.40 *	2.49	8.59	3.29	0.69	0.15	-0.29	-0.96
2	11	2	TEI	0.24	0.74	0.71	-3.88	4.09	3.21	1.25	-0.23	2.39	2.52
14	9	70	leE	0.19	0.76	0.93	-4.97	-1.55	0.37	-2.11	-0.68	4.12	-3.18
6	7	168	eee	0.18	1.88 **	2.04 **	9.54	0.69	-2.12	-2.15	0.86	0.58	-0.82
2	9	73	leI	0.16	-0.49	-0.66	-7.59	-5.98	-1.37	0.16	-0.52	-1.65	-0.87
11	2	12	EeT	0.15	-1.60 *	-1.18	-8.75	-4.92	-0.26	0.72	-1.61 *	0.92	-1.48
4	3	40	Eel	0.14	0.31	0.35	-1.76	-1.41	-0.24	-2.51	0.15	-1.44	0.24
14	6	138	eeE	0.13	-0.06	-0.79	-8.51	-8.90	-2.45	1.03	0.79	1.74	1.55
18	6	147	eeE	0.13	0.21	0.34	-2.84	-0.89	0.32	0.36	0.46	-0.73	2.18
14	11	93	IIE	0.11	-0.34	-0.57	-0.93	2.63	1.79	0.81	0.06	-3.30	2.28
12	10	114	leT	0.10	0.17	0.98	-7.59	-1.92	0.63	0.20	-0.05	0.39	0.95
18	9	68	leE	0.09	-0.22	0.06	3.19	-2.29	-1.60	2.98 *	0.50	-7.35 *	-0.55
13	11	83	IIE	0.07	-0.49	-0.32	3.35	2.02	0.20	-0.53	0.74	2.10	-0.21
10	8	54	leQ	0.06	-0.03	0.01	0.02	-1.47	-0.70	-0.20	-0.01	1.03	2.41
6	14	133	QQe	0.03	-0.89	-0.70	4.57	4.04	0.85	0.36	0.00	2.82	-0.10
9	11	9	TEQ	-0.04	1.57 *	2.13 **	0.10	-8.60	-3.98 *	-1.18	-0.22	-3.05	0.27
3	14	130	QQI	-0.06	-0.01	0.61	-0.52	4.35	2.17	0.07	0.08	10.14 **	0.84
1	6	146	eeT	-0.09	1.38 *	1.15	2.79	2.12	0.27	1.24	-0.28	0.50	-2.06
14	13	63	TIE	-0.10	-0.86	-0.72	4.36	5.14	1.15	0.38	0.11	-2.01	2.30
3	11	3	TEI	-0.10	-0.11	-0.28	0.73	-0.94	-0.65	-1.96	-0.22	-4.86	-1.79
12	4	33	EIT	-0.13	-0.78	-0.56	-0.46	0.75	0.43	-0.95	0.31	-2.45	-0.42
6	11	6	TEe	-0.16	0.76	0.17	-6.68	-6.25	-1.87	0.84	0.95	2.07	-0.24
5	6	148	eel	-0.23	0.06	-0.12	-7.27	-4.67	-0.38	2.40	0.29	0.16	-0.14
14	14	127	QQE	-0.23	-0.41	-0.19	-2.51	-1.81	-0.30	0.00	-0.09	3.41	0.71
14	7	170	eeE	-0.24	0.86	0.92	4.96	-3.29	-2.43	0.74	0.52	-3.57	1.12
11	4	32	EIT	-0.28	3.25 **	2.68 **	5.73	6.54	1.67	-2.07	-0.02	0.02	-3.23
5	11	5	TEI	-0.32	0.36	0.10	-3.15	-0.38	1.00	-4.15 **	-1.26	-1.79	-5.99 **
19	8	50	leE	-0.33	-0.34	-0.26	-2.65	-12.54 *	-4.93 *	-1.03	-0.54	-3.65	1.76
12	3	37	EeT	-0.33	1.98 **	2.00 **	1.86	-0.16	-0.75	1.26	1.37	-0.47	-1.31
5	2	16	IIE	-0.39	1.18	0.79	8.74	6.00	0.47	-0.91	0.13	-3.28	-1.57
12	14	123	QQT	-0.39	1.04	0.58	3.23	0.29	-0.73	0.08	0.11	0.71	-0.13
9	10	119	leQ	-0.43	1.31 *	1.41 *	10.53 *	5.73	0.21	-0.53	1.16	-5.13	-2.52
8	11	8	TEe	-0.43	0.34	0.64	-3.23	-5.84	-2.52	-1.27	-0.12	-1.65	-0.13
13	9	72	leE	-0.45	0.62	0.43	0.56	-2.78	-1.48	1.06	-0.62	-7.24 *	2.33
7	11	84	IIE	-0.47	0.06	-0.40	4.19	-3.39	-2.38	0.06	0.28	0.56	0.04
10	3	44	EeQ	-0.49	1.24	1.01	-4.21	-8.00	-2.84	0.46	-0.58	-0.93	-3.68
11	14	135	QQT	-0.53	3.07 **	2.82 **	1.92	-1.42	-1.08	-1.79	-0.22	-4.81	1.56
5	5	28	EQI	-0.63	-0.19	0.06	-8.40	-4.91	-0.34	-2.26	-0.66	0.96	-1.38
11	2	14	EeT	-0.64	-3.47 **	-3.37 **	-13.69 *	-9.08	-0.93	4.67 **	0.87	-0.81	2.35
20	6	149	eeQ	-0.66	-0.48	-0.99	-4.96	1.33	1.46	-1.22	-0.24	-1.29	-0.44
4	6	143	eel	-0.68	0.21	0.46	-0.15	1.33	0.86	-1.92	-0.24	-3.69	-0.87
8	14	134	QQe	-0.74	0.19	0.52	-4.48	0.70	1.53	-0.75	0.18	7.60 *	0.51
37	6	150	eeQ	-0.79	-1.04	-0.99	-9.65	-4.92	0.01	0.03	-0.24	-0.04	0.93
38	6	151	eeE	-0.79	-1.04	-0.99	-9.65	-4.92	0.01	0.03	-0.24	-0.04	0.93
39	6	152	eeE	-0.79	-1.04	-0.99	-9.65	-4.92	0.01	0.03	-0.24	-0.04	0.93
40	6	153	eeE	-0.79	-1.04	-0.99	-9.65	-4.92	0.01	0.03	-0.24	-0.04	0.93

Continuación cuadro A2.....

41	6	154	eeE	-0.79	-1.04	-0.99	-9.65	-4.92	0.01	0.03	-0.24	-0.04	0.93
42	6	155	eeE	-0.79	-1.04	-0.99	-9.65	-4.92	0.01	0.03	-0.24	-0.04	0.93
43	6	156	eeE	-0.79	-1.04	-0.99	-9.65	-4.92	0.01	0.03	-0.24	-0.04	0.93
44	6	157	eeE	-0.79	-1.04	-0.99	-9.65	-4.92	0.01	0.03	-0.24	-0.04	0.93
45	6	158	eeE	-0.79	-1.04	-0.99	-9.65	-4.92	0.01	0.03	-0.24	-0.04	0.93
46	6	159	eeE	-0.79	-1.04	-0.99	-9.65	-4.92	0.01	0.03	-0.24	-0.04	0.93
47	6	160	eeE	-0.79	-1.04	-0.99	-9.65	-4.92	0.01	0.03	-0.24	-0.04	0.93
48	6	161	eeE	-0.79	-1.04	-0.99	-9.65	-4.92	0.01	0.03	-0.24	-0.04	0.93
49	6	162	eeE	-0.79	-1.04	-0.99	-9.65	-4.92	0.01	0.03	-0.24	-0.04	0.93
50	6	163	eeE	-0.79	-1.04	-0.99	-9.65	-4.92	0.01	0.03	-0.24	-0.04	0.93
51	6	164	eeE	-0.79	-1.04	-0.99	-9.65	-4.92	0.01	0.03	-0.24	-0.04	0.93
52	6	165	eeT	-0.79	-1.04	-0.99	-9.65	-4.92	0.01	0.03	-0.24	-0.04	0.93
10	6	145	eeQ	-0.80	1.14	1.62 *	-5.10	8.49	5.25 *	0.30	0.54	2.58	-0.29
15	10	115	leT	-0.86	1.08	1.46 *	-1.34	-5.26	-2.37	0.54	0.23	-4.73	1.55
1	3	36	EeT	-0.86	-0.15	-0.58	5.56	6.89	2.08	1.78	1.35	-0.88	6.18 **
11	5	22	EQT	-0.91	-0.71	-0.73	-0.21	1.26	0.59	0.32	-0.55	0.68	-0.21
12	2	15	EeT	-0.96	0.75	0.64	6.37	5.12	0.87	1.54	-0.04	0.97	2.40
1	7	167	eeT	-0.97	0.43	0.49	-14.35 *	-9.77	-1.03	-3.42 *	-0.30	-0.19	-5.86 **
19	10	118	leE	-0.98	-0.25	-0.41	-6.34	-6.46	-1.40	0.06	-0.40	-0.50	0.67
5	14	132	QQI	-0.99	-0.29	-0.77	-3.15	-7.59	-2.81	1.38	-0.96	0.21	-0.11
10	2	20	EeQ	-1.01	0.51	0.40	-4.71	-8.97	-2.85	-1.77	-0.49	2.51	-1.72
12	6	137	eeT	-1.03	0.39	0.36	-4.02	-11.17 *	-3.73	-2.15	-0.51	-0.96	-0.67
15	14	124	QQT	-1.04	0.19	-0.19	-3.02	4.45	2.80	0.17	0.39	-9.65 **	1.47
8	13	60	Tle	-1.08	-0.26	-0.76	-6.36	-2.96	0.22	0.38	0.38	-0.45	0.97
1	11	1	TET	-1.09	0.31	0.62	6.92	4.54	0.60	1.57	-1.21	2.55	-0.78
10	7	176	eeT	-1.17	-0.18	-0.17	-10.38 *	-7.15	-0.93	1.51	-0.98	0.02	2.52
16	3	42	EeQ	-1.17	2.81 **	2.52 **	4.99	6.09	1.38	-2.81	-1.73 *	-5.67	-0.58
10	11	10	TEQ	-1.18	1.44 *	1.71 *	7.15	10.90 *	3.58	-2.50	1.86 *	-1.50	-2.39
14	8	49	leE	-1.37	-0.86	-0.77	8.49	-4.48	-4.13 *	4.03 *	0.86	4.31	-0.13
6	13	59	Tle	-1.37	0.16	0.77	2.69	-2.13	-1.34	-0.51	0.20	0.02	-1.89
9	8	52	leQ	-1.39	0.97	0.55	9.85	5.90	0.36	2.12	-0.22	-0.65	-1.55
2	11	91	III	-1.44	2.91 **	2.84 **	0.21	2.57	1.47	0.08	1.09	-0.57	-0.15
4	14	131	QQI	-1.46	0.61	0.68	-4.15	-0.96	0.49	0.30	0.39	1.49	-2.83
5	2	13	Eel	-1.57 *	0.54	0.23	-1.32	5.16	2.53	-1.35	3.66 **	0.20	3.11
2	5	25	EQI	-1.63 *	0.57	0.80	-7.88	-7.32	-1.59	0.64	0.75	-1.74	-2.25
20	7	175	eeQ	-1.69 *	-1.30 *	-1.28	-8.98	-3.06	0.78	2.74	-0.25	6.15 *	2.88
3	7	173	eel	-1.77 *	1.01	0.59	-8.05	-0.25	1.76	0.30	-0.56	-4.85	0.13
1	9	66	leT	-1.98 *	0.08	0.25	-1.79	-5.53	-1.90	-0.77	1.01	0.01	10.09 **
11	7	166	eeT	-2.32 **	-0.91	-0.94	-1.85	-2.27	-0.54	-1.56	1.88 *	-1.55	-1.91
18	11	87	IIE	-2.34 **	-0.57	-0.94	-11.51 *	-7.49	-1.05	2.14	-0.65	3.99	4.67 *
12	9	67	leT	-2.37 **	0.96	1.07	0.76	-2.57	-1.41	2.22	-0.47	-6.33 *	-2.90
9	5	31	EQQ	-2.57 **	-0.60	-1.16	-10.15	-1.88	1.48	0.58	-0.25	3.19	3.76
20	13	64	TIQ	-2.61 **	0.97	1.45 *	-5.84	-3.38	-0.26	-0.87	0.59	-0.16	1.81
1	14	122	QQT	-2.64 **	1.66 *	1.50 *	-11.83 *	-7.67	-0.91	-3.16 *	2.09 *	-6.45 *	-2.15
1	4	34	EIT	-2.66 **	-0.91	-0.39	-8.02	-9.71	-2.93	2.57	-0.71	1.39	0.32
13	8	51	leE	-2.69 **	0.49	0.73	-13.48 *	-1.96	2.60	1.20	0.92	0.96	-1.62
10	10	120	leQ	-2.69 **	-1.32 *	-1.01	6.33	7.73	1.95	1.40	1.00	1.93	0.32
11	9	69	leT	-2.73 **	2.49 **	3.07 **	5.71	6.97	1.81	-3.90 *	0.69	1.64	-1.71
15	9	55	leT	-2.77 **	-0.38	-0.69	7.01	9.10	2.29	0.06	-0.20	13.31 **	-1.05
19	6	139	eeE	-2.94 **	0.96	1.72 *	4.10	0.55	-0.84	2.72	0.64	0.78	-2.32
18	8	48	leE	-3.91 **	0.41	0.86	-2.09	-5.23	-2.11	-1.14	-0.47	0.85	-1.49
18	10	110	leE	-4.21 **	0.75	-0.04	-12.66 *	-11.65 *	-2.22	-1.04	-0.33	-1.38	2.05

\*, \*\* estadísticamente diferente de cero con P 0.05 Y P 0.01 respectivamente; LIN = línea; P = probador; DG = dosis de germoplasma; HIB = híbrido; REND = rendimiento; DFM = días a floración masculina; DFF = días a floración femenina; AP = altura de planta; AM = altura de mazorca; RAPM = relación altura planta mazorca; AR = acame de raíz; AT = acame de tallo; MC = mala cobertura; PF = plantas con *fusarium spp*; T = tropical; E = enano; Q = QPM; I = ideotipo; e = exótico.

**Cuadro A3** Media de rendimiento de todos los híbridos y valores de aptitud combinatoria específica (ACE).

H	DG	LIN	P	MH	ACE		H	DG	L	P	MH	ACE
112	leT	15	11	17.72	2.29	**	37	EeT	17	6	12.87	-0.33
77	leQ	25	8	16.27	2.40	**	16	IEe	5	3	12.73	-0.39
116	leE	19	11	15.98	1.01		164	eeE	56	13	12.69	-0.79
163	eeE	55	13	15.55	-0.79		85	IIQ	9	10	12.66	2.05 *
76	leQ	10	8	15.40	1.34		2	TEI	2	1	12.64	0.24
114	leT	17	11	15.23	0.10		166	eeT	15	14	12.58	-2.32 **
113	leT	1	11	15.15	0.69		124	QQT	20	12	12.49	-1.04
169	eeE	23	14	15.05	1.60	*	44	EeQ	10	6	12.45	-0.49
45	leT	15	7	15.04	1.48		175	eeQ	25	14	12.44	-1.69 *
75	leQ	9	8	14.88	1.34		143	eel	4	13	12.42	-0.68
7	TEe	7	1	14.80	3.07	**	30	EQe	8	4	12.41	2.22 **
46	leT	1	7	14.79	2.20	**	22	EQT	15	4	12.39	-0.91
159	eeE	51	13	14.77	-0.79		151	eeE	43	13	12.27	-0.79
155	eeE	47	13	14.71	-0.79		40	Eel	4	6	12.20	0.14
62	TIE	23	9	14.68	2.63	**	120	leQ	10	11	12.18	-2.69 **
12	EeT	15	2	14.65	0.15		50	leE	24	7	12.15	-0.33
172	eel	2	14	14.62	0.53		157	eeE	49	13	12.15	-0.79
128	QQE	18	12	14.59	1.13		9	TEQ	9	1	12.09	-0.04
39	Eel	2	6	14.53	1.83	*	4	TEI	4	1	12.06	0.30
174	eel	5	14	14.41	0.91		173	eel	3	14	12.05	-1.77 *
140	eeT	20	13	14.39	0.58		3	TEI	3	1	12.03	-0.10
171	eeE	18	14	14.39	0.29		18	Eee	8	3	12.01	0.61
162	eeE	54	13	14.38	-0.79		92	lle	6	10	12.00	1.44
70	leE	19	8	14.36	0.19		43	EeQ	22	6	12.00	0.24
125	QQE	23	12	14.31	1.49	*	90	IIE	24	10	11.98	1.37
71	leE	24	8	14.31	0.76		67	leT	17	8	11.95	-2.37 **
141	eeE	18	13	14.30	0.56		152	eeE	44	13	11.92	-0.79
29	EQe	6	4	14.30	2.13	**	6	TEe	6	1	11.91	-0.16
86	IIQ	10	10	14.28	3.16	**	69	leT	15	8	11.90	-2.73 **
138	eeE	19	13	14.21	0.13		132	QQI	5	12	11.87	-0.99
170	eeE	19	14	14.19	-0.24		49	leE	19	7	11.74	-1.37
17	Eel	2	3	14.08	0.37		66	leT	1	8	11.67	-1.98 *
160	eeE	52	13	14.07	-0.79		36	EeT	1	6	11.67	-0.86
165	eeT	57	13	14.07	-0.79		108	IIE	40	10	11.64	2.06 *
142	eel	2	13	14.06	0.33		13	Eel	5	2	11.54	-1.57 *
129	QQI	2	12	14.01	0.56		5	TEI	5	1	11.49	-0.32
158	eeE	50	13	13.98	-0.79		10	TEQ	10	1	11.46	-1.18
73	lel	2	8	13.98	0.16		131	QQI	4	12	11.36	-1.46
168	eee	6	14	13.93	0.18		93	IIE	19	10	11.34	0.11
119	leQ	9	11	13.93	-0.43		150	eeQ	42	13	11.30	-0.79
14	EeT	15	3	13.87	-0.64		28	EQI	5	4	11.28	-0.63
115	leT	20	11	13.86	-0.86		55	leT	20	8	11.14	-2.77 **
61	TIQ	10	9	13.85	0.93		1	TET	1	1	11.14	-1.09
79	IIT	17	10	13.79	2.41	**	52	leQ	9	7	11.09	-1.39
19	EeQ	9	3	13.77	0.33		74	leQ	21	8	11.02	0.53
135	QQT	15	12	13.73	-0.53		59	Tle	6	9	10.98	-1.37

Continuación cuadro A3.....

32	EIT	15	5	13.73	-0.28	83	IIE	18	10	10.96	0.07
161	eeE	53	13	13.73	-0.79	25	EQI	2	4	10.87	-1.63 *
57	TIE	24	9	13.65	1.24	122	QQT	1	12	10.64	-2.64 **
47	leT	17	7	13.62	0.37	154	eeE	46	13	10.59	-0.79
127	QQE	19	12	13.57	-0.23	103	IIE	36	10	10.53	2.06 *
33	EIT	17	5	13.57	-0.13	139	eeE	24	13	10.51	-2.94 **
123	QQT	17	12	13.56	-0.39	134	QQe	8	12	10.40	-0.74
11	Eel	4	2	13.49	0.43	65	TIE	26	9	10.40	0.51
26	EQI	3	4	13.49	1.26	34	EIT	1	5	10.38	-2.66 **
146	eeT	1	13	13.47	-0.09	64	TIQ	25	9	10.12	-2.61 **
72	leE	18	8	13.38	-0.45	51	leE	18	7	10.08	-2.69 **
118	leE	24	11	13.38	-0.98	94	Ile	8	10	10.02	1.44
23	EQT	17	4	13.35	0.35	100	IIE	33	10	9.95	2.06 *
153	eeE	45	13	13.28	-0.79	107	IIE	26	10	9.90	1.81 *
68	leE	23	8	13.27	0.09	110	leE	23	11	9.78	-4.21 **
58	TII	2	9	13.27	0.58	84	Ile	7	10	9.75	-0.47
35	EIQ	9	5	13.25	0.32	8	TEe	8	1	9.66	-0.43
15	EeT	17	3	13.25	-0.96	31	EQQ	9	4	9.66	-2.57 **
147	eeE	23	13	13.22	0.13	98	IIE	31	10	9.50	2.06 *
80	IIT	20	10	13.22	2.25 **	91	III	2	10	9.45	-1.44
137	eeT	17	13	13.20	-1.03	95	IIE	28	10	9.45	2.06 *
78	IIT	15	10	13.20	1.51 *	102	IIE	35	10	9.30	2.06 *
145	eeQ	10	13	13.16	-0.80	60	Tle	8	9	9.30	-1.08
176	eeT	10	14	13.16	-1.17	96	IIE	29	10	9.07	2.06 *
133	QQe	6	12	13.15	0.03	101	IIE	34	10	8.93	2.06 *
130	QQI	3	12	13.12	-0.06	99	IIE	32	10	8.90	2.06 *
149	eeQ	25	13	13.11	-0.66	106	IIE	39	10	8.85	2.06 *
41	Eel	5	6	13.08	0.97	109	IIE	41	10	8.72	2.06 *
38	EeT	20	6	13.06	0.27	89	IIE	27	10	8.64	2.06 *
54	leQ	10	7	13.05	0.06	104	IIE	37	10	8.33	2.06 *
167	eeT	1	14	12.95	-0.97	48	leE	23	7	8.21	-3.91 **
20	EeQ	10	3	12.93	-1.01	42	EeQ	21	6	8.19	-1.17
63	TIE	19	9	12.93	-0.10	87	IIE	23	10	7.91	-2.34 **
148	eel	5	13	12.92	-0.23	105	IIE	38	10	7.82	2.06 *
156	eeE	48	13	12.89	-0.79	97	IIE	30	10	7.82	2.06 *
Media de Testigos				14.11							

\*, \*\* Estadísticamente diferente de cero con P $\leq$ 0.05 Y P $\leq$ 0.01 respectivamente; H = híbrido; DG = dosis de germoplasma; L = línea; P = probador; MH = media del híbrido en t ha<sup>-1</sup>; ACE = aptitud combinatoria general; T = tropical; E = enano; Q = QPM; I = ideotipo; e = exótico; t ha<sup>-1</sup> = toneladas por hectárea.