

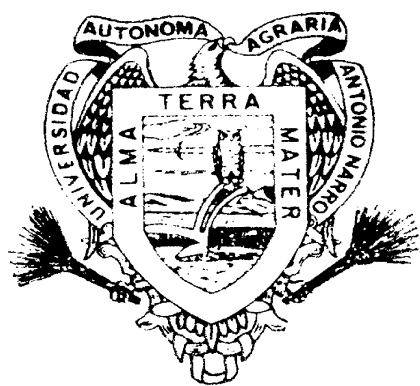
Aptitud Combinatoria Heterosis y Acción del Gene Braquítico - 2
para Características Cuantitativas en Maíz Bajo Temporal y Riego

Ma. Angeles López García

T e s i s

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Grado de:

Maestro en Ciencias
en la Especialidad de Fitomejoramiento



Universidad Autónoma Agraria

"Antonio Narro"

Programa de Graduados

Buenavista, Saltillo, Coah.

Mayo de 1986

Tesis elaborada bajo la supervisión del Comité Particular
de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar
al grado de

MAESTRO EN CIENCIAS. ESPECIALIDAD
DE FITOMEJORAMIENTO

C O M I T E P A R T I C U L A R

Asesor principal:

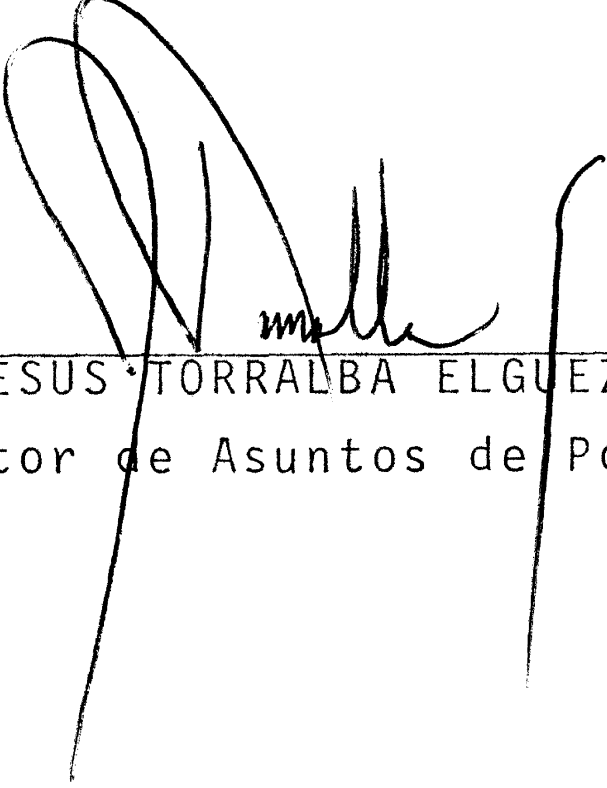

- ING. M.C. JOSE GUADALUPE RODRIGUEZ VALDES -

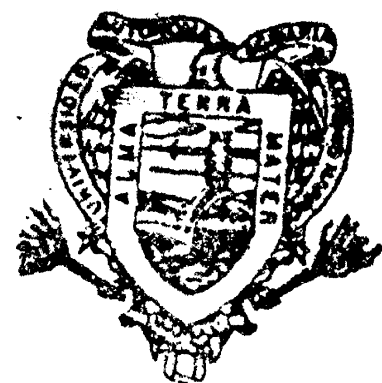
Asesor:


- DR. SATHYANARAYANAIAH KURUVADI -

Asesor:


- ING. M.C. GUSTAVO OLIVARES SALAZAR -


DR. JESUS TORRALBA ELGUEZABAL
Subdirector de Asuntos de Postgrado



BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.

Buenvista, Saltillo, Coahuila. Mayo 1986.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más sincero agradecimiento a las siguientes personas e instituciones:

Al Ing. M.C. José Guadalupe Rodríguez Valdés por sus valiosas sugerencias y acertada dirección técnica durante la realización del presente trabajo.

Al Dr. Sathyanarayanaiah Kuruvadi por su valiosa colaboración en la elaboración, revisión y corrección del manuscrito.

Al Ing. M.C. Gustavo Olivares Salazar por su participación en la revisión y corrección del manuscrito.

Al Dr. Angel Martínez Garza por su valiosa colaboración en la realización de los análisis de varianza del presente trabajo.

Con profundo agradecimiento a mis maestros en especial al Dr. José Espinoza Velázquez y Dr. Eleuterio López Pérez por los conocimientos adquiridos durante mis estudios de maestría y al Ing. Regino Morones Reza por su apoyo desinteresado al ingresar a esta Universidad.

A la Dra. Ma. Luisa Ortega Delgado por su constante apoyo y estímulo para seguir adelante.

A todo el personal del Instituto del Maíz en especial al Ing. José Rafael Gómez González e Ing. Edmundo Betancourt C. quienes de una forma u otra hicieron posible la realización de esta tarea que hoy culmina.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por su apoyo económico.

DEDICATORIA

Con amor y gratitud a mi esposo:

Víctor Gerardo

Por su amor y paciencia, porque a pesar de la distancia nunca puso obstáculo alguno para que yo alcanzara la meta deseada.

Con cariño a mi hija:

Mónica

Mi mayor tesoro y alegría de vivir.

Con respeto y admiración a mis padres:

Benito y Teresa

Porque siempre me han motivado a la superación.

"El maíz es el producto de mayor importancia en la cocina, la mitología y la política del mexicano. Es una necesidad básica, una imagen maternal, un símbolo fálico, es una obsesión dietética y una pesadilla para el Secretario de Agricultura".

DR. EDMUNDO FLORES (1973).

COMPENDIO

Aptitud Combinatoria Heterosis y Acción del Gene Braquítico-2
para Características Cuantitativas en Maíz
Bajo Temporal y Riego

POR

MA. ANGELES LOPEZ GARCIA

MAESTRIA

FITOMEJORAMIENTO

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MAYO 1986.

M.C. José Guadalupe Rodríguez Valdés - Asesor -

Palabras clave: Maíz, aptitud combinatoria,
heterosis, gene braquítico-2,
características cuantitativas.

En esta investigación se evaluaron las 66 cruzas posibles entre 12 líneas de maíz contrastantes en cuanto a área foliar y altura, algunas de las cuales portaban el gene bráquitico-2 utilizando el método 4 de Griffing modelo I bajo dos ambientes: temporal y riego con el objetivo de estimar la aptitud combinatoria general y específica, heterosis, identificar las mejores combinaciones y algunas correlaciones fenotípicas para 19 características agronómicas tales como rendimiento, área foliar, altura, días a floración, índice de área foliar y otras.

Los análisis de varianza para aptitud combinatoria general y específica bajo condiciones de temporal, riego y combinado mostraron diferencias altamente significativas entre las diversas características estudiadas. La magnitud de la varianza para aptitud combinatoria general fue mayor que la de aptitud combinatoria específica bajo condiciones de riego, indicando que la varianza aditiva juega un papel importante en la herencia de esas características, para temporal algunas de ellas mostraron efectos genéticos no aditivos.

La respuesta del rendimiento en cuanto a altura fue mayor en el tipo de cruza normal x normal bajo riego, mientras que para temporal las cruzas del tipo normal x enano fueron mejores. Sin embargo bajo los dos ambientes la diferencia de estos grupos con respecto al grupo de cruzas enano x enano fue pequeña. Cuando consideramos el tipo de follaje los resultados mostraron que bajo riego el grupo mucho follaje x mucho follaje fue mejor, y en temporal la combinación mucho follaje x poco follaje fue superior. Esto sugiere que es factible utilizar las características altura y área foliar como índices de selección.

Todos los tipos de cruzas mostraron heterosis sobre el promedio de los dos progenitores.

Hubo un alto grado de asociación fenotípica entre rendimiento con altura de planta y área foliar bajo condiciones de riego, en tanto que en temporal el rendimiento estuvo correlacionado con días a floración, lo que sugiere que bajo estas condiciones es importante la precocidad además área foliar y altura.

Los análisis de varianza para aptitud combinatoria general y específica bajo condiciones de temporal, riego y combinado mostraron diferencias altamente significativas entre las diversas características estudiadas. La magnitud de la varianza para aptitud combinatoria general fue mayor que la de aptitud combinatoria específica bajo condiciones de riego, indicando que la varianza aditiva juega un papel importante en la herencia de esas características, para temporal algunas de ellas mostraron efectos genéticos no aditivos.

La respuesta del rendimiento en cuanto a altura fue mayor en el tipo de cruce normal x normal bajo riego, mientras que para temporal las cruces del tipo normal x enano fueron mejores. Sin embargo bajo los dos ambientes la diferencia de estos grupos con respecto al grupo de cruces enano x enano fue pequeña. Cuando consideramos el tipo de follaje los resultados mostraron que bajo riego el grupo mucho follaje x mucho follaje fue mejor, y en temporal la combinación mucho follaje x poco follaje fue superior. Esto sugiere que es factible utilizar las características altura y área foliar como índices de selección.

Todos los tipos de cruces mostraron heterosis sobre el promedio de los dos progenitores.

Hubo un alto grado de asociación fenotípica entre rendimiento con altura de planta y área foliar bajo condiciones de riego, en tanto que en temporal el rendimiento estuvo correlacionado con días a floración, lo que sugiere que bajo estas condiciones es importante la precocidad además área foliar y altura.

ABSTRACT

Combining Ability Heterosis and Gene Action of Brachytic-2
for Quantitative Characters in Maize under Irrigated and
Dry Environments

POR

MA. ANGELES LOPEZ GARCIA

MASTER'S DEGREE

PLANT BREEDING

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MAY 1986

M.C. José Guadalupe Rodríguez Valdés - Advisor -

Key Words: Maize, combining abilities,
heterosis, brachytic-2 gene,
quantitative characters.

Twelve parents and their 66 possible cross hybrids in maize were evaluated for contrasting characters such as leaf area, plant height and dwarfing gene brachytic-2, using Griffing's method 4 and model I under two distinct environments namely irrigated and dry conditions with an object of estimating the general and specific combining abilities, heterosis and to identify the best combiners and to study phenotypic correlations among 19 agronomic characters such as yield, leaf area, height, days to flower, leaf area index and other traits.

The analysis of variance for gca and ace between and within the types of parents under irrigated and dry conditions showed significant differences for all the characters under study. The magnitude of the gca variances for all the traits revealing the greater role of additive variance in the inheritance of these characters under irrigated environment meanwhile under dry condition some of the characters demonstrated no additive genetic variance.

The only character plant height responded well for higher yield in the crosses normal x normal under irrigated condition meanwhile the crosses normal x dwarf were proved best under dry condition. However under both the environments the differences in the group of crosses dwarf x dwarf were negligible for yield. When only the type of foliage, the results showed that under irrigated condition the group of more foliage x more foliage were superior and in dry land area the best combination of crosses were more foliage x less foliage group. This suggests that two characters namely leaf area and plant height serves as selection index for selecting superior genotypes. And the hybrids recorded heterosis over the mean of both the parents.

Positive and significant correlations were observed between yield with two characters namely plant height and total foliage area under irrigated condition while under dry condition yield was associated with days to flower and suggest the importance of earliness to yield besides area foliar or plant height.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS	xii
INDICE DE ESQUEMAS	xvii
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	4
-CARACTERISTICAS RELEVANTES DEL GENE BRAQUI- TICO-2 EN MAIZ	6
-ASPECTOS GENETICOS Y MORFO-FISIOLOGICOS DEL AREA FOLIAR	11
-HETEROSIS EN MAIZ	24
-HETEROSIS DE ALTURA	24
-HETEROSIS DE AREA FOLIAR	25
-HETEROSIS EN LA ACUMULACION DE MATE- RIA SECA	25
-HETEROSIS EN LA TASA DE FOTOSINTESIS	27
-HETEROSIS EN LA FLORACION	27
-HETEROSIS EN RENDIMIENTO	28
-CRUZAS DIALELICAS	29
MATERIALES Y METODOS.	36
-ANALISIS ESTADISTICO	43
-ANALISIS DE VARIANZA	43
-ANALISIS DE APTITUD COMBINATORIA	45
-HETEROSIS Y HETEROBELTIOSIS	52
-ANALISIS DE CORRELACION MULTIPLE	52
RESULTADOS.	55

	Página
DISCUSION	182
CONCLUSIONES	191
RESUMEN	194
LITERATURA CITADA	197
APENDICES	

INDICE DE CUADROS

	Página
CUADRO 1. ANALISIS DE VARIANZA GENERAL PARA EL DISEÑO 4 DE GRIFFING EN BLOQUES COMPLETOS AL AZAR.	46
CUADRO 2. COMPONENTES DE ANALISIS DE VARIANZA POR AMBIENTE PARA 4 TIPOS DE PROGENITORES . . .	47
CUADRO 3. COMPONENTES DE ANALISIS DE VARIANZA COMBINA <u>D</u> DO PARA 4 TIPOS DE PROGENITORES	48
CUADRO 4. DESCRIPCION DE LOS GRUPOS DE CRUZAS	54
CUADRO 5. ANALISIS DE VARIANZA, APTITUD COMBINATORIA GENERAL, APTITUD COMBINATORIA ESPECIFICA Y COEFICIENTE DE VARIACION DE 19 CARACTERISTI <u>U</u> CAS DE MAIZ BAJO CONDICIONES DE RIEGO	56
CUADRO 6. MEDIAS DE LOS GRUPOS DE CRUZAS PARA DIFEREN <u>E</u> TES CARACTERISTICAS AGRONOMICAS EN MAIZ BA- JO CONDICIONES DE RIEGO	60
CUADRO 7. EFECTOS ESTIMADOS DE LA APTITUD COMBINATO- RIA GENERAL DE DOCE PROGENITORES PARA DIFE- RENTES CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE MAIZ BAJO CONDICIONES DE RIEGO	64
CUADRO 8. EFECTOS ESTIMADOS DE APTITUD COMBINATORIA GENERAL DE CUATRO TIPOS DE PROGENITORES (GRUPOS) PARA DIFERENTES CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE MAIZ BAJO CONDICIONES DE RIEGO	67

CUADRO 9.	EFFECTOS ESTIMADOS PARA APTITUD COMBINATORIA ESPECIFICA DE 66 CRUZAS DE MAIZ PARA DIFERENTES CARACTERISTICAS AGRONOMICAS BAJO CON	
	DICIONES DE RIEGO	74
CUADRO 10.	EFFECTOS ESTIMADOS PARA APTITUD COMBINATORIA ESPECIFICA DE SEIS TIPOS DE CRUZAS (GRUPOS) PARA DIFERENTES CARACTERISTICAS AGRONOMICAS EN MAIZ BAJO CONDICIONES DE RIEGO	84
CUADRO 11.	HETEROSIS (H) Y HETEROBELTIOSIS (HB) DE SEIS TIPOS DE CRUZAS (GRUPOS) PARA DIFERENTES CARACTERISTICAS AGRONOMICAS EN MAIZ BAJO CONDICIONES DE RIEGO	87
CUADRO 12.	MEDIAS (\bar{X}) Y APTITUD COMBINATORIA ESPECIFICA (ACE) DE LAS MEJORES CRUZAS CONSIDERANDO ALTURA EN MAIZ BAJO CONDICIONES DE RIEGO.	93
CUADRO 13.	MEDIAS (\bar{X}) Y APTITUD COMBINATORIA ESPECIFICA (ACE) DE LAS MEJORES CRUZAS EN CUANTO A RENDIMIENTO CONSIDERANDO EL FOLLAJE EN MAIZ BAJO CONDICIONES DE RIEGO	98
CUADRO 14.	CORRELACIONES FENOTIPICAS ENTRE DIFERENTES CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE MAIZ BAJO CONDICIONES DE RIEGO.	103
CUADRO 15.	ANALISIS DE VARIANZA, APTITUD COMBINATORIA GENERAL, APTITUD COMBINATORIA ESPECIFICA Y COEFICIENTE DE VARIACION DE 19 CARACTERISTICAS DE MAIZ BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL.	108

CUADRO 16.	MEDIAS DE LOS GRUPOS DE CRUZAS DE MAIZ PARA DIFERENTES CARACTERISTICAS AGRONOMICAS BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL	112
CUADRO 17.	EFFECTOS ESTIMADOS DE LA APTITUD COMBINATORIA GENERAL DE DOCE PROGENITORES PARA DIFERENTES CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE MAIZ BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL	117
CUADRO 18.	EFFECTOS ESTIMADOS DE APTITUD COMBINATORIA GENERAL DE CUATRO TIPOS DE PROGENITORES (GRUPOS) PARA DIFERENTES CARACTERISTICAS AGRONOMICAS EN MAIZ BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL	119
CUADRO 19.	EFFECTOS ESTIMADOS PARA APTITUD COMBINATORIA ESPECIFICA DE 66 CRUZAS DE MAIZ PARA DIFERENTES CARACTERISTICAS AGRONOMICAS BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL	125
CUADRO 20.	EFFECTOS ESTIMADOS PARA APTITUD COMBINATORIA ESPECIFICA DE SEIS TIPOS DE CRUZAS (GRUPOS) PARA DIFERENTES CARACTERISTICAS AGRONOMICAS EN MAIZ BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL	134
CUADRO 21.	HETEROSIS (H) Y HETEROBELTIOSIS (HB) DE SEIS TIPOS DE CRUZAS (GRUPOS) PARA DIFERENTES CARACTERISTICAS AGRONOMICAS EN MAIZ BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL	137

CUADRO 22.	MEDIAS (\bar{X}) Y APTITUD COMBINATORIA ESPECIFICA (ACE) DE LAS MEJORES CRUZAS CONSIDERANDO ALTURA EN MAIZ BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL	143
CUADRO 23.	MEDIAS (\bar{X}) Y APTITUD COMBINATORIA ESPECIFICA (ACE) DE LAS MEJORES CRUZAS EN CUANTO A RENDIMIENTO CONSIDERANDO EL FOLLAJE EN MAIZ BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL	148
CUADRO 24.	CORRELACIONES FENOTIPICAS ENTRE DIFERENTES CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE MAIZ BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL	154
CUADRO 25.	ANALISIS DE VARIANZA COMBINADO (RIEGO Y TEMPORAL) PARA APTITUD COMBINATORIA GENERAL, APTITUD COMBINATORIA ESPECIFICA Y COEFICIENTE DE VARIACION DE 19 CARACTERISTICAS DE MAIZ	159
CUADRO 26.	MEDIAS COMBINADAS (TEMPORAL Y RIEGO) DE LOS GRUPOS DE CRUZAS PARA DIFERENTES CARACTERISTICAS AGRONOMICAS EN MAIZ	164
CUADRO 27.	HETEROSIS (H) Y HETEROBELTIOSIS (HB) DE SEIS TIPOS DE CRUZAS (GRUPOS) PARA DIFERENTES CARACTERISTICAS AGRONOMICAS EN MAIZ. ANALISIS COMBINADO (RIEGO Y TEMPORAL). . .	169
CUADRO 28.	MEDIAS COMBINADAS DE LAS MEJORES CRUZAS EN CUANTO AL RENDIMIENTO CONSIDERANDO ALTURA EN MAIZ	173

CUADRO 29. MEDIAS COMBINADAS DE LAS MEJORES CRUZAS EN
 CUANTO A RENDIMIENTO CONSIDERANDO EL FOLLAJ
 JE EN MAIZ 178

INDICE DE ESQUEMAS

	Página
ESQUEMA 1. EVALUACION DE CRUZAS DE ACUERDO AL DISEÑO IV DE GRIFFING (1956)	39
ESQUEMA 2. TABLA DIALELICA DE EFECTOS DE APTITUD COMBI- NATORIA GENERAL Y ESPECIFICA	51
ESQUEMA 3. GRUPOS DE ACUERDO CON LOS DIFERENTES TIPOS DE CRUZAS	53

INTRODUCCION

La crisis económica por la cual atraviesa el país no es nada alentadora, la producción agrícola, aunque ha aumentado considerablemente en los últimos diez años, es aún insuficiente para satisfacer sobre todo la demanda de granos básicos, lo cual nos ha obligado a la importación masiva de los mismos para consumo interno del país (en 1983 las cifras de importación ascendieron a 3'112,798 toneladas según datos del Banco de México). lo que prácticamente ha comprometido al país a la dependencia alimentaria exterior. Dentro del grupo de granos básicos se encuentra el maíz que es uno de los principales productos que se consumen en el país y constituye el alimento fundamental de la dieta nacional.

En el Norte de México el área crítica para el cultivo de maíz por ser de temporal deficiente y en donde se siembran grandes superficies, comprende entre otros los estados de Aguascalientes, Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León y Zacatecas. En estas zonas no se ha realizado investigación como se debiera, pero es ahí donde el problema de producción es grave y requiere de la atención de las Instituciones que están dedicadas a la investigación agrícola.

Un aspecto importante para tratar de subsanar en parte las deficiencias climatológicas, es el mejoramiento genético a través de la liberación de variedades mejoradas, en general los resultados obtenidos por los mejoradores de maíz son satisfactorios en cuanto a la producción de este grano, pero aún falta mucho por hacer al respecto.

Son de gran importancia los trabajos de investigación sobre el uso del gene braquítico-2 para la obtención de plantas enanas de maíz, variedades que en México fueron desarrolladas en 1973 por el Dr. Mario Castro Gil, fundador del Instituto Mexicano del Maíz de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", este procedimiento permite incrementar el número de plantas por unidad de superficie y mejorar el aprovechamiento de la energía solar por sus hojas erectas, además de tener una mayor resistencia al acame. Otra característica de la planta que hay que considerar cuando se pretende incrementar el rendimiento, es indudablemente el área foliar, pues en ella se llevan a cabo los procesos vitales de la fotosíntesis.

En los programas de mejoramiento, el fitomejorador frecuentemente se enfrenta con el problema de seleccionar las líneas progenitoras que al ser cruzadas transmitan una proporción de genes deseables para alto rendimiento. La evaluación de un número de líneas prometedoras para estimar los efectos de aptitud combinatoria general es de mucha utilidad para seleccionar los mejores progenitores para hibridación. El método desarrollado por Griffing en 1956 -

utilizando la técnica de cruza dialélicas, es ampliamente usado para medir la aptitud combinatoria general y la aptitud combinatoria específica, ambas son muy importantes para detectar las mejores líneas progenitoras en base al grado de heterosis que manifiesten sus híbridos para que cuando sean recombinados posteriormente se logren las combinaciones más favorables para la característica de interés.

Hasta la fecha no se han realizado estudios de aptitud combinatoria general y específica que involcuren el gene braquítico-2 conjuntamente con el área foliar, el presente trabajo está enfocado precisamente hacia este aspecto y sus objetivos son los siguientes:

- 1) Estimar los efectos de aptitud combinatoria general, aptitud combinatoria específica y heterosis para diferentes características cuantitativas en plantas de maíz con el gene braquítico-2 bajo condiciones de temporal y riego.
- 2) Identificar las mejores cruza que presenten alta aptitud combinatoria específica, principalmente para rendimiento cuyos progenitores pudieran ser explotados posteriormente en alguna variedad sintética, dando énfasis a las condiciones de temporal.
- 3) Detectar las características que pudieran estar correlacionadas con rendimiento bajo los dos ambientes considerados.

REVISION DE LITERATURA

El maíz es una planta que casi todos los mexicanos conocen y consumen por tradición, se piensa que es originario de Latinoamérica. En términos botánicos el maíz (*Zea mays*, L.) pertenece a la familia de las gramíneas, es una planta monoica con espigas masculinas terminales y flores femeninas (mazorca) a un lado del tallo, es una planta alógama (polinización cruzada) considerada como uno de los principales cereales de importancia económica.

Fischer y Palmer (1980) mencionan que el maíz presenta ventajas con respecto a otros cereales importantes como trigo y arroz, una de ellas es que no presenta fotoperiodicidad, ya que es una planta que tiene vía fotosintética C_4 , estas plantas tienen una translocación de fotosintatos de la hoja mucho más rápida, tienen una mayor eficiencia de uso de agua y dicha vía metabólica le confiere mayor resistencia a altas temperaturas y altas condiciones de insolarción.

El maíz presenta un amplio rango de adaptación y en su morfología características, tales como, altura de planta, tamaño y ángulo de las hojas, número de hijuelos, tamaño de la espiga, número de mazorcas, morfología de la raíz, forma, color y textura del grano, que muestran gran

variabilidad, misma que depende de la selección hecha por el hombre, ya que el maíz es un cultivo totalmente doméstico.

Las limitantes para el rendimiento del maíz son principalmente la escasez de agua, la baja fertilidad del suelo, competencia de malezas, presencia de plagas, enfermedades y heladas. El incremento en el rendimiento puede llevarse a cabo a través del mejoramiento genético en base a las características morfológicas de la planta mencionadas anteriormente, tendientes a la formación de ideotipos.

Mock y Pearce (1975) han propuesto un ideotipo de maíz que maximizaría la producción en un ambiente óptimo. Dicho ambiente deberá incluir:

- a) Humedad adecuada.
- b) Temperatura adecuada durante la estación de crecimiento.
- c) Fertilización óptima.
- d) Alta densidad de plantas.
- e) Espacio entre surcos reducidos.
- f) Fechas de siembra tempranas.

El ideotipo de maíz estaría caracterizado por:

- a) Tallo rígido con las hojas de encima de la mazorca, orientadas verticalmente (las hojas por abajo de la mazorca estarían orientadas horizontalmente).
- b) Máxima eficiencia fotosintética.

- c) Eficiente conversión de fotosintatos en grano.
- d) Cortos intervalos entre el esparcimiento del polen y la emergencia de los estigmas.
- e) Prolificidad de mazorca.
- f) Espigas de tamaño reducido.
- g) Insensibilidad al fotoperíodo.
- h) Tolerancia a frío durante la germinación y desarrollo de plántula.
- i) Un período de llenado de grano tan largo como sea posible.
- j) Una senescencia de hoja muy lenta.

Características relevantes del gene braquítico-2 en maíz

El gene braquítico-2 es uno de varios genes que en maíz reduce la altura de planta y la altura de mazorca.

Existen tres tipos de genes braquítico en maíz: el gene braquítico-1 localizado en el cromosoma 1 en la posición 81, el gene braquítico-2 localizado en el brazo largo del cromosoma 2 y el gene braquítico-3 ubicado en el cromosoma 5. Las características de las plantas con gene braquítico son: planta enana de entrenudos cortos principalmente abajo de la mazorca que no da respuesta a la aplicación de giberelinas.

Kempton (1921) citado por Coe y Neuffer (1977) al estudiar las características de las plantas con br-2, sugiere que este tipo de planta puede ser ventajosa en el uso agronómico por su firmeza del tallo y su baja interferencia

con el rendimiento del grano especialmente a altas densidades de siembra.

Stein (1955) estudió las tasas de iniciación de hojas en plantas de maíz que portaban el gene br-2 que eran isolíneas versión br-2 de A₂₁ versión normal y encontró que el tiempo de iniciación, crecimiento y duración de la hoja, así como el promedio final de número de hojas fue esencialmente igual para ambas líneas.

Pendleton y Seif (1961) realizaron estudios de densidades de plantas y espaciamientos entre surcos en plantas de maíz br-2, con el fin de observar si había un incremento en el rendimiento, observaron una marcada disminución en el rendimiento cuando se aumentaba la densidad de plantas a más de 20,000 por hectárea, lo que se debió probablemente a un incremento de plantas estériles y disminución en el peso de la mazorca. Determinaron que el espaciamiento óptimo en tre surcos fue de 30 pulgadas (75 cm aproximadamente).

Anderson y Chow (1963) realizaron un estudio para determinar las variaciones fenotípicas que estaban asociadas con el gene br-2 cuando éste era transferido a líneas normales. Los resultados fueron los siguientes:

- Altura de la mazorca de un híbrido br-2 está correlacionada positivamente con la altura de la mazorca de sus padres (líneas normales convertidas en br-2).
- El área foliar no se incrementó consistentemente en los híbridos br-2 pero las hojas fueron más

- anchas, de un color verde oscuro y de mayor duración.
- Se observaron pocas hileras de grano por mazorca pero más granos por hilera en plantas con br-2.
- Los híbridos br-2 produjeron más granos que los normales.
- La conversión de líneas normales al tipo br-2 produjeron más granos que las normales.
- La conversión de líneas normales al tipo br-2 retrasa la dehiscencia de las anteras y su maduración.
- Los híbridos br-2 muestran un incremento en la resistencia al rompimiento del tallo y acame de raíz.

Campbell (1965) revisó algunas experiencias de otros mejoradores al mismo tiempo que mejoraba híbridos enanos y reportó que tales híbridos eran homocigóticos para el gene br-2 pero que tenían genes no identificados que modifican la expresión de este gen mayor de enanismo y causa altura de planta variable entre líneas homocigotas br-2/br-2.

Este mismo autor menciona que en la faja maicera de Estados Unidos, la utilización del gene br-2 no ha tenido aceptación, sin embargo, en el Sur del país sí, pues ahí son cuantiosas las pérdidas por acame que se tienen con los maíces altos. Considera que el hecho de que no se hayan tenido resultados satisfactorios con los maíces enanos -

obedece a que:

1. A muy pocas líneas se les ha introducido el carácter.
2. Se han utilizado líneas con sólo dos o tres retrocruzadas.
3. Probablemente los maíces enanos requieran modificaciones en las prácticas culturales comunes.
4. No se ha explotado ampliamente la existencia de genes modificadores.

Paradi (1967) en Hungría reporta que en comparaciones preliminares de cruzas de enano x enano y normal por enano con un híbrido normal, las cruzas de normal por enano rindieron más que el híbrido normal, las plantas fueron de porte más bajo y más resistentes a la sequía. Sin embargo, la crusa enano por enano rindió menos.

York (1967) comparó siete híbridos enanos br-2 y br-2 modificado y observó que dos de ellos igualaron en rendimiento al testigo normal y mostraron menos acame.

Scott y Campbell (1969) encontraron que la longitud de los entrenudos de líneas br-2 en maíz fueron más cortos que en sus contrapartes normales y el número de entrenudos también fue menor. En las cruzas simples normal x enano fueron aproximadamente 10 por ciento más cortos que en las cruzas normal x normal, tanto abajo como arriba de la mazorca. Las cruzas enano x enano tuvieron solamente 55 por ciento de altura abajo de la mazorca y 71 por ciento arriba de la mazorca con respecto a la altura de las cruzas normal

x normal.

Katta y Castro (1970) y Castro (1973) establecen las razones por las cuales los genetistas fracasan al querer aumentar los rendimientos con el gene br-2, no obstante la drástica reducción en la altura de la planta y el incremento en la densidad de población, mencionan que esto está en relación a que el proceso fotosintético no se realiza eficientemente en este tipo de maíces, por lo siguiente:

1. En los maíces enanos braquíticos, la longitud de los entrenudos es muy reducida. Sin embargo el número, la longitud y el ancho de las hojas no se reducen, por ello es de esperarse que entre las hojas se produzca una mayor competencia por luz que en los normales.
2. Es de esperarse que existan dificultades en la polinización, ya que las hojas están tan cerca unas de otras, que los estigmas muchas veces son cubiertas por las hojas superiores y el polen no llega libremente a ellos.
3. La disposición de las hojas alineadas en una sola dirección como efecto secundario del gene br-2 aunado al acortamiento tan marcado de los entrenudos indudablemente causa sombreamiento de las hojas inferiores de la misma planta.

Castro (1973) realizó cruzamientos de plantas enanas de hojas semi-erectas que segregaban para el gene br-2,

entre las segregaciones observadas en la F_2 seleccionó lo que denominó selección Superenana (SSE) que eran plantas extremadamente enanas, con hojas erectas y de doble mazorca, el autor menciona que con el híbrido (SSE-232-1-1) x (SSE-255-1-1) se logró producir un promedio de 12.7 mazorcas (de 150 g cada una) por metro cuadrado, en vez de cuatro que se logran con los mejores maíces altos, dicho híbrido produjo 19.9 ton/ha a una densidad de 130,000 plantas/ha.

Aspectos Genéticos y Morfo-fisiológicos del Area Foliar

Los órganos más importantes que debemos considerar para incrementar el rendimiento son sin duda las hojas, ya que en ellas se realizan los procesos fotosintéticos, el área foliar de una planta se considera como el parámetro que mejor mide su capacidad fotosintética. Sin embargo, la fotosíntesis anual de un cultivo no sólo depende del sistema fotosintético, sino también de su eficiencia y duración del tiempo en que dicho sistema es activo. Una medida de la eficiencia de este sistema está dada por la velocidad del incremento de peso seco por unidad de área foliar que se denomina tasa de asimilación neta (TAN).

Cualquier factor que afecte el tamaño de la planta de maíz afectará el área foliar (AF) y también el rendimiento de grano, esto implica que el rendimiento de grano estará determinado por los factores que pudieran afectar el tamaño de las hojas en las primeras etapas del ciclo vegetativo, pero si el rendimiento de grano está correlacionado con el área integrada durante el período de llenado de grano -

más que con el área foliar total, entonces hay que considerar la longevidad del área foliar.

Eik y Hanaway (1965) estudiaron algunos de los factores que afectan el desarrollo y la longevidad de las hojas de plantas de híbridos de maíz, observaron que el número de hojas formado por planta difiere entre los híbridos, dicho número se vio poco afectado por las fechas de siembra y se incrementó por la fertilización, pero a medida que aumenta la densidad de población dicho número disminuyó, los híbridos de ciclo largo formaron grandes áreas foliares, mientras que los de ciclo corto no. La tasa de expansión de la hoja estuvo inversamente correlacionada con las densidades de población. La longevidad de la hoja varió entre los híbridos, se observó poco afectada por las fechas de siembra y estuvo influenciada por la disponibilidad de nutrientes, principalmente de Nitrógeno.

Eik y Hanaway (1965) realizaron estudios de la influencia del área foliar total y el área foliar parcial sobre el rendimiento de grano y acumulación de materia seca en híbridos de maíz. Con respecto al área foliar reportan lo siguiente: el índice de área foliar IAF (definido como la suma de las áreas de las láminas foliares por área de terreno), integrado a los 45 días después de la floración está correlacionado linealmente con el rendimiento de grano, después de los 45 días la acumulación de materia seca fue lenta, a IAF mayores de 4.0 esta correlación no continuó, las aparentes desviaciones cuando el área foliar (AF) es

alta (mayor de 4.0) sugieren que el área foliar total no es un buen indicador de un rendimiento subsecuente como lo sería en cambio el AF parcial sobre todo la porción que se encuentra en la parte superior de la planta, pues se espera que ésta cambie menos durante el período de llenado de grano y está expuesta a la luz más uniformemente durante este período que las hojas inferiores. Sin embargo, en la mayoría de los casos el tamaño de cualquier hoja individual debería estar altamente correlacionada con el AF total de la planta, excepto cuando el número de hojas total por planta varía. Las áreas de hojas individuales de la porción media mostraron una correlación con rendimiento de grano muy similar a la del área foliar total. En cuanto a la materia seca acumulada por planta en cualquier fecha fue proporcional al AF acumulada hasta dicha fecha. Cerca de los 45 días después de la emergencia, las plantas entraron a una fase de rápida acumulación de materia seca, las hojas reprodujeron su propio peso en menos de ocho días durante la primera etapa del período de llenado de grano.

Evans (1975) citado por Wilson (1981) menciona que las variaciones en la estructura del follaje afecta al cultivo de dos maneras importantes: primero a través de la interceptación y distribución de luz y segundo a través de la correlación de cambios fisiológicos y morfológicos durante el desarrollo.

Biscoe y Gallaher (1977) citado por Wilson (1981) dicen que la estrecha relación que existe entre la

intercepción de luz, la fotosíntesis del cultivo y la producción de materia seca en las primeras etapas de crecimiento del cultivo está bien establecido.

Cooper *et al.* (1971) citado por Wilson (1981) señalan que la tasa de desarrollo y nivel de la hoja para que toda la luz sea interceptada está influenciada por la geometría, presentación y distribución de los componentes de la hoja y tallos en el arreglo del follaje o arquitectura de la planta, por ejemplo, un arreglo de hojas erectas permite la entrada de luz y distribución a lo largo de la hoja, conduciendo a una conversión más eficiente y a una alta tasa de fotosíntesis del cultivo.

Duncan *et al.* (1967) por medio de análisis de modelos matemáticos indican que las plantas con hojas tendientes a permanecer erectas, tendrían una cobertura ideal para altas densidades de plantas, con igual distribución de la luz sobre las hojas superiores permitiendo la penetración de la misma con una intensidad mayor dentro de la cobertura.

Duncan (1971) en otro estudio utilizó modelos de simulación por computadora para predecir los efectos en la tasa de fotosíntesis en plantas de maíz que tenían un IAF menor de 3.0 con diferentes ángulos de la hoja, los resultados encontrados indican que para una máxima tasa de fotosíntesis requiere un valor alto de IAF (mayor de 3) con más capas de hojas verticales, de lo contrario la tasa de fotosíntesis tiende a bajar. La desventaja de este modelo, es que no se pueden predecir los efectos en la tasa de fotosíntesis

que pudieran tener otros ángulos de hoja con valores intermedios entre horizontal y vertical, tampoco es posible predecir los arreglos de hojas más eficientes a determinado IAF, pero sí se sabe que los arreglos más eficientes de hojas verticales están en la parte superior y que los menos eficientes se encuentran en la base de la planta. La conclusión general de este estudio es que para zonas situadas en latitudes medias, la cobertura óptima tendría hojas horizontales cuando el IAF es bajo y cuando es alto las hojas erectas darán mayor producción.

Monsi y Saeki (1953) citados por Castro (1973) investigaron acerca de lo que se podría esperar teóricamente con respecto a la utilización de la luz solar por las hojas horizontales y hojas erectas; su estudio reveló que las hojas erectas interceptan un 44 por ciento más de luz que las hojas horizontales.

Pearce *et al.* (1967) mencionan que entre los factores implicados en la distribución de la luz están: el IAF, el ángulo de la hoja, la reflectancia y transmisibilidad de la hoja, esto fue observado en plántulas de cebada que tenían hojas en ángulos de 90° , 53° y 18° con diferentes áreas foliares, hubo diferencias notables en la fotosíntesis neta que se incrementaba a medida que el área foliar aumentaba, las hojas verticales tuvieron una mejor penetración de luz puesto que requerían de un IAF menor que las hojas horizontales para interceptar el 95 por ciento de luz.

Winter y Ohlrogge (1973) lograron incrementar el rendimiento al manipular mecánicamente las hojas de arriba de la mazorca para colocarlas en posición casi vertical modificando el IAF de acuerdo a la densidad de planta, observaron que la respuesta de las hojas erectas dependía del IAF, si éste era bajo (menor de 4) el rendimiento de grano disminuía, si era alto (cinco o más) ocurría lo contrario, es decir, el rendimiento aumentaba, esto sugiere que si el ambiente permite que se manejen plantas con un alto IAF y hojas erectas el rendimiento de grano se puede incrementar significativamente.

Pendleton *et al.* (1968) evaluaron los efectos de las hojas erectas sobre la producción de grano usando un híbrido isogénico con el gen *lg-2* (*liguleless*) como una fuente genética de verticalidad y un híbrido normal de hojas horizontales, encontraron que el híbrido (*lg-2*) con hojas erectas con un IAF de 4.0 produjo 40 por ciento más grano debido a que tuvo mejor eficiencia de fijación de CO_2 /unidades de luz que penetraba en la cobertura, en comparación de su contraparte normal.

Lambert y Johnson (1978) llevaron a cabo un experimento en híbridos de maíz para probar la influencia que tenían sobre el rendimiento plantas con tipos de hojas normales, *lg-1* y *lg-2* a tres densidades 60, 75 y 90 mil plantas por hectárea, reportan que los híbridos con *lg-2* produjeron 6.7 por ciento y 12.9 por ciento más grano a 75 y 90 mil plantas por hectárea respectivamente que los híbridos con -

hojas normales. En otro experimento en los mismos híbridos aplicaron tratamientos de desespigado, uno fue desespigado totalmente y a otro le cortaron las ramas primarias laterales y obtuvieron lo siguiente: los híbridos con hojas normales tuvieron un incremento significativo en el rendimiento de grano, cuando se aplicó el primer tratamiento. Para los híbridos que portaban el gen *liguleless 1 y 2*, sólo hubo un pequeño efecto en el rendimiento de grano al aplicar el segundo tratamiento, el que no se observara un efecto significativo con el primer tratamiento pudo deberse a que las espigas de estas plantas poseían espigas con bajo número de ramas.

Galván (1977) investigó el efecto de la colocación de la hoja en cinco híbridos de maíz *br-2*, de su estudio concluyó que la posición erecta de las hojas permite aumentar significativamente los rendimientos de los maíces superenanos *br-2* en densidades alrededor de 83,333 plantas por hectárea. La producción de grano en los híbridos se incrementó cuando la población de plantas aumentó, mientras que en la producción de los híbridos con hojas horizontales fue menor la respuesta al incremento en la población de plantas. Los híbridos de hojas horizontales produjeron un 15 por ciento más que los híbridos de hojas erectas en 32,110 plantas por hectárea, pero 27 por ciento menos con 128,440 plantas por hectárea.

Whigham y Wolley (1974) compararon dos cruces simples isogénicas para el gen *lg-2* cuya diferencia de ángulo

foliar fue de 20° , reportaron lo siguiente: las poblaciones de plantas (39,305 - 88,958 plantas/ha) no tuvieron efecto sobre el ángulo de la hoja, la orientación de la hoja tuvo poco efecto sobre la producción de maíz en surcos espaciados a 76 cm. La comparación de la eficiencia de rendimiento e IAF en todas las poblaciones indicó que las hojas verticales fueron más eficientes. Sin embargo, el tipo de hoja vertical produjo una área foliar menor, lo que resultó en menor rendimiento por unidad de área.

Hoyt y Bradfield (1962) estudiaron las relaciones entre la producción de materia seca y área foliar en híbridos de cruza dobles de maíz en condiciones de campo con fertilización óptima y humedad de suelo adecuado, la variación del área foliar se llevó a cabo de dos maneras, una fue removiendo fracciones de la población de plantas y otra por defoliación parcial de las hojas situadas a tres diferentes alturas de la planta que fueron la base, el centro y la parte superior, los resultados indican que hubo una correlación lineal entre TAN e IAF (menores de 2.7) cuando este valor aumentaba dicha correlación declinaba rápidamente, cuando IAF era de 3.2 la acumulación de materia seca/m² de área foliar desde el inicio del llenado de grano hasta la madurez, en las hojas de la base el centro y la parte superior estuvo en proporción de 1:2.2:4, esto sugiere que la materia seca producida en las hojas de la base se debió a una reducción en la intensidad de luz por el sombreado que forman las hojas de la parte media y superior y la reducida

producción de dichas hojas causó la disminución en la tasa de asimilación neta cuando hay un alto IAF.

Tanaka y Yamaguchi (1972) señalan que la eliminación de las hojas de arriba de la mazorca ocasiona un notable abatimiento de la producción de grano, mientras que la remoción de las situadas por debajo de la mazorca ocasiona solamente un ligero abatimiento del rendimiento de grano, esto indica que las hojas superiores juegan el papel más importante en el llenado de grano y que la contribución de las inferiores es limitada.

La distribución de los fotosintatos de posiciones específicas de las hojas no avanza en forma al azar, después de la polinización de la mazorca. Las hojas superiores del maíz completamente desarrolladas son eficientes exportadoras de fotosintatos cuando existe una fuerte demanda en la mazorca. Los patrones de distribución de los fotosintatos de varias hojas de una planta de maíz, son afectados por la actividad metabólica de la demanda, así como las relaciones entre la fuente y la demanda.

Tripathy *et al.* (1972) hicieron una comparación de la translocación de fotosintatos marcados con ^{14}C de la hoja que está abajo de la mazorca y la última hoja que se encuentra en la parte superior medida cinco veces en el período de floración hasta llenado de grano, observaron que la dirección de exportación de una posición de hoja determinada cambia conforme avanza el desarrollo, indicando que la fuente y la demanda están fuertemente influenciados por la

dirección del movimiento de los fotosintatos y el transporte de ^{14}C de las hojas superiores fue predominantemente hacia abajo, mientras que la dirección de exportación de las hojas inferiores cambió de abajo hacia arriba donde la mazorca sería la demanda predominante.

Palmer, Heichel y Musgrave (1973) midieron bajo condiciones de campo los patrones de distribución del ^{14}C en cuatro posiciones de las hojas después de la fertilización de la mazorca, encontraron que la primera y tercera hoja arriba de la de la mazorca y la primera abajo de la mazorca exportaron principalmente ^{14}C a los granos de la mazorca en desarrollo. Entre estas tres hojas el grado de exportación de ^{14}C fue más rápida de las hojas superiores que de las inferiores. Estimaciones de la redistribución del carbono marcado dentro de las plantas sugieren que de 60-80 por ciento del ^{14}C acumulado en las semillas en los 35 días posteriores a la aplicación fue derivada del ^{14}C translocada de las hojas superiores y depositada en la mazorca. Los resultados de los experimentos en los que se suministró $^{14}\text{CO}_2$ a las hojas ubicadas en diferentes posiciones en el tallo, demuestran que las superiores contribuyen en mayor parte al llenado de grano que las inferiores. También indican que existe una translocación preferencial de los fotosintatos de las hojas superiores hacia los granos y de las inferiores a la parte superior del tallo.

Hunter (1980) basado en que la fuente de fotosintatos lo que aparentemente limita el rendimiento de grano de

maíz que se cultiva en áreas de estación corta, llevó a cabo experimentos con híbridos de cruza simples de maíz manejadas bajo condiciones de fotoperíodo largo y fotoperíodo corto durante dos años, reporta que para áreas de estación corta la selección de genotipos con AF grande podrían incrementar los rendimientos.

Bonner (1962) enfatizó sobre las implicaciones fisiológicas y genéticas de eficiencia de un cultivo para convertir la luz y el CO_2 en rendimiento económico y biológico, sugiere el mejoramiento de cultivos que sea más eficiente en el uso de la energía solar para fijar CO_2 en la fotosíntesis un método podría ser la selección para tasa de fotosíntesis de hoja.

Hesketh y Moss (1963) observaron sólo ligeras diferencias en la fotosíntesis de las hojas de híbridos de doble cruce de maíz cuando se colocaron en cámaras de crecimiento.

Heichel y Musgrave (1969) encontraron diferencias de 100 a 200 por ciento en la tasa de fotosíntesis entre líneas, híbridos y variedades de polinización libre que crecían bajo condiciones de clima tropical. Se observó una aparente heterosis fotosintética en las cruza simples derivadas de líneas de ancestros divergentes y hubo una gran variabilidad en la fotosíntesis entre varias plantas dentro de variedades, la tasa de fotosíntesis estuvo correlacionada con peso fresco de la lámina foliar y días de la emergencia y floración.

Hunter *et al.* (1972) mencionan que a pesar del gran uso de híbridos a nivel comercial las razones fisiológicas que son causa de su superioridad en rendimiento sobre sus padres son prácticamente desconocidas, esto se debe aparentemente a la gran superficie fotosintética (IAF) que exhiben los híbridos, para probar esto determinaron el rendimiento de diez líneas parentales y sus 44 cruzas simples posibles en un amplio rango de poblaciones de plantas que varió desde 37,000 hasta 200,300 plantas/ha con IAF de 1 a 4. Los resultados muestran que los híbridos tuvieron un rendimiento promedio de aproximadamente 60 por ciento más en comparación con las líneas.

Johnson y Tanner (1972) realizaron estudios respecto a lo anterior y mencionan que los híbridos pueden exhibir ventaja competitiva sobre las líneas debido a su superioridad en tamaño y área foliar, basados en esto, llevaron a cabo un experimento en el cual eliminaron las diferencias en tamaño, utilizando híbridos comerciales de cruzas dobles y las dos cruzas simples parentales y sus dos líneas padres a una misma densidad de plantas e IAF. Ellos reportan que a una densidad de 78,283 plantas, las cruzas simples fueron superiores que sus líneas progenitoras en rendimiento vegetativo, rendimiento de grano, tasa de acumulación de materia seca del grano, longitud del período del llenado de grano, número de granos por hectárea y peso final de grano. A igual AIF (2.6) y por ciento de penetración de luz las líneas igualaron a sus respectivas cruzas simples en

rendimiento vegetativo y granos por hectárea solamente y los híbridos fueron superiores para las demás características mencionadas anteriormente.

Johnson (1974) investigó las relaciones genéticas entre el área foliar de hojas individuales a una determinada posición y varios componentes del rendimiento (número de hileras, granos por hilera y peso de 300 granos) en híbridos de maíz, utilizando modelos de regresión lineal múltiple para determinar en secuencia los siguientes pasos:

1. La posición de hoja que pudiera ser el mejor predictor lineal sobre los componentes del rendimiento.
2. Efectos genéticos aditivos, aditivos más no aditivos estimados sobre el área foliar en posiciones de hojas seleccionadas en el primer paso.
3. Estimar los componentes de rendimiento por regresión de los efectos genéticos del segundo paso.
4. La relación entre rendimiento y los componentes de rendimiento estimados en el paso tres.

Los resultados señalan que el rendimiento estuvo relacionado con la varianza genética aditiva para área foliar en las hojas superiores a través del peso de grano y la varianza no aditiva en las hojas superiores e inferiores vía granos por hilera. La relación entre rendimiento y efectos

no aditivos para el área foliar parece depender y estar subordinado a la relación entre rendimiento y los efectos no aditivos del área foliar de las hojas inferiores. Los dos caminos genéticos diferentes ligados al área foliar y rendimiento vía componentes del rendimiento fueron evidentes, dichos caminos no son genéticamente independientes, pero están correlacionados negativamente.

Heterosis en Maíz

Sinha y Khanna (1975) después de hacer un análisis genético-fisiológico de estudios acerca de heterosis en maíz, señalaron lo siguiente:

Heterosis de Altura

La heterosis en la altura de planta es una característica común de los híbridos F_1 en maíz, los híbridos muestran incrementos de 22.4 por ciento sobre el mejor padre, fisiológicamente la altura de una planta es el producto del número de nudos y la longitud promedio de los entrenudos.

No obstante, la altura analizando genéticamente sus constituyentes, se ha observado sobredominancia y está claro que:

- 1) La herencia del número de nudos y el promedio de la longitud de los entrenudos son caracteres independientes.
- 2) El híbrido supera el mejor padre en ambos caracteres.

Heterosis de Area Foliar

La manifestación de mayor área foliar es una característica importante de los híbridos heteróticos, su importancia reside en la acumulación de materia seca y rendimiento de grano, dicha heterosis parece ser sobredominancia en maíz. El área foliar es un producto multiplicativo del número y tamaño de las hojas en maíz.

Numerosos estudios realizados acerca del desarrollo del área foliar en maíz han determinado que hay heterosis del área foliar de la planta, pero en el número de hojas del híbrido F_1 supera a uno de los padres y el ancho de la hoja fue intermedio.

Heterosis en la Acumulación de Materia Seca

Desde que se desarrolló el concepto de heterosis, muchos han sido los intentos de los fisiólogos vegetales para explicar la mayor producción de materia seca en los híbridos F_1 y a pesar de los esfuerzos, no se ha dado una respuesta satisfactoria. Los mayores componentes de la producción de materia seca son el área foliar (AF) multiplicado por la tasa de asimilación neta (TAN).

La acumulación de materia seca por una superficie fotosintéticamente activa eventualmente conduce a la tasa absoluta de crecimiento, el como la planta añade más materia seca a sí misma es expresada como tasa relativa de crecimiento (TRC). En otras investigaciones se examinaron una serie de líneas parentales de maíz y su híbrido para -

estimar varios parámetros incluyento TAN, PAF (Proporción de área foliar) y TRC en un período de 150 días, se llegó a la conclusión de que hubo heterosis en TRC en las etapas tempranas de crecimiento, pero los híbridos fueron intermedios o superaron a alguno de los padres en TAN.

Resulta interesante que la TRC en dichos experimentos no fueron heteróticos después de 50 días de crecimiento aparente en el tiempo de la emergencia de las hojas, aclarando que tanto las líneas como los híbridos estaban a una misma densidad de plantas, es probable que el mutuo sombreado de hojas pudo haber influenciado la penetración de luz, más en los híbridos que en las líneas. Resultando una TRC reducida en los híbridos en etapas de crecimiento posteriores.

Otros investigadores mencionan que en estudio de TCR, TAN y PAF durante las primeras cuatro semanas después de la germinación en los híbridos y líneas de maíz encontraron heterosis para TCR entre las etapas 2a. y 3a. semana y la 3a. y 4a. semana, la PAF fue baja durante este período, esto sugiere un mecanismo no especial para la acumulación de más materia seca en híbridos heteróticos. En etapas tempranas cuando las hojas de los híbridos están en fase de expansión tienden a tener baja PAF, lo que proporciona una ventaja como componente de TCR el cual aparentemente es heterótico. Sin embargo, una vez que las hojas están maduras esta ventaja desaparece, lo que indica claramente que el análisis de este componente en un período determinado

señala que ninguno de los componentes de crecimiento mostró heterosis, el híbrido supera a alguno de los padres o es intermedio.

Heterosis en la Tasa de Fotosíntesis

Existen muy pocos estudios al respecto, no se reporta heterosis en la tasa de fotosíntesis por unidad de área foliar en maíz. Sin embargo Heichel y Musgrave en trabajos ya mencionados, en trabajos que se mencionan en otro capítulo del presente trabajo, observaron heterosis en la tasa de fotosíntesis en híbridos de maíz F_1 obtenidos por cruza de padres divergentes. En un estudio realizado en 1972 se reporta heterosis en plántulas de maíz. Es importante mencionar en primer lugar que parece ser un hecho ya establecido que hay variación en la tasa de fotosíntesis y sus componentes, ésta al parecer se manifiesta durante la etapa de crecimiento, existen sólo casos excepcionales donde se han encontrado tasas de fotosíntesis heteróticas a la tasa de fotosíntesis si es dividida en sus componentes parece seguir una herencia simple de dominancia mendeliana.

Heterosis en la Floración

La floración temprana es usualmente considerada como una expresión de heterosis pero la literatura muestra que no es así, dado que el maíz es una planta fotosensitiva, tiene una fase vegetativa básica, la cual una vez que es completada marca la pauta para la floración. Las plantas -

fotoinsensitivas no son un material adecuado para juzgar heterosis en la floración.

Heterosis en Rendimiento

El rendimiento es considerado un caracter cuantitativo y de este modo es tratado como un caracter individual, no obstante los mejoradores de plantas frecuentemente determinan los componentes de rendimiento, pero rara vez la herencia de esos caracteres es analizada a fondo.

Los principales componentes de rendimiento de granos en maíz son:

- 1) Número de mazorcas por planta.
- 2) Número de granos por mazorca.
- 3) Peso de grano.

Es conocido ya que no hay heterosis o sobredominancia en el número de mazorcas por planta. El componente de granos por mazorca puede descomponerse en:

- a) Número de hileras.
- b) Número de granos por hilera.

En efecto, el rendimiento de maíz está determinado por el número de hileras, el número de granos por hilera y el peso de grano. Investigaciones hechas en 1954 muestran que hubo heterosis en el número de granos por hilera, porque el número de hileras fue también dominante o parcialmente dominante. Hubo también un pequeño grado de heterosis

en el peso de 1000 granos. No se menciona nada acerca del número potencial de granos por hilera en las líneas parentales y sus híbridos. Pero en otros estudios se ha visto que el número potencial de granos al tiempo de la antesis en el híbrido es similar a uno de los padres. El peso de grano también muestra algo de heterosis.

Johnson (1973) estudió la heterosis del área foliar a través de cruzas dialélicas, los resultados indicaron que el índice de área foliar se hereda de una manera altamente heterótica, la distribución del área foliar dentro de la cobertura influyó para una porción significativa de la variación en la producción, de igual manera influyeron en los extremos de la cobertura. Estos resultados sugieren que la producción puede ser mejorada por selección, no solamente para el índice de área foliar total, sino también para hojas más grandes cerca de los extremos de la cobertura vegetal.

Cruzas Dialélicas

Las cruzas dialélicas se componen de las cruzas simples que pueden lograrse entre los elementos de un conjunto básico de líneas progenitoras, constituyen un procedimiento importante en el desarrollo de un programa de mejoramiento genético en algunos cultivos. Su empleo actual tiene su origen en el desarrollo de los conceptos de aptitud combinatoria general y específica establecidas por Sprague y Tatum (1942). De acuerdo con estos autores el término aptitud -

combinatoria general (ACG) se emplea para designar el comportamiento de una línea en combinaciones híbridas. El término aptitud combinatoria específica (ACE) se emplea para designar el comportamiento de combinaciones de líneas en cruzas con relación al comportamiento promedio de todas las combinaciones.

Las cruzas dialélicas se emplean para estimar los componentes genéticos de la variación entre rendimientos de las propias cruzas, así como su capacidad productiva.

De acuerdo con Hayman (1975) el análisis genético de las cruzas dialélicas se atacó inicialmente desde tres puntos de vista:

- 1) El material propuesto para la investigación.
- 2) En el mecanismo genético fundamental considerado.
- 3) En los métodos de estimación.

Hayman y Jinks (1954, 1958 y 1954) citados por Martínez Garza (1975) centraron su interés en un conjunto particular de líneas progenitoras, mientras que Kempthorne (1956) se interesó por la población de la cual estas líneas pueden considerarse como muestra.

Griffing (1956) indicó que ambas técnicas de estudio son posibles, emplea la expresión cruzas dialélicas para describir un procedimiento en el cual se eligen un conjunto de p líneas progenitoras y se realizan cruzas entre las propias líneas. Hay un máximo de p^2 cruzas posibles,

las cuales pueden dividirse convenientemente en tres grupos:

- I p autofecundaciones
- II el grupo de $p(p-1)/2$ cruzas F_1
- III el grupo de las $p(p-1)/2$ cruzas recíprocas de la F_1

Griffing (1956b) distingue cuatro diferentes técnicas para realizar cruzas dialélicas, las cuales varían dependiendo de si se ensayan o no las autofecundaciones o las cruzas recíprocas de la F_1 .

Los cuatro diseños que Griffing distingue son:

1. El ensayo de las autofecundaciones, un grupo de la F_1 y las cruzas recíprocas de la F_1 . En total las p^2 combinaciones que son posible obtener se ensayan con este diseño.
2. El ensayo de las autofecundaciones y un conjunto de cruzas F_1 , pero no se incluyen las cruzas recíprocas. En total se ensayan $p(p+1)/2$ combinaciones.
3. El ensayo de un conjunto de cruzas F_1 y sus recíprocas, pero no se incluyen las autofecundaciones. En total se experimentan $p(p-1)$ diferentes combinaciones.
4. El ensayo de un grupo de cruzas F_1 pero no se incluyen las cruzas recíprocas ni las autofecundaciones. En total se tienen $p(p-1)/2$

combinaciones por ensayar.

Hallauer y Miranda (1981) mencionan que las cruza dialélicas entre un grupo de líneas endogámicas de maíz usualmente no son difíciles cuando hay sincronización en la floración masculina y femenina. Las cruza dialélicas entre un grupo de poblaciones de maíz se manejan similarmente a las líneas endogámicas, pero el muestreo de los genotipos en la población incrementa el número de plantas individuales incluídas en las cruza de la población. La cantidad de semilla usualmente no es problema, pero el número de cruza entre las plantas requeridas a muestrear en las poblaciones incrementa las necesidades de tiempo y espacio.

De los cuatro métodos de Griffing, las combinaciones de cruza sin padres es probablemente el método más comúnmente usado en maíz porque los padres usualmente son líneas endogámicas y el vigor de los padres ($F = 1$) y las cruza entre los padres ($F = 0$) frecuentemente causan complicaciones en los diseños de campo usados para evaluar padres y cruza.

Las evaluaciones de la variedad y sus cruza son importantes en el mejoramiento de maíz para:

1. Determinar el potencial relativo de las variedades como poblaciones de mejoramiento.
2. Evaluar la respuesta de las variedades a diferentes esquemas de selección recurrente. Porque las variedades usualmente son una muestra

seleccionada de las más prometedoras disponibles, el modelo del análisis I es apropiado para determinar los efectos de ACG de las variedades y los efectos de ACE de sus cruzas.

Rojas y Sprague (1952) concluyeron que ACG es relativamente más estable en localidades y años que la ACE. En su estudio, los efectos aditivos casi no estuvieron influenciados por el medio ambiente en líneas de maíz seleccionadas en material no seleccionado ocurrió lo contrario.

Rutger *et al.* (1971) realizaron cruzas dialélicas para estimar el área de la hoja de la mazorca en maíz encontraron una ACG altamente significativa, señalaron que la eficiencia de producción de grano por unidad de área foliar varió considerablemente mencionan que dicha eficiencia de producción de grano pueden ser útiles en la estimación de la densidad de población óptima para híbridos que emerjan de los programas de mejoramiento.

Mason y Zuber (1976) realizaron un estudio para conocer las interrelaciones entre el ángulo de la hoja, producción de grano, área foliar, tamaño de la mazorca y prolificidad en las 15 cruzas simples posibles de líneas en donde se estimaron los efectos de la ACG y la ACE sobre esas características. El estudio reporta que en los efectos de la ACG y ACE parecieron ser igualmente importantes en la expresión del ángulo de la hoja. Una línea parental con hojas de hábito erecto exhibió un alto valor de ACG para el ángulo pequeño de la hoja. Hubo diferencias significativas

en la estimación de la ACE para el ángulo pequeño de la hoja entre las tres líneas de hojas erectas. Los efectos de la ACG fueron relativamente más importantes que los efectos de la ACE para la producción de grano, área foliar, tamaño de la mazorca y prolificidad.

Johnson (1974) llevó a cabo un experimento dialélico; los resultados sugieren que la selección para ACG del área foliar (AF) total por planta y el índice de área foliar (IAF) de las hojas de la parte superior de la hoja, puede ser hecho sobre la base del comportamiento de la línea *per se*.

La selección para incrementar el AF por planta y el AF de las hojas superiores podría resultar en un incremento de la producción en los híbridos F_1 derivados de las líneas seleccionadas con IAF hasta de cinco, más allá de este nivel, la esterilidad probablemente se convertirá en severa y la selección para genotipos que no sean estériles se hará necesaria. En este tipo de programa de selección los ángulos de la hoja que permitan mayor penetración de la luz dentro de la cobertura, probablemente serán importantes, aunque la penetración de la luz podría también ser alterada por cambios en la densidad o el espaciamiento entre surcos.

Rood y Major (1981) utilizaron cruza dialélicas en líneas de maíces precoces para investigar la herencia y determinar la aptitud combinatoria para número de hojas y altura de planta, dos tiempos de floración correlacionados y tasa de desarrollo de hoja (TDH).

La dominancia para incrementar el número de hojas fue casi completa, se observó una aparente sobredominancia para incremento de altura de planta y también para disminución de TDH. Las heredabilidades en sentido amplio fueron 88, 74 y 78 por ciento para número de hojas, TDH y altura en la cámara de crecimiento. Las heredabilidades en sentido estricto fueron bajas particularmente para altura. Ni los efectos recíprocos ni los efectos de ACE fueron significativos para número de hojas, TDH o altura de planta tanto en la cámara de crecimiento como en el campo. De este modo los híbridos formados fueron determinados por la ACE de las líneas parentales. El número de hojas y TDH estuvieron correlacionados positivamente con el tiempo de floración. El número de hojas estuvo también correlacionada con altura. La aparente sobredominancia para disminución de TDH explica como la dominancia para incremento de número de hojas y la dominancia parcial para la disminución del tiempo de floración, pueden actuar simultáneamente e indican que ocurre heterosis para desarrollo en maíz.

MATERIALES Y METODOS

El material genético utilizado en el presente estudio proviene de una población formada con germoplasma de maíces superenanos del Bajío, colecciones de criollos precoces de Coahuila, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí y Zacatecas, y una población tropical del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) como donador de opaco-2 modificado. Después de tres generaciones de entrecruzamiento entre estos materiales y haciendo selección para precocidad, enanismo (gene braquítico-2), espiga chica, hojas erectas y grano o_2o_2 modificado, se constituyó la población denominada NEPOPREC (norteño, enano, precoz, opaco).

De esta población se seleccionaron en base a cantidad de follaje y altura doce líneas con niveles de endogamia S_2 y S_3 con las siguientes características:

<u>Líneas</u>	<u>Genealogía</u>
Normal poco Follaje (NPF)-1	NEPOPREC 2-2-2
" " " -2	NEPOPREC Espiga chica 255-1-1
" " " -3	NEPOPREC Espiga chica #4-7
Normal mucho Follaje (NMF)-1	NEPOPREC 389-1-1
" " " -2	NEPOPREC 561-1
" " " -3	NEPOPREC 119-1

Enana poco Follaje (EPF)-1 (gene braquítico-2)	NEPOPREC pocas Hojas 6-1
" " " -2	NEPOPREC pocas hojas 6-1-1
" " " -3	NEPOPREC Espiga chica 42-1
Enana mucho Follaje (EMF)-1 (gene braquítico-2)	NEPOPREC Espiga chica 419-3
" " " -2	NEPOPREC Espiga chica #32-3
" " " -3	NEPOPREC Espiga chica #58-2

Las líneas se manejaron de acuerdo a la siguiente metodología:

Primer Ciclo (Primavera-Verano, 1982), se sembraron los materiales antes mencionados en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" con el fin de incrementar la semilla por medio de cruza fraternales, para lo cual se hicieron las polinizaciones correspondientes poniendo especial cuidado en no mezclar las características en cuanto a follaje y altura.

Segundo Ciclo (Invierno 1982-1983), los materiales resultantes del primer ciclo se sembraron en el Campo Experimental de la UAA "AN", ubicado en Tepalcingo, Morelos para tratar de efectuar todas las cruza posibles (66) entre las líneas antes descritas y obtener de esta manera las diferentes cruza como sigue:

- a) En cuanto a altura: 51 normales y 15 enanas.
- b) En cuanto a cantidad de follaje:
 - 36 poco follaje x mucho follaje
 - 15 poco follaje x poco follaje
 - 15 mucho follaje x mucho follaje.

La preparación del terreno, las labores de cultivo y las aplicaciones de insecticidas, se efectuaron en forma normal y oportuna.

Tercer Ciclo (Primavera-Verano 1983), las F_1 obtenidas en el ciclo anterior fueron evaluadas para aptitud combinatoria general (ACG) y aptitud combinatoria específica (ACE), utilizando el método 4 de Griffing (Esquema 1) mediante un diseño experimental de bloques al azar modificado con seis repeticiones bajo dos ambientes: temporal y riego en Derramadero, Coahuila. El tamaño de la parcela fue de tres surcos cada uno con 21 plantas. Se sembraron dos semillas por golpe para asegurar la germinación y posteriormente se aclaró a una planta; en la condición de riego, estos se aplicaron según las necesidades del cultivo, la dosis de fertilización fue 80-46-00 y para temporal 40-46-00, en ambos casos se realizaron aplicaciones de insecticidas y deshierbes adecuada y oportunamente. La distancia entre surcos fue de 80 cm, entre plantas de 23 cm y la longitud del surco 4.6 m, para lograr una densidad de siembra de 54,347 plantas por hectárea.

Los datos que se tomaron durante el desarrollo del experimento fueron:

- a) Número de plantas. Se contaron todas las plantas de cada parcela.
- b) Días a floración. Este dato se tomó tanto a flor masculina como a femenina, cuando un 50 por ciento de las plantas mostraban antesis y

Esquema 1. Evaluación de cruzas de acuerdo al Diseño IV de Griffing (1956).

	NPF-1	NPF-2	NPF-3	NMF-1	NMF-2	NMF-3	EPF-1	EPF-2	EPF-3	EMF-1	EMF-2	EMF-3
NPF-1		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
NPF-2			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
NPF-3				x	x	x	x	x	x	x	x	x
NMF-1					x	x	x	x	x	x	x	x
NMF-2						x	x	x	x	x	x	x
NMF-3							x	x	x	x	x	x
EPF-1								x	x	x	x	x
EPF-2									x	x	x	x
EPF-3										x	x	x
EMF-1											x	x
EMF-2												x
EMF-3												

NPF = normal poco follaje

NMF = normal mucho follaje

EPF = enano poco follaje

EMF = enano mucho follaje

estigmas receptivos, respectivamente.

- c) Intervalo de floración. Se obtuvo por diferencia entre los días de floración masculina y femenina.
- d) Acame de tallo. Se consideraron plantas acamadas las que tuvieron su tallo quebrado abajo de la mazorca, utilizando una escala visual de 1-5.
- e) Mazorcas podridas. Se contaron las mazorcas podridas con respecto al número de mazorcas cosechadas.
- f) Mala cobertura. Se consideró mala cobertura las mazorcas mal cubiertas por su totomoxtle.
- g) *Fusarium spp.* Se contó el número de plantas enfemas dentro de cada parcela con respecto al número total de plantas

Los datos de los incisos e, f y g fueron convertidos a por ciento y transformados en Arco Seno mediante la fórmula de Arco Seno $\sqrt{X/100}$, donde X = porcentaje de cada dato, mientras que para acame de tallo la escala visual se transformó a escala logarítmica.

Los siguientes datos fueron tomados únicamente en plantas con competencia completa:

- h) Altura de planta. Se tomó la medida desde la base de la planta hasta el punto donde nace la espiga.

- i) Altura de mazorca. Se tomó la medida desde la base del tallo al nudo de la mazorca principal.
- j) Número de ramas de la espiga. Se contaron todas las ramas de la espiga incluyendo la principal.
- k) Número de hojas total por planta. Contando y numerando las hojas, iniciando en la base de la planta y terminando en la hoja bandera.
- l) Número de la hoja situada abajo de la mazorca. Se obtuvo haciendo anotación en la numeración anterior.
- m) Area foliar total. Se midió el largo y ancho de cada una de las hojas de la planta para estimar posteriormente el área de acuerdo al método desarrollado por Francis *et al.* (1969) por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{Area foliar de una hoja} = \text{Largo} \times \text{Ancho} \times \text{F.c.}$$

donde:

F.c. = Factor de corrección cuyo valor es 0.75.

El área foliar total por planta se obtuvo de la siguiente manera:

$$\text{Area foliar total/planta} = \frac{\text{Area foliar de cada hoja}}{\text{Número total de hojas}}$$

y

$$\text{Area foliar total/planta/parcela} = \frac{\text{Area foliar total de cada planta}}{\text{Número total de plantas con competencia completa}}$$

U.A.A.N.

00565

- n y o) Area foliar parcial. Se estimó de manera similar al inciso m con la diferencia de que sólo se consideraron las hojas situadas arriba de la mazorca hasta la hoja bandera o las hojas situadas debajo de la mazorca hasta la base de la planta.
- p y q) Area foliar de la hoja bandera y hoja situada debajo de la mazorca. Se obtuvieron midiendo largo y ancho de cada una de ellas y aplicando las fórmulas del inciso m.
- r) Índice de área foliar (IAF). Se calculó de acuerdo a la siguiente fórmula:
- $$IAF = \frac{\text{Area foliar total}}{\text{Area de terreno}}$$
- s) Peso de campo. Se tomó al momento de la cosecha pesando el total de mazorcas cosechadas por parcela, obteniendo de esta manera el rendimiento por parcela útil experimental. Posteriormente se tomó una muestra de grano representativa (250 g) de cada parcela con el objeto de determinar el por ciento de humedad y por diferencia obtener el por ciento de materia seca, la cual multiplicada por el peso de campo nos da el peso seco.

t) Rendimiento. Se realizaron los cálculos de rendimiento en toneladas por hectárea utilizando el método de plantas con competencia completa de la siguiente manera:

La densidad de siembra se divide entre 0.845 que es una constante para obtener rendimiento al 15.5 por ciento de humedad. La cantidad así calculada dividida entre 1000 viene a ser el factor de conversión a toneladas por hectárea al 15.5 por ciento de humedad. Posteriormente el peso seco se divide entre el número de plantas cosechadas y se multiplica por factor de conversión para obtener el rendimiento en toneladas por hectárea al 15.5 por ciento de humedad.

Análisis Estadístico

Se realizaron los análisis estadísticos correspondientes a un diseño bloques al azar modificado para una localidad, dos ambientes (temporal y riego) cada uno de los cuales constaba de 66 tratamientos con tres repeticiones.

Análisis de Varianza

Se llevaron a cabo los análisis de varianza por ambientes y combinado para cada una de las siguientes características: rendimiento, altura de planta, altura de mazorca, días a flor masculina, días a flor femenina, intervalo de floración, área foliar (AF) total, índice de área foliar -

(IAF), área foliar de las hojas de arriba de la mazorca, área foliar de las hojas abajo de la mazorca, área foliar de la hoja bandera, área foliar de la hoja de la mazorca, número total de hojas, número de la hoja de la mazorca, número de las ramas de la espiga, acame de tallo, mazorcas podridas, mala cobertura y *Fusarium spp.*

Se estimaron la aptitud combinatoria general (ACG) y la aptitud combinatoria específica (ACE) totales para cada característica a través del método 4 de Griffing Modelo I, bajo el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + r_k + g_i + g_j + s_{ij} + e_{ijk}$$

para: $1 \leq i \leq p$, $k = 1, 2, \dots, r$

donde:

Y_{ijk} = Valor fenotípico observado de la cruce de los progenitores i y j , en el bloque k .

μ = Un efecto común a todas las observaciones.

g_i = Efecto de la aptitud combinatoria general del progenitor i .

g_j = Efecto de la aptitud combinatoria general del progenitor j .

s_{ij} = Efecto de la aptitud combinatoria específica de la cruce (i, j) .

e_{ijk} = Efecto ambiental aleatorio correspondiente a la observación (i, j, k) .

donde: g_i y s_{ij} son variables aleatorias no correlacionadas entre y dentro de ellos $\sim DNI$ $(0, \sigma^2_g, \sigma^2_s$ y σ^2_e respectivamente).

En este tipo de diseño no se consideran los efectos maternos. Es decir, con estos esquemas se supone básicamente que es indiferente emplear un progenitor, ya sea como hembra o como macho y solamente considera las $p(p-1)/2$ cru-
zas F_1 ; donde p = al número total de progenitores. El análisis de varianza para este diseño se ilustra en el Cuadro 1. En dicho análisis la SC (suma de cuadrados de las cru-
zas y su interacción fue dividido en aptitud combinatoria general (ACG) y aptitud combinatoria específica (ACE).

Para este caso en especial, la aptitud combinatoria general (ACG) fue a su vez subdividida en ACG entre tipos de progenitores y ACG dentro de tipos de progenitores, donde tipos de progenitores denotan las características de los progenitores: normal poco follaje (tipo 1), normal mucho fo-
llaje (tipo 2), enano poco follaje (tipo 3) y enano mucho follaje (tipo 4), así mismo, se partió la interacción am-
biente por cruza en el análisis combinado. Los análisis de varianza por ambiente y combinado se ilustran en los Cua-
dros 2 y 3 respectivamente.

Análisis de Aptitud Combinatoria

Para llevar a cabo este análisis de arreglaron los datos de medias en una tabla dialélica similar a la ilustra-
da en el esquema 1 del capítulo correspondiente a materia-
les y métodos. Se hicieron tablas dialélicas de medias para las siguientes características: rendimiento, altura de plan-
ta y mazorca, días a floración masculina y femenina, -

Cuadro 1. Análisis de varianza general para el diseño 4 de Griffing en bloques completos al azar.

Fuente de variación	g.l.	S.C.	C.M.
Repeticiones	$r-1$	$\sum_k \frac{2y_{..k}^2}{p(p-1)} - \frac{2y_{...}^2}{rp(p-1)}$	$\frac{SC \text{ rep}}{r-1}$
Cruzas	$\frac{p(p-1)}{2} - 1$	$\sum_{ij} \sum_{1 < j} \frac{Y_{ij}^2}{r} - \frac{2y_{...}^2}{rp(p-1)}$	$\frac{SC \text{ cruzas}}{\frac{p(p-1)}{2} - 1}$
ACG	$p-1$	$\sum_i \frac{G_i^2}{r(p-2)} - \frac{4Y_{...}^2}{rp(p-2)}$	$\frac{SC_{ACG}}{p-1}$
ACE	$\frac{p(p-3)}{2}$	$SC \text{ cruzas} - SC_{ACG}$	$\frac{SC_{ACE}}{\frac{p(p-3)}{2}}$
Error	Por diferencia	Por diferencia	$\frac{SC \text{ error}}{S.C. \text{ error}}$
Total	$\frac{rp(p-1)}{2} - 1$	$\sum_{ijk} \sum_{i \leq j} Y_{ijk}^2 - \frac{2Y_{...}^2}{rp(21 + p-1)}$	

NOTA: $G_i = \sum_{i \neq j} Y_{ij}$, con $Y_{ij.} = Y_{ji.}$; $Y_{..k} = \sum_{i \leq j} \sum Y_{ijk} = \text{Total del bloque completo } K.$

Cuadro 2. Componentes de análisis de varianza por ambiente para 4 tipos de progenitores.

Fuente de variación	g.l.	C.M.	Esperanzas de cuadrados medios
Repeticiones	2		
Cruzas	65	CM ₂	$\sigma_e^2 + rk^2c = \sigma_e^2 + r\sigma_c^2$
ACG	11	CM ₂₋₁	$\sigma_e^2 + \frac{r(p-2)}{p-1} K^2 = \sigma_e^2 + r(\text{covHC} - 2\text{covMH}) + r(p-2) \text{CovMH}$
ACG entre TP	3	CM ₂₋₁₋₁	
Dentro ACG/TP	8	CM ₂₋₁₋₂	
ACE	54	CM ₂₋₂	$\sigma_e^2 + \left(\frac{2r}{p(p-3)}\right) K^2 = \sigma_e^2 + r(\text{covHC} - 2\text{covMH})$
Error	130	CM ₁	$\sigma_e^2 = \sigma_e^2$
Total	197		

Cuadro 3. Componentes de análisis de varianza combinado para 4 tipos de progenitores.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios (CM)	Esperanzas de cuadrados medios
Ambientes	1		
Rep. (amb.)	4		
Cruzas	65	CM ₃	$\sigma_e^2 + rK^2_c$
ACG	11	CM ₃₁	$\sigma_e^2 + \frac{r(p-2)}{p-1} K^2$
ACG entre TP	3	CM ₃₋₁₋₁	
ACG (TP)	8	CM ₃₋₁₋₂	
ACE	54	CM ₃₂	$\sigma_e^2 + \left(\frac{2r}{p(p-3)}\right) K^2$
Amb. x cruzas	65	CM ₂	$\sigma_e^2 + rK^2_{ce}$
ACG x amb.	11	CM ₂₋₁	
ACG entre TP x amb.	3	CM ₂₋₁₋₁	
ACG(TP) x amb.	8	CM ₂₋₁₋₂	
ACE x amb.	54	CM ₂₋₂	
Error combinado	260	CM ₁	σ_e^2
Total	395		

intervalo de floración, área foliar total, índice de área foliar, área foliar de las hojas arriba y abajo de la mazorca, área foliar de la hoja bandera y de la hoja de la mazorca, número total de hojas, número de la hoja de la mazorca, número total de ramas de la espiga y acame de tallo.

Con los datos contenidos en dichas tablas, se estimaron en forma manual los efectos de la aptitud combinatoria general (ACG) y la aptitud combinatoria específica para el Método 4 de Griffing Modelo I, de acuerdo con Singh y Chaudhary (1977) de la siguiente manera:

- a) Estimación de los efectos de ACG. Fueron estimados utilizando la fórmula que sigue:

$$g_i = \frac{1}{p(p-2)} (pY_{i.} - 2y_{..})$$

donde:

g_i = Efecto de la aptitud combinatoria general del progenitor i .

p = Número total de progenitores.

$Y_{i.}$ = Σ de medias de todas las cruzas donde interviene el progenitor i .

$Y_{..}$ = Σ de medias de todas las $p(p-2)/2$ cruzas.

Una vez calculados dichos efectos se colocaron en la diagonal de otra tabla dialélica. Esquema 2.

Los errores estandar se calcularon de la siguiente manera:

$$E.E. g_i = [(p-1)\sigma_e^2/p(p-2)]^{\frac{1}{2}}, \quad E.E. g_i - g_j = [2\sigma_e^2/p-2]^{\frac{1}{2}}$$

donde:

σ_e^2 = Varianza del error.

b) Estimación de los efectos de ACE. Fueron calculados también en forma manual por medio de la fórmula:

$$s_{ij} = Y_{ij} - \frac{1}{p-2} (Y_{i.} + Y_{.j}) + \frac{2}{(p-1)(p-2)} Y_{..}$$

donde:

s_{ij} = Efecto de la aptitud combinatoria específica del progenitor i con el progenitor j .

Y_{ij} = Media de la característica considerada de la cruce del progenitor i con el progenitor j .

$Y_{i.}$ = Σ de medias de todas las cruces donde interviene el progenitor i .

$Y_{.j}$ = Σ de medias de todas las cruces donde interviene el progenitor j .

$Y_{..}$ = Σ de medias de las $p(p-2)/2$ cruces consideradas.

Una vez estimados se colocaron en el lugar correspondiente en la tabla dialélica. Esquema 2. Los errores estandar se calcularon de la siguiente manera:

$$\text{E.E. } s_{ij} = [(p-3)\sigma_e^2/p-1]^{\frac{1}{2}}, \quad s_{ij} - s_{ik} = [2(p-3)\sigma_e^2/p-2]^{\frac{1}{2}} \text{ y}$$

$$\text{E.E. } s_{ij} - s_{il} = [(2(p-4)\sigma_e^2/p-2)]^{\frac{1}{2}}$$

donde:

σ_e^2 = Varianza del error.

Esquema 2. Tabla dialélica de efectos de aptitud combinatoria general y específica.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	\hat{g}_1	\hat{s}_{12}	\hat{s}_{13}	\hat{s}_{14}	\hat{s}_{15}	\hat{s}_{16}	\hat{s}_{17}	\hat{s}_{18}	\hat{s}_{19}	\hat{s}_{110}	\hat{s}_{111}	\hat{s}_{112}
2		\hat{g}_2	\hat{s}_{23}	\hat{s}_{24}	\hat{s}_{25}	\hat{s}_{26}	\hat{s}_{27}	\hat{s}_{28}	\hat{s}_{29}	\hat{s}_{210}	\hat{s}_{211}	\hat{s}_{212}
3			\hat{g}_3	\hat{s}_{34}	\hat{s}_{35}	\hat{s}_{36}	\hat{s}_{37}	\hat{s}_{38}	\hat{s}_{39}	\hat{s}_{310}	\hat{s}_{311}	\hat{s}_{312}
4				\hat{g}_4	\hat{s}_{45}	\hat{s}_{46}	\hat{s}_{47}	\hat{s}_{48}	\hat{s}_{49}	\hat{s}_{410}	\hat{s}_{411}	\hat{s}_{412}
5					\hat{g}_5	\hat{s}_{56}	\hat{s}_{57}	\hat{s}_{58}	\hat{s}_{59}	\hat{s}_{510}	\hat{s}_{511}	\hat{s}_{512}
6						\hat{g}_6	\hat{s}_{67}	\hat{s}_{68}	\hat{s}_{69}	\hat{s}_{610}	\hat{s}_{611}	\hat{s}_{612}
7							\hat{g}_7	\hat{s}_{78}	\hat{s}_{79}	\hat{s}_{710}	\hat{s}_{711}	\hat{s}_{712}
8								\hat{g}_8	\hat{s}_{89}	\hat{s}_{810}	\hat{s}_{811}	\hat{s}_{812}
9									\hat{g}_9	\hat{s}_{910}	\hat{s}_{911}	\hat{s}_{912}
10										\hat{g}_{10}	\hat{s}_{1011}	\hat{s}_{1012}
11											\hat{g}_{11}	\hat{s}_{1112}
12												\hat{g}_{12}

Posteriormente las cruzas fueron agrupadas como se indica en el Esquema 3, obteniéndose un total de diez grupos, cada uno de los cuales está integrado por diferentes tipos de cruzas, según se indica en el Cuadro 4. Con los seis grupos de cruzas contrastantes, se estimaron tanto efectos de ACG y ACE entre tipos de progenitores, utilizando también el método 4 de Griffing Modelo I.

Heterosis y Heterobelitosis

Fueron calculados para los diferentes tipos de cruzas (grupos) para condiciones de temporal, riego y combinado, por medio de las fórmulas siguientes:

$$\text{Heterosis} = \frac{F_1}{\frac{p_1 + p_2}{2}} \times 100$$

donde:

F_1 = Promedio de la F_1 .

p_1 = Promedio del progenitor 1.

p_2 = Promedio del progenitor 2.

$$\text{Heterobelitosis} = \frac{F_1 - MP}{MP} \times 100$$

donde:

F_1 = Promedio de la F_1 .

MP = Promedio del mejor progenitor.

Análisis de Correlación Múltiple

Se llevó a cabo un análisis de correlación múltiple entre diferentes características consideradas para los dos ambientes (riego y temporal).

Esquema 3. Grupos de acuerdo con los diferentes tipos de cruzas.

Normales de poco follaje 4	Normales de poco follaje x Normales de mucho follaje 6	Normales de poco follaje x Enanos de poco follaje 7	Normales de poco follaje x Enanos de mucho follaje 8
	Normales de mucho follaje 5	Normales de mucho follaje x Enanos de poco follaje 9	Normales de mucho follaje x Enanos de mucho follaje 10
	Enanos de poco follaje 1	Enanos de poco follaje x Enanos de mucho follaje 3	Enanos de mucho follaje 2

Cuadro 4. Descripción de los grupos de cruzas.

No. cruza	No. grupo	Tipo de cruza	No. cruza	No. grupo	Tipo de cruza	No. cruza	No. grupo	Tipo de cruza
1		EPF-1xEPF-2	22		NPF-2xNMF-1	39		EMF-2xNPF-3
2	1	EPF-1xEPF-3	23		NPF-2xNMF-3	54		NPF-1xEMF-3
3		EPF-2xEPF-3	24		NPF-3xNMF-1	55	8	NPF-2xEMF-3
4		EMF-1xEMF-2	25		NPF-3xNMF-2	56		NPF-3xEMF-1
5	2	EMF-1xEMF-3	26	6	NPF-3xNMF-3	57		NPF-3xEMF-3
6		EMF-3xEMF-2	27		NMF-1xNPF-1	40		EPF-1xNMF-1
7		EPF-1xEMF-2	28		NMF-2xNPF-1	41		EPF-1xNMF-3
8		EPF-1xEMF-3	29		NMF-2xNPF-2	42		EPF-2xNMF-3
9		EPF-2xEMF-2	30		NMF-3xNPF-1	43		EPF-3xNMF-3
10		EPF-2xEMF-3	31		EPF-1xNPF-1	58	9	NMF-1xEPF-2
11	3	EPF-3xEMF-2	32		EPF-2xNPF-1	59		NMF-1xEPF-3
12		EMF-1xEPF-1	33		EPF-2xNPF-2	60		NMF-2xEPF-1
13		EMF-1xEPF-2	34		EPF-2xNPF-3	61		NMF-2xEPF-2
14		EMF-1xEPF-3	49	7	NPF-1xEPF-3	62		NMF-2xEPF-3
15		EMF-3xEPF-3	50		NPF-2xEPF-1	44		EMF-1xNMF-1
16		NPF-2xNPF-1	51		NPF-2xEPF-3	45		EMF-1xNMF-3
17	4	NPF-3xNPF-1	52		NPF-3xEPF-1	46		EMF-2xNMF-1
18		NPF-3xNPF-2	53		NPF-3xEPF-3	47		EMF-2xNMF-2
19		NMF-1xNMF-2	35		EMF-1xNPF-1	48	10	EMF-3xNMF-3
20	5	NMF-1xNMF-3	36	8	EMF-1xNPF-2	63		NMF-1xEMF-3
21		NMF-3xNMF-2	37		EMF-2xNPF-1	64		NMF-2xEMF-1
			38		EMF-2xNPF-2	65		NMF-2xEMF-3
						66		NMF-3xEMF-2

RESULTADOS

En el presente trabajo se realizaron análisis estadísticos correspondientes al método 4 de Griffing Modelo I, bajo un diseño experimental de bloques al azar modificado para diferentes características agronómicas del maíz, de 66 cruzas y 10 grupos bajo dos ambientes: temporal y riego.

El análisis de varianza, aptitud combinatoria general (ACG) y aptitud combinatoria específica (ACE) bajo condiciones de riego se muestran en el Cuadro 5. Los resultados del análisis de varianza para cruzas, ACG entre y dentro de tipos de progenitores y ACE fueron significativos para la mayoría de las características estudiadas y no se observaron diferencias significativas para ACG entre tipos de progenitores en las características: intervalo de floración, área de la hoja de la mazorca y acame de tallo, ésta última característica y mazorcas podridas no mostraron diferencias significativas para ACG dentro de tipos de progenitores, la característica mazorcas podridas fue la única que no mostró diferencias significativas para ACE. En la mayoría de las características la ACG fue predominante con respecto a ACE.

Los coeficientes de variación para las características observadas por lo general tuvieron valores muy aceptables y se ubicaron dentro de un rango de variación de 1.24 a 16.90 por ciento.

Cuadro 5. Análisis de varianza, aptitud combinatoria general, aptitud combinatoria específica y coeficiente de variación de 19 características de maíz bajo condiciones de riego.

Fuentes de Variación	g.l.	C u a d r a d o s m e d i o s				
		Rendimiento	Altura de planta	Altura de mazorca	Días a flor masculina	Días a flor femenina
Repeticiones (R)	2	3.35NS	577.29**	604.55NS	0.87NS	17.32**
Cruzas (C)	65	4.08**	2679.99**	239.99**	16.65**	13.60**
Aptitud Combinatoria General (ACG)	11	11.34**	12029.52**	4725.18**	57.18**	43.89**
ACG entre Tipos de Progenitores (RP)	3	23.57**	35610.10**	12128.52**	81.63**	107.97**
ACG/TP	8	6.75**	3186.81**	1948.23**	48.01**	19.87**
Aptitud Combinatoria Específica (ACE)	54	2.61**	775.46**	530.04**	8.39**	7.47**
Error	130	1.67	60.58	298.47	4.01	3.54
ACG/ACE		4.34	15.51	8.91	6.82	5.88
Coeficiente de Variación (%)		6.51	10.68	14.44	1.58	1.24

Cuadro 5continuación

Intervalo de floración	C u a d r a d o s m e d i o s						
	Area foliar (AF) total	Indice de área foliar	AF hojas arriba de la mazorca	AF hojas abajo de la mazorca	AF hoja bandera	AF hoja mazorca	Número total hojas por planta
8.73**	0.005NS	0.002NS	0.0005NS	0.005NS	2.9×10^{-7} NS	5.8×10^{-7} NS	2.08NS
2.69**	0.0175**	0.0096**	0.0023**	0.008**	9.2×10^{-7} **	4.3×10^{-10} NS	4.26**
8.48**	0.0736**	0.0218**	0.0109**	0.030**	2.2×10^{-6} **	4.9×10^{-6} *	15.69**
0.80NS	0.011**	0.025*	0.0107**	0.058**	2.4×10^{-6} **	1.2×10^{-6} NS	17.40**
11.36**	0.06**	0.021**	0.011**	0.020**	2.1×10^{-6} **	6.3×10^{-7} **	15.05**
1.51*	0.0061**	0.0067**	0.0011**	0.033**	6×10^{-7} **	4.1×10^{-6} **	1.93**
1.03	0.003	0.004	0.0002	0.001	3.8×10^{-7}	2.27×10^{-6}	0.89
5.62	12.07	3.25	9.91	0.91	3.67	1.20	8.13
12.21	7.02	2.99	5.70	6.07	10.35	8.02	1.96

* Significativo al 5% de probabilidad

** Significativo al 1% de probabilidad

Cuadro 5continuación

C u a d r a d o s m e d i o s					
Número de la hoja de la mazorca	Número de ramas de la espiga	Acame de tallo	Mazorcas podridas	Mala cobertura	<i>Fusarium spp</i>
2.29**	48.43*	0.14**	251.70NS	646.47**	654.80**
2.00**	58.17**	0.04**	17.40*	162.79**	139.88**
7.58**	197.96**	0.08**	244.58*	601.15**	438.90**
6.76*	264.10**	0.063NS	263.94*	595.23**	537.90**
7.95**	173.16**	0.085NS	124.83NS	603.37**	401.78**
0.86**	29.69**	0.04**	160.19NS	68.50**	79.52**
0.21	14.10	0.02	119.45	30.74	30.18
8.81	6.68	2.00	1.53	8.78	5.50
2.81	13.06	16.90	10.47	11.77	11.55

* Significativo al 5% de probabilidad

** Significativo al 1% de probabilidad

Las medias de las 66 cruzas consideradas para diferentes características agronómicas bajo condiciones de riego se muestran en el Apéndice A.

Los tipos de cruzas (grupos) mostraron valores de medias que se presentan en el Cuadro 6 como sigue: Los NMF x NMF fueron los más rendidores 9.422 ton/ha, mientras que los EPF x EPF fueron los más bajos con 5.368 ton/ha, la media fue 7.609.

La altura de planta varió desde 84 cm (EPF x EPF) hasta 178 cm (NPF x NMF), con una media de 145 cm, para altura de mazorca los EPF x EPF presentaron el porte más bajo (24 cm) y el mayor los NMF x NMF (88 cm) con un valor medio de 67 cm. Los grupos más precoces fueron NPF x NMF, NPF x EPF ambos con 74 días a flor masculina y los EMF x EMF, NMF x NMF y NMF x EMF fueron tardíos (78 días). En cuanto a flor femenina los NPF x EPF (76 días) fueron los más precoces y EMF x EMF y NMF x EMF (81 días) son tardíos. Los promedios fueron 76 y 79 para flor masculina y femenina respectivamente. El intervalo de floración osciló entre dos y tres días. El área foliar total máxima fue para NMF x NMF, EMF x EMF y NMF x EMF (42.60, 42.02 y 40.69 dm², respectivamente) y la mínima para el grupo EPF x EPF con una media de 23.04 dm². El promedio general para esta característica fue de 35.63 dm².

Los mismos grupos sobresalieron para índice de área foliar, área de las hojas arriba y abajo de la mazorca. El grupo NMF x EPF presentó la hoja bandera más pequeña -

Cuadro 6. Medias de los grupos de cruzas para diferentes características agronómicas en maíz bajo condiciones de riego.

Grupo	Tipo de Cruza	Rendimiento Mazorca ton/ha	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Días a flor masculina
1	Enanos poco follaje x Enanos poco follaje	5.368	84	24	77
2	Enanos mucho follaje x Enanos mucho follaje	7.913	114	50	78
3	Enanos poco follaje x Enanos mucho follaje	7.310	104	49	75
4	Normales poco follaje x Normales poco follaje	7.747	175	78	75
5	Normales mucho follaje x Normales mucho follaje	9.422	169	88	78
6	Normales poco follaje x Normales mucho follaje	8.106	168	80	74
7	Normales poco follaje x Enanos poco follaje	7.004	160	71	74
8	Normales poco follaje x Enanos mucho follaje	7.886	166	79	77
9	Normales mucho follaje x Enanos poco follaje	7.693	153	70	76
10	Normales mucho follaje x Enanos mucho follaje	7.644	157	79	78
Media		7.609	145	67	76

Cuadro 6continuación

Días a flor femenina	Intervalo de floración	Area foliar total (dm ²)	Indice de área foliar	Area foliar de las hojas arriba de la mazorca (dm ²)	Area foliar de las hojas abajo de la mazorca (dm ²)	Area foliar de la hoja bandera (dm ²)
78	2	23.04	0.23	9.12	13.92	0.17
81	3	42.02	0.42	15.59	26.43	0.23
78	3	32.62	0.33	12.49	20.13	0.20
78	3	32.34	0.32	13.41	18.93	0.26
80	2	42.60	0.43	15.14	27.47	0.21
77	3	37.42	0.37	14.29	24.34	0.20
76	2	31.84	0.32	11.93	19.91	0.17
79	2	35.12	0.35	12.80	22.47	0.21
78	2	38.59	0.39	13.15	22.71	0.16
81	3	40.69	0.41	14.55	26.13	0.21
79	3	35.63	0.36	13.25	22.24	0.20

Cuadro 6continuación

Area foliar de la hoja de la mazorca (dm ²)	Número total de hojas por planta	Número de la hoja de la mazorca	Número de ramas de la espiga	Acame de tallo (log ₁₀)	Mazorcas podridas*	Mala cobertura*	<i>Fusarium spp</i> *
0.61	11	7	6	0.10	40	22	20
0.64	12	8	17	0.03	27	28	13
0.60	11	8	13	0.06	31	29	14
0.66	11	7	9	0.13	20	18	17
0.61	13	9	13	0.09	30	25	22
0.58	12	8	12	0.12	27	19	20
0.51	12	8	8	0.16	29	23	14
0.59	12	8	11	0.10	29	21	18
0.57	13	8	11	0.10	31	28	15
0.57	12	9	13	0.08	25	23	35
0.59	12	8	11	0.10	29	24	19

* Arco sen $\sqrt{X/100}$

(0.16 dm²) y la más grande el grupo NPF x NPF (0.26 dm²) con una media general de 0.20 dm².

La hoja de la mazorca más pequeña (0.51 dm²) la presentó el grupo NPF x EPF y la más grande (0.66 dm²) el grupo NPF x NPF, el promedio fue 0.59 dm².

La característica número total de hojas y número de la hoja de la mazorca oscilaron entre 11 y 13 y siete y nueve, respectivamente. El mayor número de ramas en la espiga (17) lo presentó el grupo EMF x EMF en contraste con EPF x EPF (6).

El grupo que tendió a acamarse más (0.16) fue NPF x EPF y el que presentó menos acame (0.03) fue EMF x EMF; el grupo EPF x EPF presentó el mayor porcentaje de mazorcas podridas, mientras que NPF x NPF presentó el valor más bajo (20), este mismo grupo presentó menor porcentaje de mala cobertura y en el grupo EPF x EMF dicho porcentaje fue elevado. El grupo NMF x EMF fue el más susceptible a *Fusarium spp* y el más resistente EMF x EMF.

Los valores estimados para aptitud combinatoria general (ACG) de 12 progenitores para diferentes características cuantitativas de maíz se presentan en el Cuadro 7, y para cuatro tipos de progenitores (grupos) en el Cuadro 8.

Para la característica rendimiento, la estimación de ACG más alta fue para el progenitor NMF-1 con un valor de 1.193 altamente significativo siguiéndole EMF-3 (0.387), EMF-2 (0.326), NMF-2 (0.318), sin embargo cuando se agrupan por tipo de progenitor el grupo NMF tiene un efecto

Cuadro 7. Efectos estimados de la aptitud combinatoria general de doce progenitores para diferentes características agronómicas de maíz bajo condiciones de riego.

Tipo de Progenitor	Efectos de Aptitud Combinatoria General					
	Rendimiento Mazorca	Altura de planta	Altura de mazorca	Días a flor masculina	Días a flor femenina	Intervalo de floración
Normal poco follaje -1	0.041	14.88**	3.38	-0.10	-0.63	-0.53
Normal poco follaje -2	0.217	18.08**	7.38	-2.10**	-2.03**	0.70*
Normal poco follaje -3	-0.151	26.78**	14.48*	-0.70	-0.46	0.37
Normal mucho follaje -1	1.193**	28.78**	21.48**	2.90**	1.77**	-0.93**
Normal mucho follaje -2	0.318	4.88*	4.68	-1.20*	-0.43	0.47
Normal mucho follaje -3	-0.082	7.28*	4.48	-0.10	0.67	0.57
Enano poco follaje -1	-0.922*	-20.22**	-9.92	-0.10	0.07	0.17
Enano poco follaje -2	-0.902*	-14.22**	-9.02	-0.10	-0.83	-0.73*
Enano poco follaje -3	-0.018	-29.52**	-24.92**	-1.90*	-1.73**	0.27
Enano mucho follaje -1	-0.407	-25.92**	-12.52*	1.00	1.17*	0.27
Enano mucho follaje -2	0.326	-1.82	-0.02	1.10	1.17*	0.07
Enano mucho follaje -3	0.387	-9.02**	-0.48	1.30*	1.27*	-0.03
E.E. g_i	0.39	2.36	5.23	0.61	0.57	0.31
E.E. ($g_i - g_j$)	0.58	3.48	3.48	0.90	0.84	0.45

Cuadro 7continuación

Efectos de Aptitud Combinatoria General				
Area foliar total	Indice de área foliar	Area foliar de las hojas arriba de la mazorca	Area foliar de las hojas abajo de la mazorca	Area foliar de la hoja bandera
-1.14**	-0.02	0.32**	-1.12**	0.01**
-2.34**	-0.005	-1.04**	-0.81**	0.03**
-1.40**	-0.03	-0.26**	-0.75**	-0.01**
13.30**	0.02	4.19**	7.60**	-0.02**
-0.80**	-0.01	0.29**	-0.85**	0.02**
-0.14**	0.01	-0.73**	1.56**	0.01**
-4.20**	0.01	-1.65**	-3.52**	-0.02**
-4.52**	-0.02	-3.12**	-1.76**	-0.07**
-2.95**	0.002	0.91**	-3.97**	0.03**
-2.35**	0.000	-0.68**	-1.12**	0.01**
1.41**	0.04*	0.58**	0.37**	0.03**
5.12**	0.02	1.18**	4.40**	0.01**
0.017	0.02	0.004	0.010	1.87×10^{-4}
0.024	0.03	0.006	0.014	2.76×10^{-4}

* Significativo al 5% de probabilidad
 ** Significativo al 1% de probabilidad.

Cuadro 7continuación

Efectos de aptitud combinatoria general

Area foliar de la hoja de la mazorca	Número total de hojas por planta	Número de la hoja de la mazorca	Número de ramas de la espiga	Acame de tallo
---	-------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------	-------------------

-0.003**	-0.33	-0.35*	0.83	-0.03
----------	-------	--------	------	-------

0.05**	-0.53	-0.55**	-2.97*	0.07
--------	-------	---------	--------	------

-0.06**	0.17	0.05	-1.67	0.02
---------	------	------	-------	------

0.04**	1.78**	1.15**	1.53	0.001
--------	--------	--------	------	-------

-0.01**	-0.13	-0.35*	-0.97	0.04
---------	-------	--------	-------	------

-0.05**	0.27	0.25	1.63	-0.005
---------	------	------	------	--------

-0.003**	-0.43	-0.05	-0.67	-0.02
----------	-------	-------	-------	-------

-0.003**	0.48	0.25	-2.27*	-0.01
----------	------	------	--------	-------

-0.004**	-0.93**	-0.65**	-1.57	0.05
----------	---------	---------	-------	------

-0.04**	-0.53	-0.15	-0.57	-0.003
---------	-------	-------	-------	--------

0.03**	-0.23	-0.25	-0.87	-0.10*
--------	-------	-------	-------	--------

0.08**	0.47	0.65**	6.73**	-0.005
--------	------	--------	--------	--------

4.56×10^{-4}	0.29	0.14	1.14	0.04
-----------------------	------	------	------	------

6.74×10^{-4}	0.42	0.20	1.68	0.06
-----------------------	------	------	------	------

Cuadro 8. Efectos estimados de aptitud combinatoria general de cuatro tipos de progenitores (grupos) para diferentes características agronómicas de maíz bajo condiciones de riego.

Tipo de progenitor	Efectos de aptitud combinatoria general					
	Rendimiento	Altura de planta	Altura de mazorca	Días a flor masculina	Días a flor femenina	Intervalo de floración
Normal poco follaje	0.33	20.00**	8.00	-1.00	-1.25	-0.25
Normal mucho follaje	0.07	12.00	7.50	0.50	0.75	0.25
Enano poco follaje	-0.65	-18.50**	-12.00	-1.00	-1.25	-0.25
Enano mucho follaje	0.25	-13.50	-3.50	0.50	1.75	0.25
E.E. g_j	0.79	4.77	10.58	1.23	1.15	0.62
E.E. $(g_j - g_j)$	1.29	7.78	17.28	2.00	1.88	1.01

* Significativo al 5% de probabilidad

** Significativo al 1% de probabilidad.

Cuadro 8:continuación

Efectos de aptitud combinatoria general

Area foliar total	Indice de área foliar	Area foliar de las hojas arriba de la mazorca	Area foliar de las hojas abajo de la mazorca	Area foliar de la hoja bandera
-------------------	-----------------------	---	--	--------------------------------

-0.02	-0.020	-0.003	-0.006	-0.00003
-------	--------	--------	--------	----------

0.04	0.009	0.0119	0.030	0.00003
------	-------	--------	-------	---------

-0.03	-0.006	-0.0102	-0.030	-0.00023
-------	--------	---------	--------	----------

0.02	0.018	0.0012	0.006	0.00023
------	-------	--------	-------	---------

0.03	0.04	0.009	0.02	0.00038
------	------	-------	------	---------

0.05	0.06	0.014	0.03	0.00061
------	------	-------	------	---------

Cuadro 8continuación

Efectos de aptitud combinatoria general				
Area foliar de la hoja de la mazorca	Número total de hojas por planta	Número de la hoja de la mazorca	Número de ramas de la espiga	Acame de tallo
-0.0002	0.00	0.00	-1.50	0.04
0.0005	0.50	0.00	1.00	-1.01
-0.0002	0.00	0.00	-1.00	0.01
-0.0003	-0.50	0.00	1.50	-0.04
0.00092	0.58	0.28	2.30	0.03
0.00151	0.94	0.46	3.75	0.14

menor (0.07) que el máximo (0.33) que fue exhibido por el grupo NPF. Para altura de planta los valores de ACG fueron significativos para todos los progenitores, excepto el progenitor EMF-2, los valores menores dentro de los progenitores normales fueron (4.88) para NMF-2 y 7.28 para NMF-3, para los progenitores enanos EMF-3 (-9.02) presentó el mejor valor de ACG. Esto concuerda con el valor de ACG para grupos NMF (12.00) fue el menor y EMF (-13.50) fue el mayor dentro de cada grupo. Para altura de mazorca, NMF-2 (4.68), NMF-3 (4.48) y EMF-3 (-0.48) y en grupos también coinciden NMF (7.50) y EMF (-3.50), es decir son los valores bajos y altos para esta característica.

Para días a floración masculina el progenitor normal NPF-2 exhibió el valor más bajo de ACG (-2.10) y para progenitores enanos EPF-3 el valor fue (-1.90) ambos valores fueron significativos.

Esto concuerda con lo encontrado en grupos, donde NPF y EPF ambos con valor de -1.0.

El progenitor NPF-2 exhibió un valor bajo para floración femenina (-2.03) altamente significativo, en los enanos, EPF-3 fue el que presentó el valor más bajo (-1.73) altamente significativo. En grupos también NPF presentó el más bajo valor para normales y EPF para enanos, ambos tuvieron un valor de -1.25. El intervalo de floración más bajo para normales fue para el progenitor NMF-1, cuyo valor de ACG fue -0.93, en grupos NPF y EPF tuvieron el valor más bajo (-0.25).

Por lo que respecta a área foliar total el progenitor NMF-1 fue el que exhibió mayor valor de ACG (13.30) -

mientras que para los enanos fue EMF-3 (5.12), cabe hacer notar que solamente los dos progenitores que se acaban de mencionar fueron muy notables. Estos resultados concuerdan con los encontrados en grupos donde NMF (0.04) y EMF (0.02) que fueron los valores más altos. El valor de ACG para índice de área foliar fue más alto dentro de los progenitores normales, el NMF-1 (0.02), para enanos fue EMF-2 (0.04) este valor fue significativo, igualmente en grupos NMF y EMF tuvieron los valores más altos 0.009 y 0.018, respectivamente.

Para el área de las hojas situadas arriba de la mazorca para progenitores normales el NMF-1 mostró el valor de ACG más alto (4.19) y el progenitor NPF-2 el más bajo (-1.04) para enanos, dichos valores resultaron de la siguiente manera: EMF-3 tuvo el mayor valor (1.18) y EPF-2 el menor valor (-3.12). Los resultados encontrados en los grupos concuerdan, NMF (-0.0119) y EMF (0.0012) tuvieron los valores más altos.

Para la característica área de las hojas de abajo de la mazorca para progenitores normales nuevamente el progenitor NMF-1 tuvo el valor más alto (7.60) y NPF-1 (-1.12) el más bajo; para progenitores enanos EMF-3 mostró el mayor valor (4.40) y EPF-3 el menor (-3.97). Estos resultados estuvieron acorde con los encontrados en grupos donde NMF y EMF tuvieron valores altos (0.030) y (0.006), respectivamente.

Las estimaciones de aptitud combinatoria general para la característica área foliar de la hoja bandera para progenitores normales, NPF-2 (0.03) y NMF-1 (-0.02) presentaron el valor más alto y más bajo, respectivamente; para progenitores enanos ambos EMF-2 y EPF-3 tuvieron el máximo valor (0.02) y EPF-2 (-0.07) el mínimo. En grupos NMF (0.00003) y EMF (0.00023) tuvieron los valores más altos. El progenitor normal NPF-2 (0.05) fue el más sobresaliente por su mayor valor de ACG para el área foliar de la hoja de la mazorca, mientras que dentro de los progenitores enanos el EMF-3 (0.08). En grupos NMF tuvo un alto valor (0.0005) y EMF (-0.0003). Cabe hacer notar que para todas las características de área foliar (a excepción de índice de área foliar) todos los efectos de todos los progenitores fueron altamente significativos.

Los efectos de ACG para la característica número total de hojas, para las normales indicaron que NMF-1 (1.78) fue el mayor valor altamente significativo y que el progenitor enano EMF-3 (0.47) fue el mayor. En grupos NMF presentó todo el efecto positivo (0.50).

Los efectos estimados de ACG para la característica número de la hoja de la mazorca sobresalieron los progenitores NMF-1 (1.15), EMF-3 (0.65), NPF-2 (-0.55), EPF-3 (-0.65) con los valores más altos y bajos altamente significativos respectivamente, mientras que en grupos ninguno tuvo efecto (0.00) para dicha característica.

Para la característica número de ramas de la espiga los progenitores con altos efectos de ACG fueron NMF-3 (1.63) y EMF-3 (6.73) altamente significativo y los más bajos NPF-2 (-2.97) significativo y EPF-2 (-2.27) significativo. En grupos NMF (1.00) y EMF (1.50) presentaron valores altos.

Para la característica acame de tallo los valores de ACG nos indican que los más bajos fueron para los progenitores NPF-1 (-0.03) y EMF-2 (-0.10) significativo. En grupos el EMF mostró bajo valor (-0.04) pero dentro de los progenitores normales el grupo NMF (-0.01) fue el de menor valor.

Los resultados de los efectos estimados para la aptitud combinatoria específica de 66 cruzas bajo condiciones de riego se presentan en el Cuadro 9.

Los efectos de ACE de seis cruzas 36 (EMF-1 x NPF-2), 15 (EMF-3 x EPF-3), 10 (EPF-2 x EMF-3), 21 (NMF-3 x NMF-2), 63 (NMF-1 x EMF-3) y seis (EMF-3 x EMF-2) fueron los más altos 1.43, 1.31, 1.15, 1.08, 1.03 y 1.02, respectivamente para rendimiento.

10 cruzas mostraron efectos altamente significativos para altura de planta, 43 (EPF-3 x NMF-3), 53 (NPF-3 x EPF-3), 60 (NMF-2 x EPF-1), 49 (NPF-1 x EPF-3), 26 (NPF-3 x NMF-3), 12 (EMF-1 x EPF-1), 30 (NMF-3 x NPF-1), 27 (NMF-1 x NPF-1), 11 (EPF-3 x EMF-2) y 1 (EPF-1 x EPF-2) con valores en orden decreciente 32.67, 26.17, 23.77, 23.07, -14.63, -17.43, -18.73, -19.23, -25.23, -43.13, mientras que para

Cuadro 9. Efectos estimados para aptitud combinatoria específica de 66 cruza de maíz para diferentes características agronómicas bajo condiciones de riego.

Cruza	Rendimiento mazorca	Altura de planta	Altura de mazorca	Días a flor masculina	Días a flor femenina	Intervalo de floración
1	-3.01*	-43.13**	-25.45	5.29	5.28**	-0.01
2	0.90	-5.83	-17.55	-0.91	-0.82	-0.01
3	-0.90	-16.83*	-5.45	1.09	-0.92	-2.11*
4	0.39	-6.83	-6.85	-0.01	0.18	0.09
5	-1.08	-14.63*	-21.35	-1.21	1.08	2.19*
6	1.02	-8.73	-6.85	-0.31	-0.92	-0.61
7	0.38	2.47	-10.45	0.09	-0.72	-0.81
8	0.32	-1.33	7.95	-1.11	-0.82	0.29
9	0.18	-4.53	-8.35	1.91	-0.82	1.09
10	1.15	0.67	6.16	-2.11	-0.92	1.19
11	0.11	-25.23**	-13.45	-2.11	-1.92	0.10
12	0.88	-17.43**	53.06**	-0.81	-1.72	-1.01
13	0.72	-11.43	-9.85	1.19	1.18	-0.11
14	-2.22	-15.13*	-10.95	-2.01	-0.92	1.89*
15	1.31	-23.03**	-13.95	-0.31	-0.02	0.19
16	-0.01	-9.53	-8.15	1.29	1.18	-0.11
17	-0.84	-14.23*	-8.25	1.89	2.38	0.59
18	0.33	-16.43*	-7.25	0.89	0.98	-0.01
19	0.75	-0.23	-5.46	1.31	1.18	-0.11
20	0.78	-8.63	-5.35	2.29	1.08	-0.21
21	1.07	-13.73	-5.55	-1.61	0.28	-0.61
22	-2.29*	-15.43*	-12.25	-0.71	-0.78	1.29
23	-1.12	-7.93	-10.25	-1.71	-2.12	-0.21
24	-0.16	-10.13	-9.35	-1.11	-1.82	-1.01
25	0.70	-15.22*	-6.55	-2.01	-1.62	0.59
26	0.26	-14.63*	-4.35	-1.11	-0.72	0.49
27	-1.21	-19.23**	-9.25	-0.71	-1.62	-1.11
28	0.51	-9.33	-5.45	-1.60	-1.42	0.49
29	0.56	-17.53*	-5.45	-1.61	-1.02	0.89
30	-0.03	-18.73**	-7.25	-0.71	-0.52	0.39
31	-0.01	8.77	-0.85	-2.71	-2.92	-0.21
32	0.25	15.77*	13.26	-0.71	-1.02	-0.31
33	0.65	15.57*	-16.26	-0.71	0.38	1.09
34	0.03	11.87	0.16	-2.11	-2.22	-0.21
35	0.77	9.47	-3.25	1.19	0.98	-0.31
36	1.43	13.27	2.76	0.19	-0.62	-0.91
37	-0.02	8.37	5.26	2.09	1.98	-0.11
38	-0.03	14.17*	10.26	-0.91	0.38	1.29
39	0.40	15.47*	18.16	0.69	0.78	-0.01
40	0.59	17.87*	7.06	-0.71	-0.32	0.19
41	0.80	12.37	0.06	-1.71	-2.22	-0.31
42	0.70	14.37*	8.16	0.29	-0.32	-0.41
43	0.12	32.67**	25.06	2.09	1.58	-0.41

Cuadro 9continuación

Cruza	Rendimiento mazorca	Altura de planta	Altura de mazorca	Días a flor masculina	Días a flor femenina	Intervalo de floración
44	0.51	10.57	-3.35	-2.81	-2.42	0.09
45	-0.39	3.07	-5.35	1.19	0.68	-0.41
46	-0.46	9.47	10.16	0.09	-0.42	-0.71
47	-0.82	0.37	2.96	2.19	0.78	-1.11
48	-1.89	6.17	5.66	0.89	1.58	0.89
49	0.71	23.07**	20.16	0.09	0.88	-0.69
50	0.37	10.57	-0.85	1.29	0.48	-0.81
51	-0.16	13.87*	11.16	1.09	0.27	-0.91
52	-0.33	-8.13	-8.95	-0.11	0.88	0.89
53	0.13	26.17**	17.05	-0.31	-0.32	-0.21
54	-0.11	5.57	3.76	-0.11	-0.12	-0.01
55	0.27	-0.63	3.76	0.89	-0.72	-1.61
56	0.39	13.57	0.66	1.79	0.78	-1.21
57	-0.90	11.67	8.66	1.49	0.68	-0.91
58	0.19	8.87	4.16	-1.71	-1.42	0.09
59	0.27	-4.83	-1.95	2.09	3.48*	1.09
60	-0.12	23.77**	11.86	1.39	2.88	1.79
61	0.04	8.77	0.96	1.39	0.78	-0.31
62	-0.17	-4.93	-10.15	-0.81	-0.32	-0.31
63	1.03	11.67	14.66	1.89	1.48	-0.61
64	-1.39	15.47*	4.46	1.29	0.78	-0.31
65	-1.12	12.57	7.46	-1.09	-1.32	-1.01
66	-0.29	-5.03	-0.85	0.09	0.68	0.79
E.E. s_{ij}	1.17	7.04	15.63	1.81	1.70	0.92
E.E. ($s_{ij}-s_{ik}$)	1.73	10.44	23.18	2.69	2.52	1.36
E.E. ($s_{ij}-s_{kl}$)	1.63	9.85	21.85	2.53	2.40	1.28

* Significativo al 5% de probabilidad

** Significativo al 1% de probabilidad

Cuadro 9continuación

Area foliar total	Indice de área foliar	Area foliar de las hojas arriba de la mazorca	Area foliar de las hojas abajo de la mazorca
-9.98**	-0.05	-2.47**	-5.88**
0.64**	0.08	1.29**	0.75**
-5.71**	0.08	-2.97**	-1.96**
5.14**	-0.001	2.63**	4.74**
-1.02**	-0.02	-0.17**	-1.56**
4.12**	0.01	2.97**	1.47**
-5.07**	0.03	-0.11**	-3.26**
1.08**	-0.08	0.30**	1.58**
0.87**	0.01	1.62**	0.38**
-0.11*	-0.03	-0.81**	0.91**
-3.77**	0.12*	0.83**	-3.70**
0.10*	0.12*	-0.55**	1.39**
2.44**	0.06	0.85**	1.73**
-2.16**	-0.04	-0.13**	-2.15**
0.21**	-0.08	1.076**	-0.91**
2.64**	0.04	2.73**	-0.60**
-4.83**	0.04	-0.79**	-3.68**
0.68**	-0.03	1.03**	-0.93**
0.66**	-0.03	-0.23**	2.55**
-4.50**	0.04	-0.79**	-2.82**
-0.57**	0.01	-0.26**	-1.20**
-1.48**	-0.02	0.78**	-0.87**
1.42**	0.09	2.13**	8.29**
1.17**	-0.05	0.89**	1.75**
-2.21**	-0.004	-0.97**	-1.56**
-4.15**	0.04	-0.84**	-3.66**
-1.33**	-0.04	-2.18**	2.37**
0.76**	-0.02	0.86**	-0.36**
-2.18**	-0.02	1.58**	-4.20**
-0.15**	-0.04	0.43**	-1.58**
3.63**	0.20	1.89**	2.69**
3.47**	-0.02	0.92**	2.88**
-2.96**	-0.004	-0.16**	-2.61**
3.43**	0.07	-0.67**	4.37**
3.95**	0.02	1.53**	1.84**
1.80**	-0.01	-0.54**	1.61**
-3.63**	-0.01	-1.29**	-1.91**
3.23**	-0.03	-7.30**	0.74**
3.10**	-0.01	1.32**	2.13**
10.50**	-0.02	-0.95**	0.95**
-1.77**	-0.01	-0.19**	-1.38**
4.32**	-0.03	1.30**	2.73**
7.44**	-0.03	-1.37**	3.80**

Cuadro 9continuación

Area foliar total	Indice de área foliar	Area foliar de las hojas arriba de la mazorca	Area foliar de las hojas abajo de la mazorca
-10.95**	-0.04	-3.28**	-6.35**
-0.48**	-0.05	0.17**	-1.85**
0.78**	-0.01	1.35**	1.77**
-1.50**	-0.01	-0.63**	-0.33**
1.69**	0.08	0.88**	0.32**
0.16**	-0.02	-1.35**	1.56**
2.54**	-0.06	1.93**	1.40**
1.50**	0.042	0.14**	1.29**
-2.05**	-0.05	0.003*	-1.17**
4.03**	-0.01	1.50**	2.49**
-5.48**	-0.01	-2.74**	-3.24**
-7.20**	0.01	-2.39**	-4.12**
-1.08**	-0.03	-0.31**	-1.41**
1.06**	0.03	-1.16**	1.66**
-5.91**	-0.02	-1.85**	-7.15**
3.15**	0.09	-2.75**	2.37**
-0.37**	0.04	-1.57**	2.92**
10.14**	0.08	4.24**	4.96**
-5.51**	-0.08	-1.77**	-3.55**
7.89**	0.09	3.52**	5.77**
2.28**	0.003	0.19**	2.01**
-2.25**	-0.004	-1.48**	-1.24**
-3.28**	-0.10	-1.46**	-2.03**
0.05	0.06	0.013	0.03
0.07	0.08	0.02	0.04
0.07	0.08	0.02	0.04

Cuadro 9continuación

Area foliar de la hoja bandera	Area foliar de la hoja de la mazorca	Número total de hojas	No. de la hoja de la mazorca	No. de ramas de la espiga	Acame de tallo
0.04**	-0.02**	-1.06	-1.25	-3.40	-0.08
0.08**	0.34**	1.34	-0.35	-2.10	-0.04
-0.06**	-0.17**	-0.56	-0.36	-0.50	0.06
0.001	-0.09**	0.74	-0.36	6.30	0.003
-0.03**	-0.05**	0.04	-0.55	-1.50	-0.09
0.04**	-0.04**	0.74	-0.46	0.00	0.11
0.001	-0.06**	-0.36	-0.75	-1.60	0.02
-0.01**	-0.01**	-0.06	0.36	-0.40	-0.08
-0.03**	-0.02**	-0.26	-0.05	0.00	0.01
0.03**	0.28**	0.04	1.06	4.20	0.02
0.01**	-0.05**	-0.87	-1.15	0.30	-0.05
0.05**	-0.14**	-2.06	0.56	9.90**	0.02
-0.04**	-0.01**	0.04	-0.15	-0.50	-0.09
-0.02**	-0.10**	0.44	-0.25	-1.2	0.17
0.07**	-0.06**	-0.44	-0.05	3.5	-0.15
-0.01**	0.02**	-0.16	-0.15	-0.20	0.06
0.12**	0.22**	-0.86	-0.75	0.05	-0.09
0.03**	0.002	0.34	0.46	1.30	0.02
0.04**	0.11**	-0.66	0.16	0.90	0.02
0.01**	0.08**	-0.06	-0.45	-0.50	0.003
0.03**	0.01**	-0.16	0.06	1.00	-1.14
0.04**	0.18**	-0.26	-0.65	-0.90	0.09
0.01**	0.01**	-0.76	-0.75	-3.00	-0.16
0.003**	0.19**	1.04	-0.25	1.80	-0.02
0.01**	-0.05**	-1.06	0.26	-1.70	0.04
-0.01**	0.004**	-0.46	-0.35	0.70	-0.09
-0.01**	-0.071**	0.54	0.16	2.30	-0.07
-0.01**	0.03**	0.57	-0.35	0.20	-0.11
-0.05**	-0.10**	1.64	-0.15	8.60*	0.15
-0.04**	-0.06**	0.04	0.06	4.20	-0.07
-0.03**	-0.09**	0.74	0.36	2.50	-0.06
0.08**	0.09**	-0.16	0.06	2.10	-0.06
0.01**	-0.11**	-0.96	-0.75	-2.10	0.04
-0.04**	-0.09**	0.34	-0.35	-2.40	-0.11
0.01**	0.05**	0.84	0.46	-0.60	-0.07
0.03**	0.04**	1.04	0.66	0.20	-0.07
-0.05**	0.06**	-0.46	-0.45	-2.10	0.03
-0.02**	0.001	0.74	0.76	-0.30	-0.07
0.05**	0.02**	0.04	1.16**	-0.60	0.02
-0.01**	-0.07**	0.64	0.86*	-2.20	0.21
0.02**	0.01**	0.14	-0.25	-1.30	-0.08
0.01**	0.09**	0.24	0.46	0.30	0.12
-0.06**	0.03**	1.64	1.36**	-0.40	-0.05

Cuadro 9continuación

Area foliar de la hoja bandera	Area foliar de la hoja de la mazorca	Número total de hojas	No. de la hoja de la mazorca	No. de ramas de la espiga	Acame de tallo
0.04**	-0.04**	-1.26	-1.05*	-5.30	-0.10
0.01**	-0.05**	-0.76	-0.15	-3.40	0.11
-0.002**	-0.05**	0.44	0.06	0.20	-0.001
0.05**	0.10**	-0.66	0.56	-2.30	-0.04
0.07**	-0.18**	0.24	0.06	2.30	0.17
-0.05**	-0.06*	0.24	0.96*	3.60	-0.38**
-0.02**	-0.22**	-0.06	0.56	-1.70	0.11
0.11**	0.12**	-0.56	0.16	-0.80	-0.12
-0.06**	-0.12**	0.24	-0.05	-1.00	-0.001
-0.03**	-0.04**	-0.26	-0.45	0.90	-0.07
-0.02**	-0.09**	-0.16	-0.35	-4.90	0.04
0.01**	0.06**	-0.96	-0.15	-1.10	-0.06
-0.004**	-0.04**	0.34	0.06	-1.1	0.25*
0.05**	-0.09**	0.34	0.26	1.6	-0.11
-0.03**	-0.14**	-0.26	0.56	-1.60	-0.09
-0.02**	0.08**	0.14	0.46	4.70	-0.15
0.02**	0.10**	0.54	0.36	1.30	-0.03
0.03**	0.10**	2.64**	0.06	3.90	0.17
-0.04**	-0.09**	-1.96*	-1.05*	-0.80	0.01
-0.05**	-0.11**	-0.26	0.16	2.40	-0.10
-0.001	0.02**	0.67	0.46	-2.80	-0.14
-0.05**	0.14**	-0.36	-0.35	-6.10	0.06
-0.05**	-0.12**	-0.06	-0.05	1.00	0.01
0.0006	0.0014	0.85	0.41	3.40	0.13
0.0008	2.02	1.27	0.61	5.04	0.19
0.0008	1.91	1.19	0.58	4.75	0.18

altura de mazorca únicamente la cruz 12 (EMF-1 x EPF-1) con un valor de 53.06 fue altamente significativa.

Solamente hubo cuatro cruzas sobresalientes en ACE tanto para floración masculina como para femenina, éstas fueron la 44 (EMF-1 x NMF-1), la 31 (EPF-1 x NPF-1), la 34 (EPF-2 x NPF-3) y la 11 (EPF-3 x EMF-2) sus valores respectivos para ambas floraciones fueron (-2.81 y -2.42), (-2.71 y -2.92), (-2.11 y -2.22) y (-2.11 y -1.92), con respecto al intervalo de floración sólo la cruz tres (EPF-2 x EPF-3) tuvo un valor notable (-2.11) significativo.

Para área foliar siete cruzas tuvieron efectos de ACE sobresalientes y significativos a excepción de la 1, la 40 (EPF-1 x NMF-1), 61 (NMF-2 x EPF-2), 63 (NMF-1 x EMF-3), 43 (EPF-3 x NMF-3), 55 (NPF-2 x EMF-3), 1 (EPF-1 x EPF-2) y 44 (EMF-1 x NMF-1) cuyos valores fueron 10.50, 10.14, 7.89, 7.44, -7.20, -9.98 y -10.95, respectivamente.

Las cruzas 11 (EPF-3 x EMF-2) y 12 (EMF-1 x EPF-1) mostraron ambas los únicos valores de ACE significativos (0.12) para la característica Índice de Área Foliar.

Siete cruzas 61 (NMF-2 x EPF-2), 63 (NMF-1 x EMF-3), 6 (EMF-3 x EMF-2), 16 (NPF-2 x NPF-1), 4 (EMF-1 x EMF-2), 54 (NPF-1 x EMF-3), 59 (NMF-1 x EPF-3), 3 (EPF-2 x EPF-3), 44 (EMF-1 x NMF-1) y 38 (EMF-2 x NPF-2) tuvieron valores de ACE sobresalientes en orden decreciente y respectivo como sigue: 4.24, 3.52, 2.97, 2.73, 2.63, -2.74, -2.75, -2.97, -3.28, -7.30, para el área de las hojas arriba de la mazorca.

Para altura de mazorca los efectos de ACE estuvieron acorde con altura de planta donde NPF x NMF y EPF x EMF ambos tuvieron efectos negativos (-6.83). Solamente la crusa NPF x EMF superó al mejor padre (1.28 por ciento).

Para la característica días a flor masculina y femenina, las mismas cruasas tuvieron efectos negativos -1.17 y -0.67 respectivamente, para la primera todos los grupos tuvieron efectos negativos sobre el mejor padre a excepción de NMF x EMF que no tuvo efecto (0.00), siendo el más bajo el de NPF x NMF con -5.13 por ciento, para la segunda característica NPF x NMF (-3.75 por ciento) y EPF x EMF (3.70 por ciento) presentaron el mayor y el menor valor sobre el mejor padre.

Para intervalo de floración los tipos de cruasas NPF x EMF y NMF x EPF tuvieron efecto de ACE negativo (-0.5) en contraste con los tipos de cruasas NPF x NMF y EPF x EMF que tuvieron efecto positivo (0.50), los otros dos grupos no tuvieron efecto. Los grupos NPF x EPF y NPF x EMF no superaron al mejor padre (-33.33).

Los grupos de cruasas que tuvieron mayor efecto de ACE fueron NPF x EMF y NMF x EPF (0.008) en contraste con NPF x NMF y EPF x EMF (-0.01) que tuvieron el menor.

Ninguno de los grupos superó al mejor padre, el grupo con menor porcentaje (-22.37) fue EPF x EMF y de mayor (-1.55) fue NPF x EPF.

Para índice de área foliar tuvieron efectos negativos sobre el mejor padre, siendo el mayor -7.45 por ciento

Para el área de las hojas situadas abajo de la mazorca los resultados mostraron que hubo 10 cruzas sobresalientes, éstas fueron 23 (NPF-2 x NMF-3), 63 (NMF-1 x EMF-3), 61 (NMF-2 x EPF-2), 4 (EMF-1 x EMF-2), 34 (EPF-2 x NPF-3), 55 (NPF-2 x EMF-3), 29 (NMF-2 x NPF-2), 1 (EPF-1 x EPF-2), 44 (EMF-1 x NMF-1) y 58 (NMF-1 x EPF-2) y sus valores de ACE en orden decreciente 8.29, 5.77, 4.96, 4.74, 4.37, -4.12, -4.20, -5.88, -6.35 y -7.51, respectivamente.

Cinco cruzas 17 (NPF-3 x NPF-1), 55 (NPF-2 x EMF-3), 64 (NMF-2 x EMF-1), 46 (EMF-2 x NMF-1) y 56 (NPF-3 x EMF-1), tuvieron los valores más sobresalientes de ACE para la característica área foliar de la hoja bandera.

En cuanto a la ACE para el área foliar de la hoja de la mazorca, las cruzas más destacadas fueron: 2 (EPF-1 x EPF-3), 10 (EPF-2 x EMF-3), 17 (NPF-3 x NPF-1), 48 (EMF-3 x NMF-3) y 50 (NPF-2 x EPF-1) sus valores fueron los siguientes: 0.34, 0.28, 0.22, -0.18, -0.22.

Los efectos de ACE igual que para ACG para todas las características de área foliar, excepto para índice de área foliar, tuvieron valores altamente significativos. En número total de hojas por planta sólo tres cruzas 61 (NMF-2 x EPF-2), 62 (NMF-2 x EPF-3) y 12 (EMF-1 x EPF-1) tuvieron efectos para ACE significativos para este carácter, siendo éstos 2.64, -1.96 y -2.06, respectivamente.

Para número de hoja de la mazorca las cruzas 39 (EMF-2 x NPF-3), 40 (EPF-1 x NMF-1), 43 (EPF-3 x NMF-3), 44 (EMF-1 x NMF-1), 49 (NPF-1 x EPF-3) y 62 (NMF-2 x EPF-3) -

fueron las únicas que tuvieron efectos significativos para este carácter, sus valores fueron los siguientes: 1.16, 0.86, 1.36, -1.05, 0.96 y -1.05, respectivamente.

Las cruzas 4 (EMF-1 x EMF-2) y 44 (EMF-1 x NMF-1) tuvieron efectos de ACE sobresalientes 6.30 y -5.30 respectivos para número de ramas de la espiga y para las cruzas 12 (EMF-1 x EPF-1) y 29 (NMF-2 x NPF-2) dichos efectos fueron significativos siendo 9.90 y 8.60 respectivamente.

Finalmente los efectos de ACE para acame de tallo fueron significativos solamente para las cruzas 49 (NPF-1 x EPF-3) y 56 (NPF-3 x EMF-1) con valores de -0.38 y 0.25, respectivamente.

Los efectos de aptitud combinatoria específica para los diferentes grupos de cruzas bajo condiciones de riego se muestran en el Cuadro 10 y los resultados de heterosis y heterobelitosis para los mismos grupos bajo las mismas condiciones se indican en el Cuadro 11.

Dichos resultados estuvieron de la siguiente manera: para rendimiento los efectos de ACE más altos fueron los de las cruzas NPF x EMF y NMF x EPF ambos con un valor de 0.51, ningún grupo superó al mejor padre para esta característica, la craza NPF x EMF tuvo el menor valor -0.34.

Para altura de planta los efectos de ACE de los grupos de cruzas NPF x NMF y EPF x EMF fueron altamente significativos el valor de ambos fue -15.33. Los valores más altos (8.17) fueron para las mismas cruzas que para la característica anterior. Ninguna craza superó al mejor padre.

Cuadro 10. Efectos estimados para aptitud combinatoria específica de seis tipos de cruzas (grupos) para diferentes características agronómicas en maíz bajo condiciones de riego.

Tipo de cruz	Efectos de aptitud combinatoria general					
	Rendimiento	Altura de planta	Altura de mazorca	Días a flor masculina	Días a flor femenina	Intervalo de floración
NPF x NMF	-0.06	-15.33**	-6.83	-1.17	-0.67	0.50
NPF x EPF	-0.45	7.17	3.67	0.33	0.33	0.00
NPF x EMF	0.51	8.17	3.17	0.83	0.33	-0.50
NMF x EPF	0.51	8.17	3.17	0.83	0.33	-0.50
NMF x EMF	-0.44	7.17	3.67	0.33	0.33	0.00
EPF x EMF	-0.06	-15.33**	-6.83	-1.17	-0.67	0.50
E.E. sij	0.75	4.49	9.97	1.16	1.09	0.59
E.E. (sij - sik)	1.29	7.78	17.28	2.00	1.88	1.01
E.E. (sij - skl)	1.83	11.00	24.43	2.83	2.66	1.44

* Significativo al 5% de probabilidad

** Significativo al 1% de probabilidad.

Efectos de aptitud combinatoria general				
Area foliar total	Indice de área foliar	Area foliar de las hojas arriba de la mazorca	Area foliar de las hojas abajo de la mazorca	Area foliar de la hoja bandera
-0.010	0.0075	0.0019**	-0.0038	0.00008
0.002	-0.0078	0.0004	0.0041	-0.00002
0.008	0.0004	-0.0023**	-0.0003	-0.00007
0.008	-0.0004	-0.0023**	-0.0003	-0.00007
0.002	-0.0078	0.0004	0.0041	-0.00002
-0.010	0.0075	0.0019**	-0.0038	0.00008
0.03	0.04	0.008	0.02	0.0004
0.05	0.06	0.014	0.03	0.0006
0.08	0.09	0.020	0.04	

* Significativo al 5% de probabilidad

** Significativo al 1% de probabilidad.

Cuadro 10'continuación

Efectos de aptitud combinatoria general				
Area foliar de la hoja de la mazorca	Número total de hojas	Número de la hoja de la mazorca	Número de ramas de la espiga	Acame de tallo
0.002	-0.5	0.00	1.17	-0.01
-0.0003	0.0	0.00	-0.83	0.02
0.0001	0.5	0.00	-0.33	-0.003
0.0001	0.5	0.00	-0.33	-0.003
-0.0003	0.0	0.00	-0.83	0.02
0.0002	-0.5	0.00	1.17	-0.01
0.0009	0.54	0.26	2.17	0.08
0.0015	0.94	0.46	3.75	0.14
0.0021	1.33	0.65	5.31	0.20

Cuadro 11. Heterosis (H) y heterobelitosis (HB) de seis tipos de cruzas (grupos) para diferentes características agronómicas en maíz bajo condiciones de riego.

Cruza	Rendimiento		Altura de planta		Altura de mazorca		Días a flor masculina		Días a flor femenina		Intervalo de floración	
	H	HB	H	HB	H	HB	H	HB	H	HB	H	HB
NPF x NMF	94.93	-13.97	97.67	-4.00	96.39	-9.09	96.73	-5.13	97.47	-3.75	120.00	0.00
NPF x EPF	106.81	-9.59	123.55	-8.57	139.22	-8.97	97.37	-3.90	95.48	-2.56	26.67	-33.33
NPF x EMF	100.72	-0.34	114.88	-5.14	123.44	1.28	100.65	-1.28	99.37	-2.47	66.67	-33.33
NMF x EPF	104.03	-18.35	120.95	-9.47	125.00	-20.45	98.06	-2.56	98.73	-2.50	100.00	0.00
NMF x EMF	88.19	-18.87	110.95	-7.10	114.49	-10.23	100.00	0.00	100.62	1.25	120.00	0.00
EPF x EMF	110.08	-7.62	105.05	-8.77	132.43	-2.00	96.77	-3.85	98.11	3.70	120.00	0.00

Cuadro 11continuación

Area foliar total		Indice de área foliar		Area foliar de las hojas arriba de la mazorca		Area foliar de las hojas abajo de la mazorca		Area foliar de la hoja bandera		Area foliar de la hoja de la mazorca	
H	HB	H	HB	H	HB	H	HB	H	HB	H	HB
99.87	-12.16	98.67	-13.95	100.11	-5.61	104.91	-11.49	85.11	-23.08	91.34	-4.92
114.99	-1.55	116.36	0.00	105.90	-11.04	121.22	5.18	79.07	-31.92	80.31	-22.73
99.46	-16.42	94.59	-16.67	88.28	-4.55	99.07	-14.98	85.71	-19.23	106.15	-10.61
117.58	-9.41	118.18	-9.30	108.41	-13.44	109.74	-17.32	84.21	-23.81	93.44	-6.56
96.17	-4.48	96.47	-7.45	94.70	-6.67	96.96	-4.88	95.45	0.00	91.20	-10.94
100.28	-22.37	101.54	-21.43	101.09	-19.88	99.78	-23.84	100.00	-83.74	98.36	-6.25

Cuadro 11continuación

Número total de hojas		No. de la hoja de la mazorca		No. de ramas de la espiga		Acame de tallo		Mazorcas podridas		Mala cobertura		<i>Fusarium spp</i>	
H	HB	H	HB	H	HB	H	HB	H	HB	H	HB	H	HB
100.00	-7.69	100.00	-11.11	109.09	-7.69	109.09	-7.69	108.00	-10.00	88.37	-24.00	102.56	-9.09
109.09	9.09	114.29	14.29	106.67	-11.11	139.13	23.08	96.67	-27.50	115.00	4.55	75.68	-30.00
104.35	9.09	106.67	0.00	84.62	-35.29	125.00	-23.08	123.40	7.41	91.30	-25.00	120.00	5.88
108.33	0.00	100.00	-11.11	115.79	-15.38	105.26	0.00	88.57	-22.50	119.15	12.00	71.43	-31.82
96.00	-7.69	105.88	0.00	86.67	-23.53	133.33	-20.00	87.72	-37.50	86.79	-17.86	200.00	59.09
95.65	-8.33	106.67	0.00	113.04	-23.53	92.31	-40.00	92.54	-22.50	116.00	3.57	84.85	-30.00

Para altura de mazorca los efectos de ACE estuvieron acorde con altura de planta donde NPF x NMF y EPF x EMF ambos tuvieron efectos negativos (-6.83). Solamente la cruz NPF x EMF superó al mejor padre (1.28 por ciento).

Para la característica días a flor masculina y femenina, las mismas cruzas tuvieron efectos negativos -1.17 y -0.67 respectivamente, para la primera todos los grupos tuvieron efectos negativos sobre el mejor padre a excepción de NMF x EMF que no tuvo efecto (0.00), siendo el más bajo el de NPF x NMF con -5.13 por ciento, para la segunda característica NPF x NMF (-3.75 por ciento) y EPF x EMF (3.70 por ciento) presentaron el mayor y el menor valor sobre el mejor padre.

Para intervalo de floración los tipos de cruzas NPF x EMF y NMF x EPF tuvieron efecto de ACE negativo (-0.5) en contraste con los tipos de cruzas NPF x NMF y EPF x EMF que tuvieron efecto positivo (0.50), los otros dos grupos no tuvieron efecto. Los grupos NPF x EMF y NPF x EMF no superaron al mejor padre (-33.33).

Los grupos de cruzas que tuvieron mayor efecto de ACE fueron NPF x EMF y NMF x EPF (0.008) en contraste con NPF x NMF y EPF x EMF (-0.01) que tuvieron el menor.

Ninguno de los grupos superó al mejor padre, el grupo con menor porcentaje (-22.37) fue EPF x EMF y de mayor (-1.55) fue NPF x EPF.

Para índice de área foliar tuvieron efectos negativos sobre el mejor padre, siendo el mayor -7.45 por ciento

grupo NMF x EMF y el menor -21.43 por ciento el grupo EPF x EMF, el grupo NPF x EPF igualó al mejor padre.

El área foliar de las hojas situadas arriba de la mazorca fue la única característica que tuvo efectos altamente significativos en grupos, estos fueron NPF x NMF y EPF x EMF (0.0019) y NPF x EMF y NMF x EPF (0.0023). Sin embargo ninguno superó al mejor padre, EPF x EMF tuvo el valor más bajo -19.88 por ciento y el más alto fue NPF x NMF con 5.61 por ciento.

Para el área foliar de las hojas situadas abajo de la mazorca hubo diferencias contrastantes en los grupos para los efectos de ACE de la siguiente manera NPF x NMF y EPF x EMF (-0.0038) mientras los grupos NPF x EPF y NMF y EMF (-0.0003). Tampoco aquí ninguno superó al mejor padre excepto NPF x EPF con 5.18 por ciento.

Los efectos de la ACE para la característica área foliar de la hoja bandera fueron negativos para casi todos los grupos, únicamente los grupos NPF x NMF y EPF x EMF mostraron efectos positivos (0.00008). Ningún grupo superó al mejor padre, el grupo NMF x EMF fue igual al mejor padre.

Los efectos de ACE para la característica área foliar de la hoja de la mazorca fueron negativos únicamente para los grupos NPF x EPF y NMF y EMF (-0.0003). Ningún grupo superó al mejor padre, el grupo NPF x EPF mostró el menor valor (-22.73 por ciento) y el grupo NPF x NMF el mayor (-4.92 por ciento).

Los efectos de ACE para el número total de hojas por planta fueron contrastantes en los grupos NPF x NMF y EPF x EMF (-0.5) y NMF x EMF y NMF x EPF (0.5). Se observaron dos grupos que superaron al mejor padre NPF x EPF y NPF x EMF (9.09) el grupo NMF x EPF igualó al mejor padre.

Ningún grupo tuvo efecto de ACE para número de la hoja de la mazorca, tres grupos NPF x EMF, NMF x EMF y EPF x EMF igualaron al mejor padre.

Para número de ramas de la espiga los efectos de ACE fueron negativos en todos los grupos a excepción de NPF x NMF y EPF x EMF (1.17) que tuvieron el mayor efecto. Todos los grupos tuvieron efecto negativo sobre el mejor padre.

Los grupos NPF x EPF y NMF x EMF tuvieron el mayor efecto de ACE (0.02) y los grupos NPF x NMF y EPF x EMF el menor (-0.003), este último fue el que tuvo el menor efecto (-40 por ciento) sobre el mejor padre.

Las medias y ACE de las cinco mejores cruzas considerando altura (sin importar el tipo de follaje) se presentan en el Cuadro 12.

Las medias de rendimiento para cada grupo fueron las siguientes: para normal x normal (N x N) 9.166 ton/ha, para normal x enano (N x E) 9.131 ton/ha y para enano x enano (E x E) 8.538 ton/ha; como se puede observar el primer grupo fue el mejor, pero no hay gran diferencia con el segundo, los enanos rindieron alrededor de un siete por ciento menos que los normales, la craza más sobresaliente fue NMF-1 x EMF-3 con un promedio de 10.208 ton/ha.

Cuadro 12. Medias (\bar{X}) y aptitud combinatoria específica (ACE) de las mejores cruza considerando altura en maíz bajo condiciones de riego.

Tipo de Cruza	Rendimiento ton/ha		Altura de planta (cm)		Altura de mazorca (cm)		Días a flor masculina		Días a flor femenina		Intervalo de floración	
	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE
Normal x Normal												
NMF-1 x NMF-2	9.864	0.75	182	-0.23	101	-5.46	79	1.31	81	1.18	2	-0.11
NMF-1 x NMF-3	9.497	0.78	176	-8.63	90	-5.35	81	2.29	82	1.08	2	-0.21
NMF-3 x NMF-2	8.904	1.07	147	-13.73	73	-5.55	73	-1.61	79	0.28	6	-0.61
NMF-3 x NPF-1	8.870	-0.03	152	-18.73**	70	-7.25	75	-0.71	78	-0.52	3	0.39
NMF-3 x NPF-2	8.684	-1.12	166	-7.93	71	-10.25	72	-1.71	75	-2.12	3	-0.21
Media	9.166		165		81		76		79		3	
Normal x Enano												
NMF-1 x EMF-3	10.208	1.03	180	11.67	106	14.66	82	1.89	83	1.48	1	-0.61
NMF-1 x EPF-3	9.048	0.27	143	-4.83	64	-1.95	79	2.09	82	3.48*	3	1.09
NMF-1 x EMF-1	8.989	0.51	162	10.57	75	-3.35	77	-2.81	79	-2.42	2	0.09
NPF-2 x EMF-2	8.844	-0.03	179	14.17*	87	10.26	74	-0.91	78	0.38	4	1.29
NMF-1 x EMF-2	8.659	-0.46	185	9.47	101	10.16	80	0.09	81	-0.42	1	-0.71
Media	9.131		170		87		78		81		3	
Normal x Enano												
EMF-3 x EMF-2	9.333	1.02	129	-8.73	63	-6.85	78	-0.31	80	-0.92	2	-0.61
EMF-3 x EPF-3	9.287	1.31	87	-23.03**	31	-13.95	75	-0.31	78	-0.02	3	0.19
EMF-3 x EPF-2	8.236	1.15	126	0.67	67	6.16	75	-2.11	78	-0.92	3	1.19
EMF-2 x EPF-3	7.921	0.11	92	-25.23**	31	-13.45	73	-2.11	76	-1.92	3	0.10
EMF-1 x EMF-2	7.913	0.39	114	-6.83	50	-6.85	78	-0.01	81	0.18	3	0.09
Media	8.538		110		48		76		79		3	

Cuadro 12continuación

Area foliar total (dm ²)		Indice de área foliar		Area foliar de las hojas arriba de la mazorca (dm ²)		Area foliar de las hojas abajo de la mazorca (dm ²)		Area foliar de la hoja bandera (dm ²)	
\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE
48.99	0.65**	0.21	-0.03	17.32	-0.23**	31.71	2.55**	0.23	0.04**
44.49	-4.50**	0.30	0.04	15.74	-0.79**	28.75	-2.82**	0.17	0.01**
34.32	-0.57**	0.24	0.01	12.37	-0.26**	21.95	-1.20**	0.23	0.03**
34.90	-0.15**	0.18	-0.04	13.08	0.43**	21.32	-1.58**	0.16	-0.04**
34.73	1.42**	0.33	0.09	13.44	2.13**	31.48	8.29**	0.22	0.01**
34.49		0.25		14.39		27.04		0.20	
62.14	7.89**	0.36	0.09	21.96	3.52**	40.18	5.77**	0.13	-0.05**
49.33	3.15**	0.34	0.09	20.92	-2.75**	28.41	2.37**	0.18	-0.02**
35.83	-10.95**	0.21	-0.04	13.30	-3.28**	22.53	-6.35**	0.22	0.04**
38.13	3.23**	0.24	-0.03	15.39	-7.30**	22.74	0.74**	0.23	-0.02**
51.32	0.78**	0.28	-0.01	19.19	1.35**	32.14	1.77**	0.20	-0.002**
47.35		0.29		18.15		29.20		0.19	
46.47	4.12**	0.30	0.01	17.80	2.97**	28.69	1.47**	0.27	0.04**
38.21	0.21**	0.17	-0.08	16.24	1.076**	21.97	-0.91**	0.30	0.07**
36.31	-0.17*	0.20	-0.03	10.32	-0.81**	25.99	0.91**	0.17	0.03**
30.52	-3.37**	0.39	0.12*	15.40	0.83**	15.14	-3.70**	0.26	0.01**
42.02	5.14**	0.27	-0.001	15.60	2.63**	26.43	4.74**	0.23	0.001
38.71		0.27		15.07		23.56		0.25	

Cuadro 12.6.....continuación

Area foliar de la hoja de la mazorca (dm ²)		Número total de hojas		No. de la hoja de la mazorca		No. de ramas de la espiga		Acame de tallo (log ₁₀)		Mazorcas podridas*		Mala Cobertura*		Fusarium spp*	
\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE
0.71	0.11**	13	-0.66	9	0.16	11	0.90	0.16	0.02	28	-	27	-	182	-
0.49	0.08**	14	-0.06	9	-0.45	14	-0.50	0.10	0.003	28	-	30	-	176	-
0.61	0.01**	12	-0.16	8	0.06	13	1.00	0.00	-0.14	32	-	18	-	147	-
0.47	-0.06**	12	0.04	8	0.06	18	4.20	0.00	-0.07	27	-	30	-	152	-
0.59	0.01**	11	-0.76	7	-0.75	7	-3.00	0.00	-0.16	33	-	7	-	166	-
0.57		12		8		13		0.05		30		22		165	
0.58	-0.11**	14	-0.26	10	0.16	22	2.40	0.20	-0.10	30	-	26	-	14	-
0.70	0.08**	13	0.14	9	0.46	16	4.70	0.00	-0.15	30	-	24	-	22	-
0.53	-0.04**	12	-1.26	8	-1.05**	9	-5.30	0.10	-0.10	25	-	22	-	11	-
0.65	0.001	12	0.74	8	0.76	8	-0.30	0.00	-0.07	30	-	20	-	12	-
0.58	-0.05**	14	0.44	9	0.06	8	0.20	0.20	-0.001	30	-	36	-	17	-
0.61		13		9		13		0.10		29		26		15	
0.71	-0.04**	13	0.74	8	-0.46	18	0.00	0.10	0.11	24	-	32	-	129	-
0.60	-0.06**	12	-0.44	8	-0.05	20	3.5	0.00	-0.15	36	-	24	-	87	-
0.91	0.28**	13	0.04	10	1.06	20	4.20	0.10	0.02	33	-	35	-	126	-
0.55	-0.05**	10	-0.87	6	-1.15	10	0.30	0.00	-0.05	26	-	27	-	92	-
0.64	-0.09**	12	0.74	8	-0.36	17	6.30	0.00	0.003	27	-	28	-	114	-
0.68		12		8		17		0.04		29		29		110	

* Arc sen $\sqrt{x/100}$

En cuanto a altura de planta, las medias del grupo N x N fue 165 cm; para N x E 170 y para E x E 110.

Para altura de mazorca sucedió igual que para altura de planta donde N x E fue el de mayor altura 87 cm con respecto a N x N 81 cm y E x E 48 cm.

Para días a floración masculina y femenina el grupo N x E fue el más tardío 78 y 81 días, mientras los otros dos grupos fueron iguales 76 y 79 días. El intervalo de floración fue esencialmente el mismo tres días.

Para el área foliar total, índice de área foliar, área foliar de las hojas de arriba y abajo de la mazorca, las medias fueron las siguientes: 39.49 dm², 0.25, 14.39 y 27.04 dm², 47.35 dm², 0.29, 18.15 y 29.20 dm², 38.71 dm², 0.27, 15.07 y 23.56 dm² para los grupos N x N, N x E y E x E respectivamente, el grupo N x E mostró los más altos valores para esas características.

Las medias para área foliar de la hoja bandera y mazorca fueron altas para el grupo E x E 0.25 y 0.68 dm², respectivamente, mientras que para los otros dos grupos casi fueron igual entre sí.

El número total de hojas por planta y número de la hoja de la mazorca fueron igual en N x N y E x E con valor 12 y ocho, respectivamente mientras que N x E fueron 13 y 9.

El número de ramas de la espiga fue 17 para E x E y 13 para los otros dos grupos.

El grupo N x E fue el que mostró más acame 0.10 mientras que los otros grupos N x N y E x E mostraron casi lo mismo 0.05 y 0.04 respectivamente.

Para mazorcas podridas los tres grupos fueron casi iguales, con un valor promedio de 29.3, pero para mala cobertura N x N tuvo un valor de 22, N x E 26 y E x E 29.

Para *Fusarium* N x N tuvo el mayor valor 165, E x E 110 y N x E 15.

Las medias y ACE de las cinco mejores cruzas de cada grupo, considerando el tipo de follaje (sin importar la altura) se muestran en el Cuadro 13; los resultados fueron los siguientes:

En los grupos de mucho follaje x mucho follaje (MF x MF), mucho follaje x poco follaje (MF x PF) estuvieron involucradas la mayoría de las cruzas sobresalientes cuando se consideró únicamente altura. El grupo poco follaje x poco follaje (PF x PF), mostró valores de medias para rendimiento como sigue: 9.561, 8.949 y 7.686 ton/ha respectivamente. El grupo NF x MF fue el de mayor valor, y PF x PF el más bajo.

Para altura de planta, las medias fueron 163, 145 y 153 cm para MF x MF, MF x PF y PF x PF, respectivamente, la altura de mazorca fue variable 87, 65 y 62 para MF y MF, MF x PF y PF x PF respectivamente.

Para días a floración masculina y femenina el grupo más precoz fue PF x PF 74 y 76 días, MF x PF fue intermedio 75 y 78, el más tardío fue MF x MF 79 y 81. El intervalo de floración fue de 2 días para el tercer grupo y de tres días para los otros dos.

Cuadro 13. Medias (\bar{X}) y aptitud combinatoria específica (ACE) de las mejores cruza en cuanto a rendimiento considerando el follaje en maíz bajo condiciones de riego.

Tipo de Cruza	Rendimiento ton/ha		Altura de planta (cm)		Altura de mazorca (cm)		Días a flor masculina		Días a flor femenina	
	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE
Mucho Follaje x Mucho Follaje										
NMF-1 x EMF-3	10.208	1.03	180	11.67	106	14.66	82	1.89	83	1.48
NMF-1 x NMF-2	9.864	0.75	182	-0.23	101	-5.46	79	1.31	81	1.18
NMF-1 x NMF-3	9.497	0.78	176	-8.63	90	-5.35	81	2.29	82	1.08
EMF-3 x EMF-2	9.333	1.02	129	-8.73	63	-6.85	78	-0.31	80	-0.92
NMF-3 x NMF-2	8.904	1.07	147	-13.73	73	-5.55	73	-1.61	79	0.28
Media	9.561		163		87		79		81	
Mucho Follaje x Poco Follaje										
EMF-3 x EPF-3	9.287	1.31	87	-23.03**	31	-13.95	75	-0.31	78	-0.02
NMF-1 x EPF-3	9.048	0.27	143	-4.83	64	-1.95	79	2.09	82	3.48*
NMF-3 x NPF-1	8.870	-0.03	152	-18.73**	70	-7.25	75	-0.71	78	-0.52
EMF-2 x NPF-2	8.844	-0.03	179	14.17*	87	10.26	74	-0.91	78	0.38
NMF-3 x NPF-2	8.694	-1.12	166	-7.93	71	-10.25	72	-1.71	75	-2.12
Media	8.949		145		65		75		78	
Poco Follaje x Poco Follaje										
NPF-3 x NPF-2	7.917	0.33	177	-16.43	84	-7.25	74	0.89	77	0.98
NPF-2 x NPF-1	7.853	-0.01	172	-9.53	72	-8.15	75	1.29	77	1.18
NPF-3 x EPF-3	7.564	0.13	172	26.17**	76	17.05	73	-0.31	76	-0.32
EPF-1 x EPF-3	7.560	0.90	93	-5.83	17	-17.55	73	-0.91	76	-0.82
EPF-1 x NPF-1	7.537	-0.01	152	-8.77	62	-0.85	73	-2.71	75	-2.92
Media	7.686		153		62		74		76	

Cuadro 13continuación

Intervalo de floración		Area foliar total (dm ²)		Indice de área foliar		Area foliar de las hojas arriba de la mazorca (dm ²)		Area foliar de las hojas abajo de la mazorca (dm ²)	
\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE
1	-0.61	62.14	7.89**	0.36	0.09	21.96	3.52**	40.18	5.77**
2	-0.11	48.99	0.66**	0.21	-0.03	17.32	-0.23**	31.71	2.55**
2	-0.21	44.49	-4.50**	0.30	0.04	15.74	-0.79**	28.75	-2.82**
2	-0.61	46.47	4.12**	0.30	0.01	17.80	2.97**	28.69	1.47**
6	-0.61	34.32	-0.57**	0.24	0.01	12.37	-0.26**	21.95	-1.20**
3		47.28		0.28		17.04		30.26	
3	0.19	38.21	0.21**	0.17	-0.08	16.24	1.076**	21.97	-0.91**
3	1.09	49.33	3.15**	0.34	0.09	20.92	-2.75**	28.41	2.37**
3	0.39	34.90	-0.15**	0.18	-0.04	13.08	0.43**	21.32	-1.58**
4	1.29	38.13	3.23**	0.24	-0.03	15.39	-7.30**	22.74	0.74**
3	-0.21	34.73	1.42**	0.33	0.09	13.44	2.13**	31.48	8.29**
3		39.06		0.25		15.81		25.18	
3	-0.01	32.77	0.68**	0.16	-0.03	12.81	1.03**	19.96	-0.93**
2	-0.11	35.00	2.64**	0.24	0.04	15.08	2.73**	19.92	-0.60**
3	-0.21	35.51	4.03**	0.19	-0.01	15.23	1.50**	20.22	2.49**
3	-0.01	29.33	0.64**	0.32	0.08	13.62	1.29**	15.71	0.75**
2	-0.21	34.13	3.63**	0.24	0.20	13.63	1.89**	20.50	2.69**
2		33.35		0.23		14.07		19.26	

Cuadro 13continuación

Area foliar de la hoja bandera (dm ²)		Area foliar de la hoja de la mazorca (dm ²)		Número total de hojas		No. de la hoja de la mazorca		No. de ramas de la espiga	
\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE
0.13	-0.05**	0.58	-0.11**	14	-0.26	10	0.16	22	2.40
0.23	0.04**	0.71	0.11**	13	-0.66	9	0.16	11	0.90
0.17	0.01**	0.49	0.08**	14	-0.06	9	-0.45	14	-0.50
0.27	0.04**	0.71	-0.04**	13	0.74	8	-0.46	18	0.00
0.23	0.03**	0.61	0.01**	12	-0.16	8	0.06	13	1.00
0.21		0.61		13		9		16	
0.30	0.07**	0.60	-0.06**	12	-0.44	8	-0.05	20	3.5
0.18	-0.02**	0.70	0.08**	13	0.14	9	0.46	16	4.7
0.16	-0.04**	0.47	-0.06**	12	0.04	8	0.06	18	4.20
0.23	-0.02**	0.65	0.001	12	0.74	8	0.76	8	-0.30
0.22	0.01**	0.59	0.01**	11	-0.76	7	-0.75	7	-3.00
0.22		0.60		12		8		14	
0.24	0.03**	0.58	0.002	12	0.34	8	0.46	8	1.30
0.23	-0.01**	0.65	0.02**	11	-0.16	7	-0.15	9	-0.20
0.19	-0.03**	0.49	-0.04**	11	-0.26	7	-0.45	9	0.90
0.28	0.08**	0.92	0.34**	12	1.34	7	-0.35	7	-2.10
0.16	-0.03**	0.48	-0.09**	12	0.74	8	0.36	14	2.50
0.22		0.62		12		7		9	

Cuadro 13:1.....continuación

Acame de tallo (log ₁₀)		Mazorcas podridas *		Mala cobertura *		Fusarium spp*	
\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE
0.20	-0.10	30	-	26	-	14	-
0.16	0.02	28	-	27	-	182	-
0.10	0.003	28	-	30	-	176	-
0.10	0.11	24	-	32	-	129	-
0.00	-0.14	32	-	18	-	147	-
0.12		28		27		130	
0.00	-0.15	36	-	24	-	87	-
0.00	-0.15	30	-	24	-	22	-
0.00	-0.07	27	-	30	-	152	-
0.00	-0.07	30	-	20	-	12	-
0.00	-0.16	33	-	7	-	166	-
0.00		31		21		88	
0.20	0.02	13	-	14	-	177	-
0.20	0.06	22	-	15	-	172	-
0.10	-0.07	29	-	19	-	24	-
0.10	-0.04	20	-	18	-	93	-
0.00	-0.06	27	-	30	-	165	-
0.12		22		19		126	

* Arc sen $\sqrt{x/100}$

D.A.A.A.N.

000000

Para área foliar total, índice de área foliar, área foliar de las hojas arriba y abajo de la mazorca, lógicamente los mayores valores fueron para MF x MF 47.28 dm², 0.28, 17.04 y 30.26 dm² los grupos MF x PF y PF x PF mostraron los valores siguientes: 39.06 dm², 0.25, 15.81 y 25.18 dm², 33.35 dm², 0.23, 14.07 y 19.26 respectivamente.

Para el área foliar de la hoja bandera y mazorca los valores para los tres grupos fueron muy similares (0.22 y 0.62 dm² respectivamente).

El número total de hojas por planta fue 13 para MF x MF y 12 para los otros dos grupos.

El número de la hoja de la mazorca y número de ramas de la espiga fueron 9 y 16, 8 y 14 y 7 y 9 para MF x MF, MF x PF y PF x PF, respectivamente.

Para la característica acame de tallo, esta fue igual 0.12 para MF x MF y PF x PF y 0.00 para MF x PF.

Los valores de las medias para mazorcas podridas y mala cobertura resultaron de la siguiente manera: MF x MF 28 y 27, MF x PF 31 y 21, PF x PF 22 y 19.

Finalmente para *Fusarium spp*, el grupo MF x PF tuvo el menor valor 88, y los otros dos grupos MF x MF 130 y PF x PF 126 (muy semejantes).

El análisis de correlación múltiple entre varias características bajo condiciones de riego se muestra en el Cuadro 14.

Los coeficientes de correlación más sobresalientes y altamente significativos fueron las siguientes: Se observó

Cuadro 14. Correlaciones fenotípicas entre diferentes características agronómicas de maíz bajo condiciones de riego.

Característica	Area foliar de la hoja de la mazorca	Area foliar de la hoja bandera	Area foliar de las hojas abajo de la mazorca	Area foliar de las hojas arriba de la mazorca
Rendimiento	0.99**	-0.79**	-0.99**	-0.98**
Area foliar de la hoja de la mazorca	-	-0.87**	-1.00**	-1.00**
Area foliar de la hoja bandera	-	-	0.87**	0.90**
Area foliar de las hojas abajo de la mazorca	-	-	-	1.00**
Area foliar de las hojas arriba de la mazorca	-	-	-	-
Indice de área foliar	-	-	-	-
Area foliar total	-	-	-	-
Número total de hojas	-	-	-	-
Número de ramas de la espiga	-	-	-	-
Altura de mazorca	-	-	-	-
Altura de planta	-	-	-	-
<i>Fusarium spp</i>	-	-	-	-
Malá cobertura	-	-	-	-
Mazorcas podridas	-	-	-	-
Intervalo de floración	-	-	-	-
Días a flor femenina	-	-	-	-
Días a flor masculina	-	-	-	-

* Significativo al 5% de probabilidad

** Significativo al 1% de probabilidad

Cuadro 14continuación

Mazorcas podridas	Intervalo de floración	Días a flor femenina	Días a flor masculina
-0.16**	-0.13	-0.79**	-0.66**
-0.03	0.00	-0.87**	-0.76**
-0.47**	-0.50**	1.00**	0.98**
0.03	0.00	0.87**	0.76**
-0.03	-0.06	0.90**	0.80**
0.47**	0.50**	-1.00**	-0.98**
0.23	-0.01	0.87**	0.76**
-0.53**	-0.50**	-0.50**	-0.32**
-0.53**	-0.50**	-0.50**	-0.33**
-0.03	0.00	-0.87**	-0.78**
-0.07	-0.03	-0.85**	-0.73**
-0.33**	-0.30*	-0.68**	-0.53**
-0.97**	-0.96**	0.24	0.42**
-	1.00**	-0.47**	-0.63**
-	-	-0.50**	-0.65**
-	-	-	0.98**
-	-	-	-

* Significancia al 5% de probabilidad

** Significancia al 1% de probabilidad

Cuadro 14:.....continuación

Indice de área foliar	Area foliar total	No. total de hojas	No. de ramas de la espiga	Altura de mazorca	Altura de planta	<i>Fusarium spp</i>	Mala cobertura
0.79**	-0.99**	0.92**	0.92**	0.99**	0.99**	0.98**	0.40**
0.87**	-1.00**	0.87**	0.87**	1.00**	1.00**	0.95**	0.27*
-1.00**	0.87**	-0.50**	-0.50**	-0.87**	-0.85**	-0.68**	0.24
-0.87**	1.00**	-0.87**	-0.87**	-1.00**	-1.00**	-0.95*	-0.28*
-0.90**	1.00**	-0.83**	-0.83**	-1.00**	-1.00**	-0.93**	-0.21
-	-0.87**	0.50**	0.50**	0.87**	0.85**	0.68**	-0.24
-	-	-0.86**	-0.86**	-1.00**	-1.00**	-0.95**	-0.27*
-	-	-	1.00**	0.87**	0.88**	0.98**	0.72**
-	-	-	-	0.87**	0.88**	0.98**	0.72**
-	-	-	-	-	1.00**	0.95**	0.28*
-	-	-	-	-	-	0.96**	0.30*
-	-	-	-	-	-	-	0.55**
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-

* Significativo al 5% de probabilidad

** Significativo al 1% de probabilidad

estrecha correlación entre rendimiento y las características área foliar de la hoja de la mazorca (0.99), área foliar de las hojas situadas abajo de la mazorca (-0.99); área foliar de las hojas situadas arriba de la mazorca (-0.98), área foliar total por planta (-0.99), número de hojas total por planta (0.92) número de ramas de la espiga (0.92) altura de mazorca (0.99) altura de planta (0.99).

Entre área foliar de la hoja de la mazorca y área foliar de las hojas de abajo de la mazorca (-1.00), área foliar de las hojas arriba de la mazorca (-1.00), área foliar total por planta (-1.00), altura de la mazorca (1.00), altura de planta (1.00).

Entre área foliar de la hoja bandera y área foliar de las hojas de arriba de la mazorca (0.90), índice de área foliar (-1.00) días a flor femenina (1.00) días a flor masculina (0.98).

Entre área foliar de las hojas situadas abajo de la mazorca y área foliar de las hojas situadas arriba de la mazorca (1.00), área foliar total por planta (1.00), altura de mazorca (1.00), altura de planta (-1.00).

Entre área foliar y las hojas situadas arriba de la mazorca y el índice de área foliar (-0.90), área foliar total por planta (1.00), altura de mazorca (-1.00), altura de planta (-1.00), días a flor femenina (0.90).

Entre índice de área foliar y días a flor femenina (-1.00), días a flor masculina (-0.98).

Entre área foliar total por planta y altura de mazorca (-1.00) altura de planta (-1.00).

Entre número total de hojas por planta y número de ramas de la espiga (1.00).

Entre altura de planta y altura de mazorca y altura de planta (1.00).

Entre días a flor femenina y días a flor masculina (0.98).

El análisis de varianza, aptitud combinatoria general (ACG) y aptitud combinatoria específica (ACE) bajo condiciones de temporal se muestran en el Cuadro 15. Los resultados del análisis de varianza para las cruzas fueron significativas para todas las características a excepción de rendimiento. La ACG fue significativa para todas las características. La ACG entre tipos de progenitores fue significativa para la mayoría de las características, excepto para intervalo de floración, índice de área foliar, área foliar de las hojas arriba de la mazorca y área foliar de la hoja bandera y mazorca; la aptitud combinatoria específica también fue significativa para la mayoría de las características; sin embargo rendimiento, altura de mazorca, días a flor masculina y femenina, número de la hoja de la mazorca y acame de tallo no fueron significativas. En la mayoría de las características ACG fue mayor que ACE. El coeficiente de variación osciló entre 1.26 y 30.60.

Las medias de las 66 cruzas consideradas para diferentes características agronómicas bajo condiciones de

Cuadro 15. Análisis de varianza, aptitud combinatoria general, aptitud combinatoria específica y coeficiente de variación de 19 características de maíz bajo condiciones de temporal.

Fuentes de Variación	g.l.	C u a d r a d o s m e d i o s				
		Rendimiento	Altura de planta	Altura de mazorca	Días a flor masculina	Días a flor femenina
Repeticiones (R)	2	44.025**	723.76**	2663.09NS	81.31**	159.29**
Cruzas (C)	65	3.3 NS	2238.09**	2430.11**	23.66**	21.39**
Aptitud Combinatoria General (ACG)	11	5.95 **	9009.07**	4781.61**	99.60**	83.59**
ACG entre tipos de Progenitores (TP)	3	17.48 **	29172.03**	10159.90**	140.30**	191.49**
ACG/TP	8	1.62 NS	1447.96**	2770.25NS	84.31**	43.12**
Aptitud Combinatoria Específica (ACE)	54	2.76 NS	858.81**	1949.55NS	8.20NS	8.72NS
Error	130	2.35	148.18	1490.05	7.40	8.60
ACG/ACE		2.16	10.49	2.45	12.15	9.59
Coeficiente de Variación (%)		7.04	12.86	27.21	6.51	1.26

Cuadro: 15.....continuación

Intervalo de floración	C u a d r a d o s m e d i o s					
	Area foliar (AF) total	Indice de área foliar	AF Hojas arriba de la mazorca	AF Hojas abajo de la mazorca	AF Hoja bandera	AF Hoja mazorca
6.98*	0.01*	0.0015NS	0.015NS	0.0015NS	5.2×10^{-7} *	1.5×10^{-6} NS
2.94*	0.0093**	0.0083**	0.0049*	0.0048**	6.4×10^{-7} **	3.6×10^{-6} **
7.03**	0.0245**	0.0136**	0.0054*	0.014**	9×10^{-7} **	1.0×10^{-5} **
5.02NS	0.0435**	0.0062NS	0.0067NS	0.025**	5.7×10^{-7} NS	1.66×10^{-6} NS
7.78**	0.0174**	0.0164**	0.0050NS	0.0094**	1.04×10^{-6} **	3.13×10^{-6} **
2.11*	0.0067**	0.007**	0.0044*	0.0028**	6×10^{-7} **	3.3×10^{-5} **
1.83	0.002	0.002	0.003	0.001	1.6×10^{-7}	7.7×10^{-7}
3.33	3.66	1.94	1.23	5.00	1.50	0.30
15.60	8.46	10.43	24.67	7.62	17.25	10.22

Cuadro 15.....continuación

Número total de hojas por planta	C u a d r a d o s			m e d i o s			<i>Fusarium spp</i>
	Número de la hoja de la mazorca	Número de ramas de la espiga	Acame de tallos	Mazorcas podridas	Maña Cobertura		
0.32NS	0.425NS	73.86NS	0.34**	366.52NS	687.83**	176.83*	
3.89**	2.015*	77.26**	0.04*	284.07**	97.49**	202.35**	
17.49**	8.017**	156.34**	0.11**	525.07**	307.30**	668.02**	
23.77**	8.29**	268.45*	0.20**	1016.29**	334.10*	1478.24**	
15.13**	7.915**	114.30**	0.079**	340.86*	297.24**	364.19**	
1.12*	0.079NS	61.15**	0.03NS	234.98**	73.23**	107.49**	
0.76	0.19	36.06	0.03	137.98	40.32	50.91	
15.60	101.48	2.56	3.67	2.23	4.20	6.21	
2.27	2.69	17.03	30.60	10.10	6.07	11.92	

* Significativo al 5% de probabilidad

** Significativo al 1% de probabilidad

temporal se muestran en el Apéndice B.

Los tipos de cruzas (grupos) mostraron valores de medias que se representan en el Cuadro 16 como sigue:

Las NPF x EPF fueron las más rendidoras con 7.077 toneladas por hectárea, mientras que el grupo EPF x EPF fue el más bajo con 4.581 toneladas por hectárea, la media fue de 6.193 toneladas por hectárea.

La altura de planta varió de 79 cm (EPF x EPF) hasta 154 cm (NPF x EPF) resultando la media de 128 cm.

Para la altura de mazorca las cruzas EPF x EPF mostraron la menor altura (23 cm) y las NMF x EPF la mayor (79 cm) con una media de 56 cm.

Para días a floración masculina y femenina el grupo NPF x EPF fue el más precoz 72 y 85 días, respectivamente y el más tardío el grupo EMF x EMF con 79 y 83 días, respectivamente, la media fue 75 y 78 días, respectivamente, el intervalo de floración osciló entre dos y cuatro días.

El área foliar total máxima resultó para EMF x EMF con 34.41 dm², NMF x EMF con 31.13 dm² y NMF x NMF con 31.06 dm² el mínimo se presentó en EPF x EMF con 23.40 dm² con una media general de 28.20 dm².

Para el índice de área foliar el mayor valor fue de 0.22 para los grupos EPF x EPF, NMF x NMF y NMF x EMF, el menor valor fue el del grupo NPF x EMF con 0.17 dm².

En el área foliar de las hojas arriba de la mazorca sobresalen los mismos grupos del área foliar total (valor mayor y menor) con 18.70 y 8.73 dm², respectivamente y una

Cuadro 16. Medias de los grupos de cruzas de maíz para diferentes características agronómicas bajo condiciones de temporal.

Grupo	Tipo de Cruza	Rendimiento mazorca ton/ha	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Días a flor masculina
1	Enanos poco follaje x Enanos poco follaje	4.581	79	23	74
2	Enanos mucho follaje x Enanos mucho follaje	5.654	102	42	79
3	Enanos poco follaje x Enanos mucho follaje	5.763	88	28	74
4	Normales poco follaje x Normales poco follaje	6.693	149	62	74
5	Normales mucho follaje x Normales mucho follaje	6.438	141	61	75
6	Normales poco follaje x Normales mucho follaje	6.652	151	69	74
7	Normales poco follaje x Enanos poco follaje	6.206	147	60	72
8	Normales poco follaje x Enanos mucho follaje	7.077	154	72	75
9	Normales mucho follaje x Enanos poco follaje	6.030	136	79	75
10	Normales mucho follaje x Enanos mucho follaje	6.835	136	64	77
Media		6.193	128	56	75

Cuadro 16continuación

Area foliar de la hoja de la mazorca (dm ²)	Número total de hojas por planta	Número de la hoja de la mazorca	Número de ramas de la espiga	Acame de tallo (log ₁₀)	Mazorcas podridas*	Mala cobertura*	<i>Fusarium spp</i> *
0.60	10	7	6	0.17	29	23	35
0.50	12	8	17	0.07	38	26	13
0.53	11	7	9	0.06	33	25	20
0.53	11	7	8	0.27	17	17	24
0.57	13	8	11	0.10	34	25	23
0.51	12	8	10	0.20	26	21	25
0.50	11	7	7	0.21	28	24	27
0.43	12	8	10	0.08	30	22	15
0.46	12	8	12	0.20	25	25	24
0.52	13	8	13	0.12	34	27	19
0.52	12	8	10	0.15	29	24	23

* Arco Sen $\sqrt{X/100}$

media de 11.65 dm^2 ; para el área foliar de las hojas abajo de la mazorca el grupo NMF x NMF obtuvo el mayor valor con 21.78 dm^2 y el grupo EPF x EPF el menor con 13.36 dm^2 .

Los grupos NPF x EPF y NMF x EPF fueron los de menor área foliar de la hoja bandera con 0.14 dm^2 y los EPF x EPF y NPF x NPF los mayores con 0.20 dm^2 ; para área foliar de la hoja de la mazorca el grupo NPF x EMF presentó el menor valor con 0.43 dm^2 y el grupo EPF x EPF el valor mayor (0.60 dm^2).

El número total de hojas y el número de la hoja de la mazorca oscilaron entre 10 y 13, y 7. y 8, respectivamente.

El grupo que presentó mayor número de ramas de la espiga fue EMF x EMF con 17 y el grupo EPF x EPF presentó el menor número (6).

El grupo que tendió a acamarse más fue el NPF x NPF con 0.27 y el que menos EPF x EMF con 0.06 la media fue de 0.15.

El grupo EMF x EMF presentó el mayor porcentaje de mazorcas podridas con 38, mientras que NPF x NPF presentó el menor por ciento (17), este último grupo presentó también el menor por ciento de mala cobertura con 17 y el grupo NMF x EMF fue el que presentó más con 27, el grupo EPF x EPF fue el más susceptible a *Fusarium* y el más resistente el EMF x EMF.

Los valores estimados para aptitud combinatoria general (ACG) de 12 progenitores para diferentes características

cuantitativas de maíz se presentan en el Cuadro 17 y para cuatro tipos de progenitores (grupos) en el Cuadro 18.

Para la característica rendimiento el valor de ACG más alto fue para el progenitor NMF-2 (0.625), siguiéndole NPF-1 (0.530), NPF-3 (0.387), en grupos también NPF presentó el mayor efecto (0.32).

Para altura de planta los valores de ACG fueron altamente significativos excepto NMF-3 y EMF-2; para progenitores normales el menor valor de ACG fue el de NMF-3 (1.52) y después NMF-2 (7.22) y para progenitores enanos los valores más altos fueron presentados por EMF-2 (-5.68) y EMF-3 (-10.98). La ACG de grupos concuerda con lo anterior, para normales NMF tiene el menor valor (8.50) y para enanos EMF tiene el mayor valor.

Lo mismo ocurrió para altura de mazorca NMF-3 (1.52) y NMF-2 (5.72) presentaron los menores valores y EMF-3 (0.62) y EMF-2 (-2.38) tienen los mayores valores resultando lo anterior de acuerdo con lo encontrado en grupos.

Para días a floración masculina el progenitor normal NMF-2 obtuvo el menor valor (-2.13), para enanos EPF-3 (-2.33) ambos valores fueron significativos.

Para días a flor femenina el progenitor normal NPF-2 obtuvo el menor valor (-2.10) y para enanos fue EPF-3 (-1.80) ambos efectos fueron significativos. En grupos el mayor efecto negativo fue para NPF (-1.5) y EPF (-0.5).

El efecto menor de ACG para intervalo de floración para progenitores normales fue el de NMF-1 (-0.87) y para

Cuadro 17. Efectos estimados de la aptitud combinatoria general de doce progenitores para diferentes características agronómicas de maíz bajo condiciones de temporal.

Tipo de Progenitor	Efectos de Aptitud Combinatoria General						
	Rendimiento Mazorca	Altura de planta	Altura de mazorca	Días a flor masculina	Días a flor femenina	Intervalo de floración	Area foliar total/planta
Normal poco follaje -1	0.530	16.52**	6.72	-1.42	-1.10	-0.47	0.26**
Normal poco follaje -2	0.312	22.72**	11.32	-1.83*	-2.10*	-0.07	0.65**
Normal poco follaje -3	0.387	21.12**	13.42	-0.53	-0.90	-0.37	-1.41**
Normal mucho follaje -1	0.264	20.82**	15.62	3.97**	2.90**	-0.87*	7.00**
Normal mucho follaje -2	0.625	7.22**	5.72	-2.13*	-1.00	0.33	-1.04**
Normal mucho follaje -3	-0.442	1.52	1.52	-0.63	-0.10	0.73	-0.65**
Enano poco follaje -1	-0.749	-13.18**	-11.18	-0.03	-0.60	-0.37	-1.75**
Enano poco follaje -2	-0.661	-16.08**	-11.38	0.67	-0.30	-0.17	-3.77**
Enano poco follaje -3	-0.485	-25.78**	-18.38	-2.33*	-1.80*	0.53	-2.87**
Enano mucho follaje -1	0.139	-18.18**	-11.58	1.17	1.2	0.23	0.42**
Enano mucho follaje -2	0.162	-5.68	-2.38	1.27	1.3	0.23	0.63**
Enano mucho follaje -3	-0.083	-10.98**	0.62	2.47*	2.5**	0.23	2.91**
E.E. g_j	0.46	3.69	11.69	0.82	0.89	0.41	0.01
E.E. ($g_i - g_j$)	0.69	5.44	17.26	1.22	1.31	0.60	0.02

Indice de área foliar	Efectos de aptitud combinatoria general							
	Area foliar de las hojas arriba de la mazorca	Area foliar de las hojas abajo de la mazorca	Area foliar de la hoja bandera	Area foliar de la hoja de la mazorca	Número total de hojas por planta	Número de la hoja de la mazorca	Número de ramas de la espiga	Acame de tallo
-0.008	-0.37**	0.42**	-0.004**	-0.046**	-0.48	-0.63**	1.3	0.01
-0.009	-0.38**	-0.23**	0.010**	0.017**	-0.38	-0.13	-2.7	0.12*
-0.013	-1.81**	-0.26**	-0.004**	-0.014**	-0.08	0.07	-2.0	-0.02
0.050**	1.58**	5.25**	0.015**	0.056**	1.92**	0.67**	2.3	0.07
-0.001	2.15**	0.36**	0.028**	0.015**	-0.68**	-0.13	-1.2	-0.02
0.020*	-1.24**	0.72**	-0.017**	-0.049**	0.32	0.47**	1.4	0.03
0.020*	1.43**	-1.09**	-0.015**	0.058**	-0.18	-0.13	-1.4	0.03
-0.030**	-1.50**	-1.66**	-0.036**	-0.041**	-0.48	0.27*	-2	-0.03
-0.001	-0.22**	-3.31**	0.019**	0.027**	-0.98**	-0.93**	-2	-0.03
-0.003	-0.66**	0.24**	0.001**	-0.023**	0.22	0.07	-0.1	-0.06
-0.012	0.85**	-1.87**	0.012**	-0.006**	0.22	-0.13	1.0	-0.11*
0.022*	0.18**	1.43**	-0.003	0.008**	0.62*	0.57**	5.4**	-0.05
0.01	0.02	0.01	0.0001	0.0003	0.26	0.13	1.82	0.05
0.02	0.02	0.01	0.0002	0.0004	0.39	0.19	2.69	0.08

* Significativo al 5% de probabilidad
 ** Significativo al 1% de probabilidad.

Cuadro 18. Efectos estimados de aptitud combinatoria general de cuatro tipos de progenitores (grupos) para diferentes características agronómicas en maíz bajo condiciones de temporal.

Tipo de progenitor	Efectos de aptitud combinatoria general					
	Rendimiento	Altura de planta	Altura de mazorca	Días a flor masculina	Días a flor femenina	Intervalo de floración
Normal poco follaje	0.32	23.00**	7.50	-1.25	-1.50	-0.25
Normal mucho follaje	0.12	8.50	13.00	1.25	0.50	-0.75
Enano poco follaje	-0.64	-17.50*	-9.50	-1.25	-0.50	0.75
Enano mucho follaje	0.20	-14.00*	-11.00	1.25	1.50	0.25
E.E. g_j	0.94	7.45	23.64	1.67	1.80	0.83
E.E. $(g_j - g_k)$	1.53	12.17	38.60	2.72	2.93	1.35

* Significativo al 5% de probabilidad

** Significativo al 1% de probabilidad.

Cuadro 18continuación

Efectos de Aptitud Combinatoria General

Area foliar total	Indice de Area foliar	Area foliar de las hojas arriba de la mazorca	Area foliar de las hojas abajo de la mazorca	Area foliar de la hoja bandera
-------------------	-----------------------	---	--	--------------------------------

0.007	-0.012	-0.006	0.008	-0.00003
-------	--------	--------	-------	----------

0.026	0.014	0.019*	0.014	0.00018
-------	-------	--------	-------	---------

-0.040	-0.007	-0.005	-0.026	-0.00023
--------	--------	--------	--------	----------

0.006	0.005	-0.008	0.004	0.00008
-------	-------	--------	-------	---------

0.03	0.03	0.03	0.02	2.4494
------	------	------	------	--------

0.04	0.04	0.05	0.03	0.0004
------	------	------	------	--------

* Significativo al 5% de probabilidad

** Significativo al 1% de probabilidad.

Cuadro 18continuación

Efectos de aptitud combinatoria general				
Area foliar de la hoja de la mazorca	Número total de hojas	Número de la hoja de la mazorca	Número de ramas de la espiga	Acame de tallo
-0.00018	-0.25	0.00	-1.75	0.026
0.00008	0.75	0.50*	2.25	0.043
0.00008	-0.75	-0.50*	-1.25	0.018
0.00003	0.25	0.00	0.75	-0.088
5.370	0.53	0.27	3.68	0.11
0.0009	0.87	0.44	6.00	0.17

* Significativo al 5% de probabilidad

** Significativo al 1% de probabilidad.

enanos EPF-1 (-0.37). Sin embargo, los dos grupos en donde intervienen los progenitores normales NPF (-0.25) y NMF (-0.75) presentaron efectos más bajos para esta característica.

Para el área foliar total los efectos de ACG más altos fueron los que mostraron el progenitor NMF-1 (7.00) y EMF-3 (2.91), esto concuerda con los valores para índice de área foliar 0.05 y .02 para los dos progenitores respectivamente. En grupos NMF y EMF son los de mayor valor.

Los valores de ACG para área foliar de las hojas situadas arriba de la mazorca para progenitores normales el NMF-2 mostró el valor más alto (2.15) y NPF-3 el valor más bajo (-1.81), EPF-1 (1.43) y EPF-2 (-1.50) presentaron los valores más altos y bajos respectivamente. En grupos el efecto de NMF (0.019) fue el único significativo.

Respecto al área foliar de las hojas abajo de la mazorca los progenitores normales NMF-1 (5.25) y NPF-3 (-0.26) presentaron los valores más altos y bajos, respectivamente, y EMF-1 (0.24) y EPF-3 (-3.31) en el caso de los progenitores enanos.

En grupos NMF (0.014) y EPF (-0.026) fueron los que tuvieron mayor y menor valor de ACG, respectivamente.

Para el área foliar de la hoja bandera fueron los progenitores NMF-2 (0.028) y NMF-3 (-0.017) y enanos EMF-2 (0.12) y EPF (-0.036) los de efectos de ACG altos y bajos respectivamente. En grupos NMF y EPF tuvieron los mayores y menores valores de ACG.

Con respecto al área foliar de la hoja de la mazorca de progenitores normales NMF-1 (0.056) y NMF-3 (-0.049) tuvieron los efectos de ACG positivos y negativos más altos y bajos respectivamente, para los grupos, los progenitores NPF (-0.00018) fueron de ACG más baja. En enanos EPF-1 (0.058) y EPF-2 (-0.041) presentaron los valores más altos y bajos respectivamente.

Es importante destacar que todas las características de área foliar a excepción de índice de área foliar fueron altamente significativas. Los efectos de ACG para número de hojas fueron altamente significativos para los progenitores NMF-1 (1.92) y NMF-2 (-0.68) mientras que para enanos EMF-3 (0.62) y EPF-3 (-0.98) fueron significativos y altamente significativos, respectivamente. Esto estuvo acorde con lo encontrado en grupos.

En relación al número de la hoja de la mazorca NMF-1 (0.67), NPF-1 (-0.63), EMF-3 (0.57) y EPF-3 (-0.93) tuvieron los efectos de ACG más sobresalientes y altamente significativos. En grupos los únicos que presentaron efectos fueron NMF (0.50) y EPF (-0.50), siendo estos significativos.

Para número de ramas de la espiga los progenitores sobresalientes fueron NMF-1 (2.3), NPF-2 (-2.7), EPF-2 y EPF-3 (-2.00) y EMF-3 (5.4) de las cuales solo este último fue altamente significativo. En grupos también NPF y EMF tuvieron los menores efectos.

Con respecto a acame de tallo los resultados son los siguientes: NPF-2 (0.12), NPF-3 y NMF-2 (-0.02), EPF-1 -

(0.03), EMF-2 (-0.11) siendo el primero y el último significativos. En grupos EMF-2 fue el de menor efecto (-0.088).

Los resultados de los efectos estimados para la aptitud combinatoria específica de 66 cruzas bajo condiciones de temporal se presentan en el Cuadro 19.

Los efectos de ACE de seis cruzas 61 (NMF-2 x EPF-2); 22 (NPF-2 x NMF-1); 55 (NPF-2 x EMF-3); 9 (EPF-2 x EMF-2); 48 (EMF-3 x NMF-3) y 36 (EMF-1 x NPF-2) fueron los más altos con valores de 1.91; 1.18; 1.15; 1.10; 1.00 y 0.98 respectivamente para rendimiento.

Nueve cruzas mostraron efectos significativos para altura de planta, siendo éstas las siguientes: 36 (EMF-1 x NPF-2); 42 (EPF-2 x NMF-3); 49 (NPF-1 x EPF-3); 51 (NPF-2 x EPF-3); 1 (EPF-1 x EPF-2); 11 (EPF-2 x EMF-3); 23 (NPF-2 x NMF-3); 14 (EMF-1 x EPF-3) y 17 (NPF-2 x NPF-1) con valores 30.12; 29.22, 28.92; 26.72; -24.08; -26.88; -29.58; -31.38; -38.98.

Para altura de mazorca los efectos no fueron significativos pero los más sobresalientes fueron los de la craza 42 (EPF-2 x NMF-3) y 17 (NPF-3 x NPF-1) cuyos valores fueron 22.25 y -27.76 el más alto y más bajo respectivamente.

Para días a floración masculina y femenina sobresalieron diez cruzas que fueron: la 16 (NPF-2 x NPF-1); 6 (EMF-3 x EMF-2); 43 (EPF-3 x NMF-3); 1 (EPF-1 x EPF-2); 33 (EPF-2 x NPF-2); 4 (EMF-1 x EMF-2); 14 (EMF-1 x EPF-3); 22 (NPF-2 x NMF-1); 13 (EMF-1 x EPF-2) y 52 (NPF-3 x EPF-1) con valores de: 3.96 y 3.84; 2.96 y 3.84; 2.66 y 3.54; 2.66 y

Cuadro 19. Efectos estimados para aptitud combinatoria específica de 66 cruza de maíz para diferentes características agronómicas bajo condiciones de temporal.

Cruza	Rendimiento mazorca	Altura de planta	Altura de mazorca	Días a flor masculina	Días a flor femenina	Intervalo de floración
1	-1.75	-24.08*	-12.06	2.66	2.54	-0.35
2	0.73	-13.38	-3.06	0.06	0.04	-0.05
3	-0.38	-11.48	-3.86	-0.04	-0.26	-0.25
4	-0.93	-6.98	0.35	2.26	3.14	0.66
5	-0.99	-17.18	-15.66	-0.94	-0.06	0.66
6	-0.41	1.32	0.15	2.96	3.84	0.66
7	0.46	-4.48	-6.06	-1.54	-1.06	0.26
8	-0.32	-9.18	-12.06	2.26	1.74	-0.75
9	1.10	-11.58	-11.86	-1.64	-1.36	9.06**
10	0.37	-9.28	-1.86	-0.84	1.44	2.06
11	-0.30	-26.88*	-20.86	-1.24	0.14	1.36
12	0.95	-8.98	-2.86	1.56	1.04	-0.75
13	0.68	-11.08	-4.66	-2.54	-2.26	-0.06
14	-1.70	-31.38**	-18.66	-2.14	-2.76	-0.65
15	-0.91	-15.58	-15.86	-2.44	-0.06	1.36
16	-0.33	-17.58	-14.66	3.96	3.84	0.66
17	0.01	-38.98**	-27.76	1.66	0.64	-0.05
18	-0.91	-12.18	-3.36	1.06	0.64	-0.45
19	0.18	-7.38	-5.00	-0.14	-1.26	-0.34
20	-0.07	-15.68	-20.76	-0.64	0.84	1.26
21	-0.54	-9.08	-6.86	1.46	1.74	1.06
22	1.18	-4.88	-3.56	-2.44	-2.16	0.06
23	-1.55	-29.58**	-19.46	0.16	0.84	0.46
24	0.24	-6.28	-1.66	0.26	0.64	0.36
25	-1.36	-13.68	-14.76	3.36	1.54	-0.85
26	0.80	-5.98	-0.56	-0.14	0.64	0.76
27	-0.33	-3.68	0.05	0.16	-0.16	0.46
28	-0.28	-5.08	2.95	-8.74**	0.74	1.26
29	-0.77	-20.28	-7.66	-1.34	-1.26	0.86
30	0.35	-9.38	-5.86	-0.24	-2.16	-1.15
31	-0.90	-3.68	-1.16	0.16	-0.66	-0.05
32	0.41	6.22	7.05	0.06	-0.96	-0.25
33	-0.60	7.02	7.45	2.46	3.04	0.36
34	-0.83	7.62	5.35	-1.84	-2.16	-0.35
35	0.62	11.32	6.25	2.96	1.54	-0.05
36	0.98	30.12**	12.65	0.36	-0.46	-1.05
37	0.42	18.82	10.05	0.86	-0.56	-0.65
38	-0.22	1.62	2.45	-1.74	-1.56	-0.05
39	-0.51	17.22	13.35	-0.04	0.24	0.26
40	-0.10	13.02	7.95	1.76	2.34	0.36
41	0.31	6.32	4.05	-2.64	-1.66	0.76
42	-0.10	29.22**	22.25	-0.74	0.04	0.56
43	-1.30	0.92	7.25	2.66	3.54	-8.55**
44	-1.28	-3.98	-1.66	0.56	1.54	0.76

Cuadro 19continuación

Cruza	Rendimiento mazorca	Altura de planta	Altura de mazorca	Días a flor masculina	Días a flor femenina	Intervalo de floración
45	0.41	0.32	0.45	-0.84	-1.46	-0.85
46	0.20	-5.48	0.15	0.46	0.44	-0.25
47	-0.53	3.12	4.05	-0.44	-1.66	-0.45
48	1.00	20.12	11.25	-0.86	-0.76	-1.85
49	-0.28	28.92**	12.05	0.46	-0.46	0.06
50	0.93	13.12	7.25	-1.44	-1.66	-0.45
51	0.14	26.72*	9.45	0.86	1.54	0.66
52	-0.23	14.72	4.15	-3.74	-2.86	0.86
53	2.74	12.32	6.35	0.56	2.34	-0.05
54	0.30	13.12	11.05	-1.34	-1.76	0.36
55	1.15	5.92	9.45	-1.93	-2.76	-1.05
56	0.31	20.72	12.55	0.94	-0.66	0.26
57	-0.27	4.52	6.35	-0.24	-0.96	-0.45
58	-0.81	3.92	-2.86	-0.34	0.04	0.16
59	0.73	19.62	12.15	1.06	-1.46	-2.55*
60	-0.09	16.62	13.85	0.86	0.24	0.16
61	1.91	13.52	-4.96	2.76	-0.06	-2.05
62	0.52	10.22	15.05	0.16	-1.56	-0.75
63	0.06	10.82	15.15	-0.74	-0.73	-0.25
64	0.91	16.62	11.25	-0.34	0.44	1.56
65	0.01	-4.58	-7.96	2.36	1.14	-0.45
66	0.71	12.82	8.25	0.06	-1.56	-1.85
E.E.s _{ij}	1.39	11.01	34.91	2.46	2.65	1.22
E.E.(s _{ij} -s _{ik})	2.06	16.33	51.79	3.65	3.93	1.81
E.E.(s _{ij} -s _{kl})	1.94	15.40	48.82	3.44	3.71	1.71

* Significativo al 5% de probabilidad

** Significativo al 1% de probabilidad

Cuadro 19continuación

Area foliar total	Indice de área foliar	AF hojas arriba de la mazorca	AF hojas abajo de la mazorca	Area foliar de la hoja bandera
6.53**	0.04	1.84**	1.25**	0.07**
-0.41**	0.01	-0.19**	-2.40**	0.03**
5.61**	0.05	5.94**	0.68**	0.08**
6.06**	0.03	-0.36**	-0.22**	0.02**
0.83**	-0.05	3.58**	-1.55**	0.00
5.95**	0.04	11.53**	-3.37**	0.03**
-3.75**	-0.03	-4.69**	-0.24**	-0.03**
-1.96**	0.05	-3.17**	-0.31**	0.03**
-9.06**	-0.004	-3.65**	-5.12**	0.002*
-1.32**	-0.04	-2.71**	1.35**	0.01**
5.73**	-0.01	-1.04**	-3.12**	-0.003*
8.21**	0.06	0.20**	5.63**	0.03**
-1.19**	0.06	-0.62**	-1.63**	0.01**
-6.63**	-0.06	-2.25**	-4.02**	-0.05**
-2.65**	-0.01	-1.62**	0.18**	-0.03**
-1.52**	0.02	0.85**	-5.67**	-0.02
-3.40**	0.02	0.34**	-3.61**	0.06**
-0.90**	0.04	0.11*	0.11**	0.08**
7.17**	0.13**	0.06	2.98**	0.06**
-4.14**	0.06	-0.47**	2.20**	-0.04**
-3.52**	-0.05	-2.79**	-5.153**	-0.02**
2.49**	0.04	3.66**	-0.49**	0.04**
-8.37**	-0.07	-2.15**	-5.85**	-0.04**
-1.80**	0.07	1.58**	0.30**	-0.01**
-1.49**	0.01	-1.18**	-3.96**	-0.04**
2.05**	0.04	1.48**	0.34**	0.03**
5.55**	0.02	2.93**	2.28**	-0.003*
2.54**	0.003	-1.15**	1.59**	0.014**
1.83**	0.03	-1.53**	0.32**	0.06**
0.41**	0.011	1.06**	1.69**	0.02**
-6.17**	0.09	-4.05**	0.42**	0.05**
-2.35**	0.02	-1.64**	-1.86**	0.01**
3.41**	0.04	-2.87**	-0.64**	-0.06**
0.28**	-0.03	-0.78**	0.36**	-0.04**
1.38**	-0.03	1.41**	-0.11**	0.01**
0.56**	-0.02	-0.74**	2.28**	-0.03**
2.68**	-0.01	0.97**	2.81**	0.01**
-0.35**	-0.02	-0.13**	1.70**	-0.03**
0.05	-0.02	-0.25**	1.86**	-0.01**
-6.41**	-0.10**	-4.41**	-4.68**	-0.07**
0.04	-0.03	-1.71**	-1.30**	-0.03**
8.78**	0.05	2.00**	5.30**	0.01**
-3.72**	-0.04	-0.99**	-2.95**	-0.04**
-5.96**	0.04	-1.14**	-4.95**	0.02**

Cuadro 191continuación

Area foliar total	Indice de área foliar	AF hojas arriba de la mazorca	AF hojas abajo de la mazorca	Area foliar de la hoja bandera
-0.06	0.02	0.40**	-0.89**	0.03**
-3.16**	-0.01	-2.25**	0.17**	-0.01**
2.38**	0.02	-1.44**	1.16**	0.05**
3.68**	0.10**	1.85**	2.24**	0.08**
2.44**	0.09**	0.30**	2.27**	-0.01**
4.89**	0.06	-1.25**	4.50**	0.03**
5.24**	-0.02	3.65**	2.76**	-0.02**
1.01**	0.03	-0.56**	-0.61**	-0.04**
-1.05**	-0.02	-1.04**	0.56**	-0.06**
-1.54**	-0.03	-1.01**	0.19**	-0.02**
0.44**	-0.04	0.41**	0.96**	-0.02**
4.85**	-0.01	1.36**	5.51**	-0.02**
-3.21**	-0.03	-1.06**	-0.85**	-0.03**
-8.44**	-0.09*	-3.14**	-6.49**	-0.07**
7.47**	0.07	2.53**	5.01**	-0.11**
-1.89**	-0.01	17.98**	-2.26**	-0.05**
4.57**	-0.03	5.64**	6.80**	-0.01**
-0.59**	-0.05	-5.29**	1.06**	-0.01**
3.62**	-0.01	0.66**	3.68**	-0.02**
-8.05**	-0.03	-1.83**	-0.06*	-0.02**
-2.96**	-0.01	-8.46**	-2.49**	-0.03**
4.92**	0.02	1.32**	4.38**	0.003**
0.04	0.04	0.04	0.03	0.0004
0.06	0.06	0.07	0.04	0.0005
0.06	0.06	0.07	0.04	0.0005

* Significativo al 5% de probabilidad

** Significativo al 1% de probabilidad

Cuadro 19continuación

Area foliar de la hoja de la mazorca	Número total de hojas	Número de la hoja de la mazorca	Número de ramas de la espiga	Acame de tallo
0.07**	-0.05	0.11	-0.51	-0.15
0.03**	-0.55	0.31	1.49	0.09
0.11**	-0.25	-0.09	0.09	0.05
0.04**	0.86	0.31	6.19	0.16
-0.07**	-0.55	-0.39	0.79	0.06
0.07**	0.46	-0.19	1.69	0.007
-0.08**	0.26	0.51	-0.51	-0.07
0.14**	-0.15	-0.19	2.09	-0.03
0.06**	-1.45	-0.89	-1.91	-0.01
-0.13**	0.16	0.41	1.69	0.03
0.05**	0.06	-0.69	0.09	0.03
0.13**	0.26	0.31	-0.41	-0.02
0.11**	0.56	-0.09	-0.81	-0.06
-0.09**	-0.95	-0.89	0.19	-0.12
0.003**	-0.35	-0.39	-6.31	-0.03
0.01**	0.16	0.009	-0.51	0.13
0.08**	-1.15	-0.19	0.79	-0.04
0.10**	-0.25	0.31	0.79	0.05
0.19**	0.06	0.71	0.99	-0.10
-0.15**	0.06	0.11	-2.61	-0.05
0.02**	-0.35	-1.09	-1.11	0.04
0.21**	-0.25	-1.29	0.49	-0.04
0.14**	-0.65	0.91	-2.61	0.03
-0.004**	0.46	-1.49	-2.21	-0.10
-0.003**	0.06	0.31	-0.71	-0.009
0.04**	0.06	0.71	0.69	-0.001
-0.04**	-0.15	-0.79	4.49	-0.07
-0.11**	0.46	1.009	-0.009	0.02
0.11**	0.36	-0.49	1.99	0.12
-0.07**	-0.55	-0.59	3.39	-0.09
-0.17**	-0.05	0.009	-0.81	0.07
-0.11**	0.26	-0.39	1.79	-0.13
-0.08**	0.16	0.11	-0.21	0.12
-0.10**	0.86	-0.09	0.09	0.20
-0.02**	-0.45	-0.19	0.89	-0.001
-0.09**	0.46	0.31	0.89	-0.11
-0.01**	0.56	0.009	-2.21	0.11
-0.11**	0.46	0.51	-0.21	-0.16
-0.10**	0.16	0.31	-1.91	-0.02
-0.17**	-0.45	-0.29	-2.89	0.27
-0.07**	0.16	-0.09	-0.91	-0.05
0.08**	1.46	0.51	1.69	-0.05
-0.11**	-0.05	-0.29	2.69	0.09
0.05**	0.16	0.51	5.11	0.10

Cuadro 19 :.....continuación

Area foliar de la hoja de la mazorca	Número total de hojas	Número de la hoja de la mazorca	Número de ramas de la espiga	Acame de tallo
0.06**	-0.25	-0.29	-2.21	-0.02
0.03**	-0.85	0.71	-0.21	-0.01
0.06**	-0.25	-0.49	-0.71	-0.02
0.18**	0.36	0.21	1.29	0.07
0.10**	0.76	0.81	-2.21	0.01
0.11**	0.86	0.51	1.19	0.01
-0.04**	-0.35	-0.69	-0.21	-0.03
0.05**	-0.45	-0.69	0.49	-0.06
-0.04**	0.36	0.11	0.09	-0.06
-0.004**	0.16	0.31	-5.61	-0.01
-0.08**	-0.95	-0.19	-1.61	-0.12
-0.02**	0.16	0.11	1.19	0.03
-0.02**	-0.25	0.61	0.69	0.02
-0.22**	-0.15	0.31	-4.21	0.01
0.10**	1.36	1.51	2.79	-0.09
-0.06**	0.16	-0.49	0.69	-0.06
-0.02**	-1.55	0.11	2.29	0.001
-0.12**	-0.05	0.31	1.29	0.05
-0.07**	-0.25	0.009	8.39	0.09
-0.11**	-0.25	0.31	-1.61	0.03
-0.04**	1.36	-0.19	-3.11	-0.08
0.11**	-0.25	-0.09	-0.31	-0.03
0.008	0.79	0.39	5.43	0.16
0.0012	1.17	0.58	8.06	0.23
0.0011	1.10	0.55	7.60	0.22

* Significativo al 5% de probabilidad

** Significativo al 1% de probabilidad

2.54; 2.46 y 3.04; 2.26 y 3.14; -2.14 y -2.76; -2.44 y -2.16; -2.54 y -2.26; -3.74 y -2.86, para floración masculina y femenina respectivamente. Para floración masculina solamente la cruz 28 (NMF-2 x NPF-1) fue muy destacada por su bajo y altamente significativo valor (-8.74). Con respecto a intervalo de floración solo tres cruzas, la 9 (EPF-2 x EMF-2); 43 (EPF-3 x NMF-3) y 59 (NMF-1 x EPF-3) tuvieron valores (9.06; -8.55 y -2.55) significativos.

Los efectos de ACE para área foliar total fueron notables en seis cruzas siendo estas 42 (EPF-2 x NMF-3); 12 (EMF-1 x EPF-1); 59 (NMF-1 x EPF-3); 23 (NPF-2 x NMF-3); 58 (NMF-1 x EPF-2) y 9 (EPF-2 x EMF-2) con efectos de ACE en el orden que sigue: 8.78; 8.21; 7.47; -8.37; -8.44 y 9.06 respectivamente. Todos los efectos fueron altamente significativos, excepto en las cruzas 39, 41 y 45.

Para índice de área foliar las únicas cruzas que tuvieron efectos de ACE significativos fueron las siguientes 19 (NMF-1 x NMF-2); 48 (EMF-3 x NMF-3); 49 (NPF-1 x EPF-3) y 58 (NMF-1 x EPF-2) con valores de 0.13; 0.10; 0.09 y -0.09 respectivamente.

Cuatro cruzas fueron las más sobresalientes para área foliar de las hojas situadas arriba de la mazorca fueron 60 (NMF-2 x EPF-1); 6 (EMF-3 x EMF-2); 62 (NMF-2 x EPF-3) y 65 (NMF-2 x EMF-3) su valor respectivo fue el siguiente: 17.98; 11.53; -5.29; -8.46. Todos los efectos de ACE fueron altamente significativos con excepción de la cruz 19 (NMF-1 x NMF-2).

Para el área foliar de las hojas situadas abajo de la hoja de la mazorca, las cruzas con valores de ACE más sobresalientes fueron: 61 (NMF-2 x EPF-2); 12 (EMF-1 x EPF-1); 56 (NPF-3 x EMF-1); 16 (NPF-2 x NPF-1); 23 (NPF-2 x NMF-3) y 58 (NMF-1 x EPF-2) con valores de 6.80; 5.63; 5.51; -5.67; -5.85 y -6.49 respectivamente. Todos los efectos fueron altamente significativos.

Para la hoja bandera las seis cruzas más sobresalientes fueron: 48 (EMF-3 x NMF-3) y 18 (NPF-3 x NPF-2) con valor de 0.08; 1 (EPF-1 x EPF-2) con valor de 0.07; 40 (EPF-1 x NMF-1) y 58 (NMF-1 x EPF-2) con valor de -0.07 y 59 (NMF-1 x EPF-3) con valor de -0.11. Todos los efectos fueron altamente significativos excepto 9, 11 y 27 que fueron significativos, la cinco no tuvo efecto.

Las cruzas 19 (NMF-1 x NMF-2); 22 (NPF-2 x NMF-1) y 58 (NMF-1 x EPF-2) mostraron efectos de ACE sobresalientes para el área foliar de la hoja de la mazorca, sus valores fueron 0.19, 0.21 y -0.22 respectivamente.

Para número total de hojas por planta solo destacaron seis cruzas por sus altos y bajos valores de ACE, estos fueron 42 (EPF-2 x NMF-3); 58 (NMF-1 x EPF-2) y 65 (NMF-2 x EMF-3); 9 (EPF-2 x EMF-2) y 61 (NMF-2 x EPF-2) sus valores fueron 1.46; -0.15; 1.36; -1.45 y -1.55.

Los efectos de ACE para número de la hoja de la mazorca fueron los de las cruzas 59 (NMF-1 x EPF-3); 24 (NPF-3 x NMF-1) por su alto (1.51) y bajo (-1.49) valor respectivamente.

Para número de ramas de la espiga las cruzas sobresalientes fueron 63 (NMF-1 x EMF-3); 4 (EMF-1 x EMF-2); 44 (EMF-1 x NMF-1); 54 (NPF-1 x EMF-3) y 15 (EMF-3 x EPF-3) con valores respectivos de 8.39; 6.19; -5.11; -5.61; -.631.

Para acame de tallo las cruzas más destacadas por su bajo valor de ACE fueron 38 (EMF-2 x NPF-2); 1 (EPF-1 x EPF-2) y 32 (EPF-2 x NPF-1) con valores de -0.16; -0.15 y -0.13.

Los efectos de aptitud combinatoria específica (ACE) para los diferentes grupos de cruzas bajo condiciones de temporal se muestran en el Cuadro 20 y los resultados de heterosis (H) y heterobeltiosis (HB) para los mismos grupos bajo las mismas condiciones se indican en el Cuadro 21.

Para rendimiento los grupos NPF x EMF y NMF x EPF, mostraron el mayor efecto de ACE (0.13), las cruzas NMF x EMF, NPF x EMF y EPF x EMF respecto a heterosis superaron al mejor padre, los valores de porcentaje de heterobeltiosis fueron 6.177; 5.74 y 1.93, respectivamente.

Los efectos de ACE para altura de planta y mazorca fueron los más bajos para los grupos NPF x NMF y EPF x EMF (-15.83 significativo) y -13.50, los grupos NPF x EMF, NMF x EPF presentaron ambos el mayor efecto 9.67 y 13.50 para altura de planta y mazorca respectivamente. Los grupos NPF x NMF y NPF x EMF superaron al mejor padre en cuanto altura de planta, para altura de mazorca la mayoría de los grupos superaron al mejor padre, solamente NPF x EPF y EPF x EMF fueron negativos.

Cuadro 20. Efectos estimados para aptitud combinatoria específica de seis tipos de cruzas (grupos) para diferentes características agronómicas en maíz bajo condiciones de temporal.

Tipo de cruz	Efectos de Aptitud Combinatoria Específica					
	Rendimiento	Altura de planta	Altura de mazorca	Días a flor masculina	Días a flor femenina	Intervalo de floración
NPF x NMF	-0.22	-15.83*	-13.50	-0.50	0.00	0.50
NPF x EPF	0.09	6.17	0.00	0.00	0.00	0.00
NPF x EMF	0.13	9.67	13.50	0.50	0.00	-0.50
NMF x EPF	0.13	9.67	13.50	0.50	0.00	-0.50
NMF x EMF	0.09	6.17	0.00	0.00	0.00	0.00
EPF x EMF	-0.22	-15.83*	-13.50	-0.50	0.00	0.50
E.E. s_{ij}	0.89	7.03	22.29	1.57	1.69	0.78
E.E. $(s_{ij} - s_{ik})$	1.53	12.17	38.60	2.72	2.93	1.35
E.E. $(s_{ij} - s_{kl})$	2.17	17.22	54.59	3.85	4.15	1.91

* Significativo al 5% de probabilidad.

** Significativo al 1% de probabilidad.

Cuadro 20continuación

Efectos de Aptitud Combinatoria Específica

Area foliar total	Indice de área foliar	Area foliar de las hojas arriba de la mazorca	Area foliar de las hojas abajo de la mazorca	Area foliar de la hoja bandera
-0.008	0.007	-0.0054	-0.0078	0.00007
0.005	0.012	-0.0050	0.0056	0.00007
0.004	-0.020	0.0104	0.0022	-0.00013
0.004	-0.020	0.0104	0.0022	-0.00013
0.005	0.012	-0.0050	0.0056	0.00007
-0.008	0.007	-0.0054	-0.0078	0.00007
0.03	0.03	0.03	0.02	0.0002
0.04	0.04	0.05	0.03	0.0004
0.06	0.06	0.08	0.04	0.0006

Cuadro 20continuación

Efectos de Aptitud Combinatoria Específica				
Area foliar de la hoja de la mazorca	Número total de hojas	Número de la hoja de la mazorca	Número de ramas de la espiga	Acame de tallo
0.0003	-0.33	-0.17	-0.67	-0.02
0.0002	0.17	-0.17	-0.17	0.02
-0.0005	0.17	0.33	0.83	-0.01
-0.0005	0.17	0.33	0.83	-0.01
0.0002	0.17	-0.17	-0.17	0.02
0.0003	-0.33	-0.17	-0.67	-0.01
0.0005	0.50	0.25	3.47	0.10
0.0009	0.87	0.44	6.00	0.17
0.0012	1.23	0.62	8.49	0.25

Cuadro 21. Heterosis (H) y heterobelitiosis (HB) de seis tipos de cruzas (grupos) para diferentes características agronómicas en maíz bajo condiciones de temporal.

Cruza	Rendimiento		Altura de planta		Altura de mazorca		Días a flor masculina		Días a flor femenina		Intervalo de floración	
	H	HB	H	HB	H	HB	H	HB	H	HB	H	HB
NPF x NMF	101.30	-0.61	104.14	1.34	112.20	11.29	82.68	-1.33	98.06	-3.80	66.67	-50.00
NPF x EPF	110.09	-7.28	128.95	-1.34	81.63	-3.23	97.30	-2.70	98.04	-2.60	120.00	0.00
NPF x EMF	114.63	5.74	122.71	3.36	138.46	16.13	98.04	1.35	96.86	0.00	66.67	-50.00
NMF x EPF	109.44	-6.34	123.64	-3.55	188.09	29.51	99.33	0.00	98.72	-2.53	57.14	-50.00
NMF x EMF	112.98	6.17	111.93	-3.55	124.27	4.92	100.00	2.67	97.53	-4.82	50.00	-50.00
EPF x EMF	112.56	1.93	97.24	-13.73	84.85	-33.33	96.73	-6.33	97.50	-6.02	114.29	0.00

Cuadro 21continuación

Area foliar total		Indice de área foliar		Area foliar de las hojas arriba de la mazorca		Area foliar de las hojas abajo de la mazorca		Area foliar de la hoja bandera		Area foliar de la hoja de la mazorca	
H	HB	H	HB	H	HB	H	HB	H	HB	H	HB
106.41	-3.28	95.24	-9.09	107.98	-0.79	101.23	-12.76	94.74	-10.00	92.73	-10.53
96.54	-4.58	85.71	-18.18	78.91	-31.87	112.38	3.74	70.00	-30.00	88.50	-16.67
97.48	-15.29	82.93	-19.05	72.44	-45.19	121.02	20.71	78.95	-25.00	83.50	-18.87
93.39	-14.29	81.82	-18.18	105.47	-1.51	94.42	-23.83	73.68	-30.00	78.63	-23.33
95.10	-9.53	102.33	0.00	74.07	-40.27	106.48	-8.36	105.56	5.56	97.20	-8.77
77.47	-32.00	93.02	-9.09	54.72	-32.00	100.86	-6.68	78.95	-25.00	96.36	-11.67

Cuadro 21continuación

Número total de hojas		Número de la hoja de la mazorca		Número de ramas de la espiga		Acame de tallo		Mazorcas podridas		Mala cobertura		<i>Fusarium spp</i>	
H	HB	H	HB	H	HB	H	HB	H	HB	H	HB	H	HB
100.00	-7.69	106.67	0.00	105.26	-9.09	108.11	-25.93	101.96	-23.53	100.00	-16.00	106.38	4.17
104.76	0.00	100.00	0.00	100.00	-12.50	95.45	-22.22	121.74	-3.45	120.00	4.35	91.53	-22.86
104.34	9.09	106.67	0.00	80.00	25.00	47.06	-70.37	109.09	-21.05	102.33	-15.38	81.08	-37.50
104.35	-7.69	106.67	0.00	141.18	9.09	148.15	17.65	79.37	-26.47	104.17	0.00	82.76	-31.43
104.00	0.00	100.00	0.00	92.86	-23.53	141.18	-29.45	94.44	-10.53	105.88	3.85	105.56	-17.39
100.00	-8.33	93.33	-12.50	78.26	-47.06	50.00	-64.71	98.51	-13.16	102.04	-3.85	83.33	-45.71

Para días a flor masculina los grupos NPF x NMF, EPF x EMF mostraron el valor más pequeño (-0.50) y NPF x EMF, NMF x EPF el valor más alto 0.50. Los otros dos grupos no mostraron efecto. Dos grupos NPF x EMF y NMF x EMF superaron al mejor padre, y el grupo NMF x EPF lo igualó en dicha característica.

No se observaron efectos de ACE en ningún grupo para la característica días a flor femenina, el grupo NPF x EMF igualó al mejor padre y los demás fueron inferiores.

Para intervalo de floración el menor efecto de ACE (-0.50) fue para los grupos NPF x EMF y NMF x EPF, y el mayor (0.50) para NPF x NMF y EPF x EMF, los otros grupos no presentaron efecto, ningún grupo superó al mejor padre.

Dos grupos NPF x NMF y EPF x EMF mostraron efectos de ACE negativos (-0.008) para área foliar total, los otros grupos presentaron efectos casi iguales, ningún grupo superó al mejor padre.

Para índice de área foliar los grupos NPF x EPF, NMF x EMF mostraron valores altos de ACE (0.012), para NPF x EMF y NMF x EPF el valor fue bajo (-0.020). El grupo NMF x EMF igualó al mejor padre y los demás fueron inferiores.

Los efectos de ACE para el área foliar de las hojas situadas arriba de la mazorca, únicamente los grupos NPF x EMF y NMF x EPF presentaron valor alto (0.0104), los demás grupos mostraron efectos negativos similares, ningún grupo superó al mejor padre en esta característica.

Para el área foliar de las hojas situadas abajo de la mazorca el mayor efecto positivo (0.0056) fue para dos grupos NPF x EPF y NMF y EMF y el menor (-0.0078) fue para los grupos NPF x NMF y EPF x EMF. Dos grupos NPF x EPF y NPF x EMF superaron al mejor padre con valores de heterobel-tiosis de 3.74 y 20.71 por ciento respectivamente.

Los efectos de ACE para el área foliar de la hoja bandera y mazorca fueron los siguientes: los grupos NPF x EMF y NMF x EPF mostraron efectos negativos iguales -0.00013 y -0.0005 para dichas características respectivamente, mientras que los demás grupos tuvieron efectos de ACE similares 0.00007 y 0.0003 para área foliar de la hoja bandera y mazorca respectivamente, ningún grupo superó al mejor padre, excepto NMF x EMF que superó al mejor padre 5.56 por ciento para la hoja bandera.

Para número total de hojas los efectos de ACE de los grupos NPF x NMF y EPF x EMF fueron negativos (-0.33) para los demás grupos fueron positivos (0.17). El grupo NPF x EMF superó al mejor padre (9.09 por ciento), los grupos NPF x EPF y NMF x EMF igualaron al mejor padre.

Para número de la hoja de la mazorca los grupos NPF x EMF y NMF x EPF mostraron el mayor efecto de ACE (0.33) los demás grupos presentaron un efecto negativo (-0.17). Todos los grupos igualaron al mejor padre a excepción de EPF x EMF que fue inferior (-12.50 por ciento).

Los efectos de ACE para número de ramas de la espiga fueron positivos y altos (0.83) para los grupos NPF x EMF,

NMF x EPF y bajos (-0.67) para los grupos NPF x NMF y EPF x EMF. Los dos primeros grupos mencionados superaron al mejor padre en esta característica con un valor de 25 y 9.09 por ciento respectivamente.

Para acame de tallo los grupos NPF x EMF, NMF x EPF y EPF x EMF mostraron un valor bajo de ACE (-0.01). Todos los grupos fueron inferiores que el mejor padre para esta característica excepto NMF x EPF que fue superior 17.65 por ciento.

Los datos de heterobeltiosis nos indican que para la característica mazorcas podridas todos los grupos fueron inferiores al mejor padre.

Para mala cobertura el grupo NMF x EPF igualó al mejor padre, NPF x EPF y NMF x EMF superaron al mejor padre 4.35 y 3.85 por ciento respectivamente.

Para la característica *Fusarium spp* todos los grupos fueron inferiores al mejor padre excepto NPF x NMF que fue superior 4.17 por ciento.

Las medias y los efectos de aptitud combinatoria específica de las mejores cruzas en cuanto a rendimiento considerando altura (sin importar el tipo de follaje) bajo condiciones de temporal se muestran en el Cuadro 22.

Las cinco mejores cruzas de plantas normal por normal (N x N) fueron la 22 (NPF-2 x NMF-1), la 19 (NMF-1 x NMF-2), la 17 (NPF-3 x NPF-1), la 24 (NPF-3 x NMF-1) y 28 (NMF-2 x NPF-1). Las cinco mejores de las cruzas normal por enano (N x E) fueron la 58 (NPF-3 x EPF-3), la 61 (NMF-2 x

Cuadro 22. Medias (\bar{X}) y aptitud combinatoria (ACE) de las mejores cruzas considerando altura en maíz bajo condiciones de temporal.

Tipo de cruz	Rendimiento ton/ha		Altura de planta (cm)		Altura de mazorca (cm)		Días a flor masculina		Días a flor femenina		Intervalo de floración	
	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE
Normal x Normal												
NPF-2 x NMF-1	8.041	1.18	171	-4.88	80	-3.56	74	-2.44	76	-2.16	2	0.06
NMF-1 x NMF-2	7.356	0.18	153	-7.38	73	-5.00	76	-0.14	78	-1.26	2	-0.34
NPF-3 x NPF-1	7.209	0.01	131	-38.98**	49	-27.76	74	1.66	76	0.64	2	-0.05
NPF-3 x NMF-1	7.176	0.24	168	-6.28	84	-1.66	78	0.26	80	0.64	2	0.36
NMF-2 x NPF-1	7.158	-0.28	151	-5.08	72	2.95	72	-8.74**	76	0.74	4	1.26
Media	7.388		154		71.6		74.8		77.2		2.4	
Normal x Enano												
NPF-3 x EPF-3	8.930	2.74	140	12.32	58	6.65	72	0.56	75	2.34	3	-0.05
NMF-2 x EPF-2	8.156	1.91	137	13.52	46	-4.96	75	2.76	76	-0.06	1	-2.05
NMF-2 x EMF-1	7.998	0.91	138	16.62	62	11.25	73	-0.34	78	0.44	5	1.56
EMF-1 x NPF-2	7.714	0.98	167	30.12**	69	12.65	74	0.36	76	-0.46	2	-1.05
EMF-1 x NPF-1	7.590	0.62	142	11.32	58	6.25	77	2.96	79	1.54	2	-0.05
Media												
Enano x Enano												
EPF-2 x EMF-2	6.886	1.10	99	-11.58	31	-11.86	74	-1.64	77	-1.36	3	9.06**
EMF-1 x EPF-1	6.627	0.95	92	-8.98	31	-2.86	77	1.56	79	1.04	2	-0.75
EMF-1 x EPF-2	6.441	0.68	87	-11.08	29	-4.66	73	-2.54	76	-2.26	3	-0.06
EPF-1 x EMF-2	6.161	0.46	109	-4.48	37	-6.06	74	-1.54	77	-1.06	3	0.26
EMF-3 x EMF-2	5.955	-0.41	117	1.32	55	0.15	71	2.96	85	3.84	4	0.66
Media	6.414		101		37		76		79		3	

Cuadro 22.....continuación

Area foliar total (dm ²)		Indice de área foliar		Area foliar de las hojas arriba de la mazorca (dm ²)		Area foliar de las hojas abajo de la mazorca (dm ²)		Area foliar de la hoja bandera (dm ²)		Area foliar de la hoja de la mazorca (dm ²)	
\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE
37.82	2.49**	0.28	0.04	15.73	3.66**	22.09	3.66**	0.23	0.04**	0.78	0.21**
40.81	7.17**	0.37	0.13**	14.66	0.06	26.15	2.98**	0.26	0.06**	0.84	0.19**
23.14	-3.40**	0.19	0.02	09.03	0.34**	14.11	-3.61**	0.21	0.06**	0.52	0.08**
35.07	-1.80**	0.24	0.07	12.23	1.58**	22.84	0.30**	0.16	-0.01**	0.54	-0.004**
29.43	2.54**	0.19	0.003	11.50	-1.15**	17.93	1.59**	0.20	0.014**	0.36	-0.11**
33.25		0.25		12.63		20.62		0.21		0.61	
22.35	-1.05**	0.16	-0.02	07.81	-1.04**	14.54	0.56**	0.12	-0.06**	0.48	-0.04**
27.44	4.57**	0.14	-0.03	17.16	5.64**	13.06	6.80**	0.14	-0.01**	0.46	-0.02**
28.63	-8.05**	0.16	-0.03	10.53	-1.83**	18.18	-0.06**	0.17	-0.02**	0.38	-0.11**
28.93	0.56**	0.16	-0.02	09.09	-0.74**	19.85	2.28**	0.14	-0.03**	0.41	-0.09**
29.36	1.38**	0.16	-0.03	11.25	1.41**	18.11	-0.11**	0.17	0.01**	0.41	-0.02**
27.34		0.16		11.17		16.75		0.15		0.43	
15.48	-9.06**	0.15	-0.004	06.57	-3.65**	08.91	-3.65**	0.14	0.002*	0.51	0.06**
34.18	8.21**	0.27	0.06	11.84	0.20**	22.34	0.20**	0.18	0.03**	0.67	0.13**
22.77	-1.19**	0.22	0.06	08.09	-0.62**	14.51	-0.62**	0.14	0.01**	0.55	0.11**
22.81	-3.75**	0.17	-0.03	08.46	-4.69**	14.35	-4.69**	0.13	-0.03**	0.47	-0.08**
37.17	5.95**	0.25	0.04	23.43	11.53**	13.74	11.53**	0.20	0.03**	0.57	0.07**
26.48		0.21		11.68		14.77		0.14		0.55	

Cuadro 22continuación

No. total de hojas		No. de la hoja de la mazorca		No. de ramas de la espiga		Acame de tallo (\log_{10})		Mazorcas podridas*		Mala cobertura*		Fusarium spp*	
\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE
13	-0.25	8	-1.29	10	0.49	0.30	-0.04	25	-	21	-	19	-
13	0.06	9	0.71	12	0.99	0.10	-0.10	34	-	26	-	22	-
10	-1.15	7	-0.19	10	0.79	0.10	-0.04	9	-	23	-	23	-
14	0.46	9	-1.49	8	-2.21	0.10	-0.10	30	-	20	-	20	-
11	0.46	7	1.009	10	-0.0009	0.16	0.02	19	-	26	-	10	-
12		8		10		0.15		25		23		19	
11	0.36	7	0.11	6	0.09	0.10	-0.06	17	-	21	-	36	-
9	-1.55	8	0.11	9	2.29	0.10	0.001	00	-	29	-	18	-
11	-0.25	8	0.31	7	-1.61	0.10	0.03	30	-	16	-	19	-
12	0.46	8	0.31	8	0.89	0.10	-0.11	31	-	13	-	13	-
11	-0.45	7	-0.19	12	0.89	0.10	-0.001	18	-	32	-	12	-
11		8		9		0.10		19		22		10	
10	-1.45	7	-0.89	7	-1.91	0.00	-0.01	20	-	31	-	20	-
12	0.26	8	0.31	8	-0.41	0.10	-0.02	27	-	27	-	17	-
12	0.56	8	-0.09	7	-0.81	0.00	-0.06	34	-	31	-	11	-
12	0.26	8	0.51	9	-0.51	0.00	-0.07	32	-	29	-	22	-
13	0.46	8	-0.19	18	1.69	0.00	0.007	38	-	26	-	13	-
12		8		10		0.02		30		29		17	

* Arc sen $\sqrt{X/100}$

EPF-2), 64 (NMF-2 x EMF-1), la 36 (EMF-1 x NPF-2) y 35 (EMF-1 x NPF-1) y las cinco mejores del grupo enano x enano (E x E) fueron la 9 (EPF-2 x EMF-2), la 12 (EMF-1 x EPF-1), la 13 (EMF-1 x EPF-2), la 7 (EPF-1 x EMF-2) y la 6 (EMF-2 x EMF-2).

Para rendimiento el grupo que mostró más alto valor fue N x E (8.078 ton/ha), siguiéndole el grupo N x N y E x E con 7.388 y 6.414 ton/ha respectivamente.

La mayor altura de planta y mazorca fue para el grupo N x N (155 x 72 cm) y la menor para el grupo E x E (101 x 37 cm) respectivamente.

Para días a floración masculina y femenina el grupo E x E fue el más tardío 76 x 79 días respectivamente, los otros dos grupos casi fueron iguales, no hubo diferencia notable para el intervalo de floración.

El área foliar total, área foliar de las hojas arriba de la mazorca y hoja bandera fue mayor (33.25, 12.63, 0.21 dm² respectivamente) para el grupo N x N, para los otros grupos la diferencia fue muy pequeña.

El índice de área foliar fue mayor en el grupo N x N (0.25) para el grupo E x E (0.21) y para N x E (0.16).

El área foliar de las hojas de abajo de la mazorca fue alta para N x N (20.62 dm²) y menor para N x E y E x E (16.75 y 14.77 dm² respectivamente).

El área foliar de la hoja de la mazorca mostró valores en el orden siguiente: el grupo N x N (0.61 dm²), E x E (0.55 dm²) y N x E (0.43 dm²).

El número total de hojas y número de ramas de la espiga fueron 12 y 10 para N x N y E x E, mientras que para el grupo N x E fueron 11 y 9, respectivamente. El número de la hoja de la mazorca fue igual (8) para los tres grupos).

El grupo que mostró menos acame fue E x E (0.02), mientras que el grupo N x N fue el que mostró más (0.15).

En cuanto a las características mazorcas podridas, mala cobertura, y *Fusarium spp* los grupos mostraron valores como sigue: N x N (25, 23 y 19), N x E (19, 22 y 20) y E x E (30, 29, 17).

Las medias y los efectos de aptitud combinatoria específica de las mejores cruzas en cuanto a rendimiento considerando el follaje (sin considerar la altura) bajo condiciones de temporal se muestran en el Cuadro 23.

Las cinco mejores cruzas mucho follaje x mucho follaje fueron la 64 (NMF-2 x EMF-1), la 19 (NMF-1 x NMF-2), 46 (EMF-2 x NMF-1), 65 (NMF-2 x EMF-3) y la 48 (EMF-3 x NMF-3), las mejores mucho follaje x poco follaje (MF x PF) fueron la 61 (NMF-2 x EPF-3), la 22 (NPF-2 x NMF-1), la 36 (EMF-1 x NPF-2), la 55 (NPF-2 x EMF-3) y la 35 (EMF-1 x NPF-1) las mejores poco follaje x poco follaje (PF x PF) fueron la 53 (NPF-3 x EPF-3), la 17 (NPF-3 x NPF-1) la 16 (NPF-2 x NPF-1), la 50 (NPF-2 x EPF-1) y la 32 (EPF-2 x NPF-1).

Para rendimiento el grupo que mostró mayor valor 7.830 toneladas por hectárea fue MF x PF, sin embargo no existe diferencia notable con los otros dos grupos.

La mayor altura de planta (153 cm) fue para el grupo MF x PF para PF x PF (144 cm) y para MF x MF (140 cm).

Cuadro 23. Medias (\bar{X}) y aptitud combinatoria específica (ACE) de las mejores cruzas en cuanto a rendimiento considerando el follaje en maíz bajo condiciones de temporal.

Tipo de Cruza	Rendimiento ton/ha		Altura de planta (cm)		Altura de mazorca (cm)		Días a flor masculina		Días a flor femenina	
	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE
Mucho Follaje x Mucho Follaje										
NMF-2 x EMF-1	7.998	0.91	138	16.62	62	11.25	73	-0.34	78	0.44
NMF-2 x NMF-1	7.356	0.10	153	-7.38	73	-5.00	76	-0.14	78	-1.26
EMF-2 x NMF-1	6.909	0.20	142	-5.48	70	0.15	80	0.46	82	0.44
NMF-2 x EMF-3	6.838	0.01	124	-4.58	55	-7.96	77	2.36	80	1.14
EMF-3 x NMF-3	6.758	1.00	143	20.12	70	11.25	77	-0.86	79	-0.76
Media	7.172		140		60		77		79	
Mucho Follaje x Poco Follaje										
NMF-2 x EPF-2	8.156	1.91	137	13.52	46	-4.96	75	2.76	76	-0.06
NPF-2 x NMF-1	8.041	1.18	171	-4.88	80	-3.56	74	-2.44	76	-2.16
NPF-2 x EMF-1	7.714	0.98	167	30.12**	69	12.65	74	0.36	76	-0.46
NPF-2 x EMF-3	7.667	1.15	150	5.92	78	9.45	73	1.93	75	-2.76
EMF-1 x NPF-1	7.570	0.62	142	11.32	58	6.25	77	2.96	79	1.54
Media	7.830		153		66		75		76	
Poco Follaje x Poco Follaje										
NPF-3 x EPF-3	8.930	2.74	140	12.32	58	6.35	72	0.56	75	2.34
NPF-3 x NPF-1	7.209	0.01	131	-38.98**	49	-27.76	74	1.66	76	0.64
NPF-2 x NPF-1	6.799	-0.33	154	-17.58	60	-14.66	75	3.96	78	3.84
NPF-2 x EPF-1	6.775	0.93	155	13.12	64	7.25	71	-1.44	73	-1.66
EPF-2 x NPF-1	6.565	0.41	139	6.22	59	7.05	73	0.06	75	-0.96
Media	7.256		144		58		73		75	

Cuadro 23:.....continuación

Intervalo de floración		Area foliar total (dm ²)		Índice de área foliar		Area foliar de las hojas arriba de la mazorca (dm ²)		Area foliar de las hojas abajo de la mazorca (dm ²)	
\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE
5	1.56	28.63	-8.05**	0.16	-0.03	10.53	-1.83**	18.10	-0.06*
2	-0.34	40.81	7.17**	0.37	0.13**	14.66	0.06**	26.15	2.98**
2	-0.25	32.15	-3.16**	0.22	-0.01	11.05	-2.25**	21.10	0.17**
3	-0.45	26.59	-2.96**	0.21	-0.01	4.74	-8.46**	16.86	-2.49**
2	-1.85	33.62	3.68**	0.30	0.10**	11.67	1.85**	21.94	2.24**
3		32.36		0.25		10.53		20.83	
1	-2.05	27.44	4.57**	0.14	-0.03	17.16	5.64**	13.06	6.80**
2	0.06	37.82	2.49**	0.28	0.04	15.73	3.66**	22.09	-0.49**
2	-1.05	28.93	-0.35**	0.16	-0.02	9.09	-0.74**	19.85	2.28**
2	-1.05	30.80	0.44	0.17	-0.04	11.08	0.41**	19.72	0.96**
2	-0.05	29.36	1.38**	0.16	-0.03	11.25	1.41**	18.11	-0.11**
2		30.87		0.18		12.86		18.56	
3	-0.05	22.35	-1.05**	0.16	-0.02	7.81	-1.04**	14.54	0.56**
2	-0.05	23.14	-3.40**	0.19	0.02	9.03	0.34**	14.11	-3.61**
3	0.66	27.04	-1.52**	0.20	0.02	10.97	0.85**	16.08	-5.67**
2	-0.45	31.47	4.89**	0.27	0.06	10.67	-1.25**	20.79	4.50**
2	-0.25	21.82	-2.35**	0.18	0.02	7.36	-1.64**	14.46	-1.86**
2		25.16		0.20		9.17		16.00	

Cuadro 23:.....continuación

Area foliar de la hoja bandera (dm ²)		Area foliar de la hoja de la mazorca (dm ²)		Número total de hojas		Número de la hoja de la mazorca		Número de ramas de la espiga	
\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE
0.17	-0.02**	0.38	-0.11**	11	-0.25	8	0.31	7	-1.61
0.26	0.06**	0.84	0.19**	13	0.06	9	0.71	12	0.99
0.18	-0.01**	0.58	0.03**	13	-0.85	9	0.71	13	-0.21
0.16	-0.03**	0.49	-0.04**	13	1.36	8	-0.19	11	-3.11
0.22	0.08**	0.64	0.18	13	0.36	9	0.21	18	1.29
0.20		0.59		13		9		12	
0.14	-0.01**	0.46	-0.02**	9	-1.55	8	0.11	9	2.29
0.23	0.04**	0.78	0.21**	13	-0.25	8	-1.29	10	0.49
0.14	-0.03**	0.41	-0.09**	12	0.46	8	0.31	8	0.89
0.15	-0.02**	0.45	-0.08**	11	-0.95	8	-0.19	11	-1.61
0.17	0.01**	0.41	-0.02**	11	-0.45	7	-0.19	12	0.89
0.17		0.50		11		8		10	
0.12	-0.06**	0.48	-0.04**	11	0.36	7	0.11	6	0.09
0.21	0.06**	0.52	0.08**	10	-1.15	7	-0.19	10	0.79
0.15	-0.02**	0.48	0.01**	11	0.16	7	0.009	8	-0.51
0.19	0.03**	0.69	0.11**	12	0.86	8	0.51	7	1.19
0.13	0.01**	0.52	-0.11**	11	0.26	7	-0.39	11	1.79
0.16		0.54		11		7		8	

Cuadro 23:.....continuación

Acame de tallo (log ₁₀)		Mazorcas podridas*		Mala cobertura*		Fusarium spp*	
\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE	\bar{X}	ACE
0.10	0.03	30	-	16	-	19	-
0.10	-0.10	34	-	26	-	22	-
0.10	-0.01	32	-	37	-	15	-
0.00	-0.08	45	-	27	-	28	-
0.20	0.07	28	-	29	-	14	-
0.10		34		27		20	
0.10	0.001	0	-	29	-	18	-
0.30	-0.04	25	-	21	-	19	-
0.10	-0.11	31	-	13	-	13	-
0.10	-0.12	32	-	14	-	14	-
0.10	-0.001	18	-	32	-	12	-
0.10		21		22		15	
0.10	-0.06	17	-	21	-	36	-
0.10	-0.04	9	-	23	-	23	-
0.40	0.13	15	-	14	-	22	-
0.30	0.01	33	-	25	-	32	-
0.00	-0.13	33	-	42	-	12	-
0.20		21		25		25	

* Arc sen $\sqrt{X/100}$

Para altura de mazorca fue la misma (66 cm) para MF x MF y MF x PF y para PF x PF fue (58 cm).

Para días a floración masculina y femenina el grupo MF x MF fue el más tardío 77 y 79 días respectivamente, el más precoz fue PF x PF 73 y 75 días. El intervalo de floración fue más largo (3 días) para el grupo MF x MF y más corto (2 días) para los otros dos grupos.

Para área foliar total el mayor valor fue para MF x MF 32.36 dm², sin embargo no hubo diferencia notable con MF x PF que presentó un valor de 30.87 dm², pero sí con PF x PF cuyo valor fue 25.16 dm².

El índice de área foliar mayor lo presentó el grupo MF x MF (0.25 dm²) y el menor el grupo MF x PF (0.18 dm²).

Para el área foliar de las hojas situadas arriba de la mazorca fue el grupo MF x PF el de mayor valor 12.86 dm², siguiéndole MF x MF con 10.53 dm² y PF x PF con 9.17 dm².

Para el área foliar de las hojas situadas abajo de la mazorca MF x MF fue el de valor más alto 20.83 dm² y PF x PF el de menor valor 16 dm².

El área foliar de la hoja bandera fue mayor 0.20 dm² para MF x MF, para los otros dos grupos casi fue igual.

El área foliar de la hoja de la mazorca fue mayor para MF x MF 0.59 dm², para MF x PF y PF x PF fue 0.50 y 0.54 dm² respectivamente.

El número de hojas fue más alto para el grupo MF x MF y para los otros dos grupos fue 11.

El número de la hoja de la mazorca y ramas de la espiga mostraron valores en el siguiente orden para MF x MF, MF x PF y PF x PF de 9 y 12, 8 y 10, 7 y 8 para cada grupo respectivamente.

El acame de tallo fue mayor para el grupo PF x PF (0.20) para los otros dos grupos fue igual a 0.10.

Las medias de las características mazorcas podridas, mala cobertura y *Fusarium spp* mostraron los siguientes valores para cada uno de los grupos MF x MF (34, 27 y 20), MF x PF (21, 22 y 15), y PF x PF (21, 25 y 25).

El análisis de correlación múltiple entre varias características bajo condiciones de temporal se muestra en el Cuadro 24.

Los coeficientes de correlación más sobresalientes, altamente significativas e importantes fueron los siguientes: se observó estrecha correlación entre rendimiento y área foliar de la hoja de la mazorca (-1.00), área foliar de las hojas situadas abajo de la mazorca (0.94), área foliar de las hojas situadas arriba de la mazorca (-0.95), área foliar total por planta (-1.00), altura de planta (-1.00), días a flor femenina (1.00), días a flor masculina (0.98).

Entre número de la hoja de la mazorca y área foliar de la hoja bandera (1.00), área foliar de las hojas situadas abajo de la mazorca (0.99), área foliar de las hojas situadas arriba de la mazorca (-0.98), índice de área foliar (1.00), intervalo de floración (1.00), días a flor masculina (0.94).

Cuadro 24. Correlaciones fenotípicas entre diferentes características agronómicas de maíz bajo condiciones de temporal.

Característica	Número de la hoja de la mazorca	Area de la hoja de la mazorca	Area foliar de la hoja bandera
Rendimiento	0.87**	-1.00**	0.87**
Número de la hoja de la mazorca	-	-0.87**	1.00**
Area foliar de la hoja de la mazorca	-	-	-0.87**
Area foliar de la hoja bandera	-	-	-
Area foliar de las hojas abajo de la mazorca	-	-	-
Area foliar de las hojas arriba de la mazorca	-	-	-
Indice de área foliar	-	-	-
Area foliar total	-	-	-
Número de ramas de la espiga	-	-	-
Altura de planta	-	-	-
<i>Fusarium spp</i>	-	-	-
Mala cobertura	-	-	-
Intervalo de floración	-	-	-
Días a flor femenina	-	-	-
Días a flor masculina	-	-	-

* Significativo al 5% de probabilidad

** Significativo al 1% de probabilidad.

Cuadro 24.....continuación

Area foliar de las hojas abajo de la mazorca	Area foliar de las hojas arriba de la mazorca	Indice de área foliar	Area foliar total	Número de rama de la espiga
0.94**	-0.95**	0.87**	-1.00**	-0.87**
0.99**	0.98**	1.00**	-0.87**	-0.50**
-0.94**	0.95**	-0.87**	1.00**	0.87**
0.99**	-0.97**	1.00**	-0.87**	-0.50**
-	-1.00**	0.99**	-0.93**	-0.63**
-	-	-0.98**	0.95**	0.67**
-	-	-	-0.87**	-0.50**
-	-	-	-	0.87
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

* Significativo al 5% de probabilidad

** Significativo al 1% de probabilidad

Cuadro 24continuación

Altura de planta	<i>Fusarium spp</i>	Mala cobertura	Intervalo de floración	Días a flor femenina	Días a flo masculina
-1.00**	-0.10 NS	0.99**	0.87**	1.00**	0.98**
0.87**	-0.59**	0.92**	1.00**	0.87**	0.94**
1.00**	0.10	-0.99**	-0.87**	-1.00**	-0.98**
-0.87**	-0.59**	-0.92**	1.00**	0.87**	0.94**
-0.94**	0.45**	0.97**	0.99**	0.96**	0.99**
0.95**	0.41**	-0.98**	-0.98**	-0.95**	-0.99**
-0.87**	-0.59**	0.92**	1.00**	0.87**	0.94**
1.00**	0.10	-0.99**	-0.87**	-1.00**	-0.98**
0.87**	-0.41	-0.80**	-0.50**	-0.87**	-0.76**
-	0.10	-0.99**	-0.87**	-1.00**	-0.98**
-	-	-0.22	-0.59**	-0.10	-0.29*
-	-	-	0.92**	0.99**	1.00**
-	-	-	-	0.87**	0.94**
-	-	-	-	-	0.98**
-	-	-	-	-	-

* Significativo al 5% de probabilidad

** Significativo al 1% de probabilidad

Entre área foliar de la hoja de la mazorca y área foliar de las hojas situadas abajo de la mazorca (-0.94), área foliar de las hojas situadas arriba de la mazorca (0.95), área foliar total por planta (1.00), altura de planta (1.00), días a flor femenina (-1.00), días a flor masculina (-0.98).

Entre área foliar de la hoja bandera y área foliar de las hojas situadas abajo de la mazorca (0.99), área foliar de las hojas situadas arriba de la mazorca (-0.97), índice de área foliar (1.00), intervalo de floración (1.00), días a flor masculina (0.94).

Entre área foliar de las hojas situadas abajo de la mazorca y área foliar de las hojas arriba de la mazorca (-1.00), índice de área foliar (0.99), área foliar total por planta (-0.93), altura de planta (-0.94), intervalo de floración (0.99), días a flor femenina (0.96) y días a flor masculina (0.99).

Entre área foliar de las hojas situadas arriba de la mazorca y el índice de área foliar (-0.98), área foliar total por planta (0.95), altura de planta (0.95), intervalo de floración (-0.98) días a flor femenina (-0.95) y días a flor masculina (-0.99).

Entre índice de área foliar y el intervalo de floración (1.00) días a flor masculina (0.94).

Entre área foliar total por planta (1.00), días a flor femenina (-1.00), días a flor masculina (-0.98).

Entre altura de planta y días a flor femenina (-1.00), días a flor masculina (-0.98).

Entre intervalo de floración y días a flor masculina (0.94).

Entre días a flor femenina y días a flor masculina (0.98).

El análisis de varianza combinado de aptitud combinatoria general (ACG), aptitud combinatoria específica (ACE), media y coeficiente de variación se muestran en el Cuadro 25.

Los resultados del análisis de varianza para ambientes fueron altamente significativos, excepto para las características número de ramas de la espiga que fue significativa, acame de tallo y mazorcas podridas que fueron no significativas. Para cruza todas las características fueron altamente significativas a excepción de mazorcas podridas que fue significativa. La aptitud combinatoria general fue altamente significativa para todas las características. Se observó significancia para la mayoría de las características en cuanto a ACG entre tipo de progenitores, solamente intervalo de floración, índice de área foliar, área foliar de la hoja bandera y área foliar de la hoja de la mazorca no fueron significativas.

La aptitud combinatoria específica mostró diferencia significativa para las características rendimiento, altura de planta, altura de mazorca, días a flor masculina, área foliar total, índice de área foliar, hojas arriba y abajo de

Cuadro 25. Análisis de varianza combinado (riego y temporal) para aptitud combinatoria general, aptitud combinatoria específica y coeficiente de variación de 19 características de maíz.

Fuentes de variación	g.l.	C u a d r a d o s m e d i o s					Intervalo de floración
		Rendimiento	Altura de planta	Altura de mazorca	Días a flor masculina	Días a flor femenina	
Ambientes (AMB)	1	160.85**	26150.31**	10050.57**	197.98**	124.45**	8.20**
Repeticiones/AMB	4	23.69**	650.51**	1633.82NS	41.84**	83.80**	7.85**
Cruzas (C)	65	4.60**	4646.50**	2709.68**	34.24**	27.78**	4.08**
ACG	11	13.35**	20621.85**	8657.24**	152.21**	120.92**	14.09**
ACG entre TP	3	37.33**	64420.58**	21887.08**	217.62**	292.60**	4.10NS
ACG/TP	8	4.36*	4197.33**	3696.00**	127.68**	56.55**	17.84**
ACE	54	2.82*	1392.27**	1498.14**	10.21**	8.80NS	2.05NS
C x AMB	65	2.79*	1810.03**	959.81NS	6.07NS	7.21NS	1.55NS
ACG x AMB	11	3.93NS	416.74**	3875.55**	4.55NS	6.47NS	1.42NS
ACG entre TP x AMB	3	3.72*	365.55*	401.34NS	4.31NS	6.86NS	1.72NS
ACG/TP x AMB	8	4.01NS	437.43**	5178.39**	4.64NS	6.45NS	1.31NS
ACE x AMB	54	2.55	2093.84**	373.27NS	6.38NS	7.24NS	1.57NS
Error conjunto	260	2.01	104.38	894.26	5.70	6.07	1.43
ACG/ACE		4.73	14.81	5.73	14.91	13.74	6.87
Coeficiente de Variación (%)		20.36	7.26	46.51	3.18	3.16	44.14

Cuadro 25continuación

C u a d r a d o s m e d i o s						
Area foliar (AF) total	Índice de área foliar	AF hojas arriba de la mazorca	AF hojas abajo de la mazorca	AF hoja bandera	AF hoja mazorca	Número total de hojas por planta
0.64**	0.14**	0.05**	0.25**	1.06×10^{-5} **	6.3×10^{-5} **	14.59**
0.0075**	0.0025NS	0.001NS	0.0025NS	4×10^{-7} *	1.03×10^{-6} NS	1.2NS
0.0206**	0.0154**	0.00021**	0.0098**	1.1×10^{-6} **	5.06×10^{-7} **	6.25**
0.0872**	0.0327**	0.0109**	0.0440**	2.7×10^{-6} **	5.45×10^{-6} **	29.86**
0.14**	0.026NS	0.014*	0.077**	2.2×10^{-6} NS	6.7×10^{-7} NS	36.56**
0.068**	0.0353**	0.0098**	0.0313**	2.9×10^{-6} NS	7.25×10^{-7} NS	27.35**
0.0078**	0.0089**	0.0033**	0.0033**	7×10^{-7} **	4.44×10^{-6} **	1.45**
0.0061**	0.0057**	0.0028**	0.0029**	4.8×10^{-7} **	2.75×10^{-6} **	1.97**
0.0109NS	0.0027NS	0.0055**	0.0036**	4×10^{-7} NS	2.2×10^{-6} NS	3.32**
0.0135**	0.0055*	0.0033NS	0.075**	8×10^{-7} *	2.2×10^{-6} NS	4.61NS
0.0099**	0.0017NS	0.0063NS	0.02**	2×10^{-7} NS	2.2×10^{-6} NS	2.84*
0.0051**	0.0063**	0.0022NS	0.0035**	5×10^{-8} NS	2.9×10^{-6} **	1.60**
0.002	0.002	0.002NS	0.001	2.7×10^{-7}	1.5×10^{-6}	0.83
11.18	3.67	3.30	13.33	3.86	1.23	20.59
13.75	24.04	33.17	17.57	29.08	22.78	7.70

Cuadro 25.....continuación

C u a d r a d o s m e d i o s					
Número de la hoja de la mazorca	Número de ramas de espiga	Acame de taño	Mazorcas podridas	Maía cobertura	<i>Fusarium spp</i>
10.02**	98.00*	0.22**	4.02NS	1.01NS	2179.40**
1.35**	61.34*	0.03**	309.11NS	667.14**	415.81**
3.49**	109.11**	0.05**	176.69*	224.24**	268.42**
15.22**	331.21**	0.16**	450.19**	865.27**	1007.03**
14.46**	525.74**	0.24**	826.04**	868.32**	1724.46**
15.51**	258.26**	0.13**	309.24**	864.13**	737.99**
1.11**	63.86**	0.03NS	120.98**	93.85**	117.96*
0.52*	26.33NS	0.03NS	281.85**	35.89NS	68.49**
0.37NS	3.91NS	0.03NS	319.42**	43.17NS	99.90**
0.59**	6.81NS	0.023NS	754.19**	61.01NS	291.68**
0.29*	29.21NS	0.036NS	156.38NS	36.48NS	27.98NS
0.55**	26.98NS	0.03*	274.20**	34.40NS	68.49**
0.20	25.08	0.02	128.71	35.53	40.54
13.71	5.19	5.3	3.72	9.22	8.54
5.74	46.39	119.49	39.04	25.13	32.41

* Significativo al 5% de probabilidad

** Significativo al 1% de probabilidad.

la mazorca, área foliar de la hoja bandera y de la mazorca, número total de hojas, número de la hoja de la mazorca, número de ramas de la espiga, mazorcas podridas, mala cobertura y *Fusarium spp.*

Por lo que respecta a las interacciones, el análisis de varianza para la interacción cruza por ambiente no mostró diferencias significativas para rendimiento, días a flor femenina, intervalo de floración, área foliar total, índice de área foliar, área foliar de la hoja bandera y mazorca, número de ramas de la espiga, número de la hoja de la mazorca, acame de tallo y mala cobertura. Para la interacción ACG x ambiente resultaron altamente significativas las características altura de planta y mazorca, área foliar de las hojas arriba y abajo de la mazorca, número total de hojas por planta, mazorcas podridas y *Fusarium spp.*

Las características rendimiento, altura de planta, área foliar total, índice de área foliar, área foliar de las hojas situadas abajo de la mazorca, área foliar de la hoja bandera, número de la hoja de la mazorca, mazorcas podridas y *Fusarium spp.*, fueron significativas para la interacción ACG entre tipo de progenitores x ambiente.

En cuanto a la interacción ACE x ambiente presentaron significancia las características, altura de planta, área foliar total, índice de área foliar, área foliar de las hojas abajo de la mazorca, área foliar de la hoja de la mazorca, número total de hojas, número de la hoja de la mazorca, acame de tallo, mazorcas podridas y *Fusarium spp.* En todas

Las características la ACG fue predominante con respecto a la ACE.

El coeficiente de variación presentó un rango de 3.16 a 119.49. Las medias de las 66 cruzas consideradas para diferentes características agronómicas bajo condiciones combinadas (temporal-riego) se muestran en el Apéndice C.

Los tipos de cruzas (de los grupos de medias combinadas) mostraron valores que se presentan en el Cuadro 26 como sigue:

Las cruzas NMF x NMF fueron las más rendidoras con 7.930 toneladas por hectárea, mientras que las EPF x EPF fueron las menos productivas con 4.975 toneladas por hectárea, el promedio general fue de 6.887 ton/ha.

La altura de planta varió desde 82 cm de las cruzas (EPF x EPF) hasta 162 de las NPF x NPF el promedio fue de 137 cm.

Para altura de mazorca se obtuvo un rango de variación de 23 cm de las cruzas EPF x EPF hasta 76 cm de las cruzas NPF x EMF.

Los grupos más precoces fueron NPF x EPF con 73 y 75 días en floración masculina y femenina respectivamente, los más tardíos fueron los EMF x EMF con 78 y 82 días respectivamente, el intervalo de floración varió de dos a cuatro días.

El área foliar total máxima fue para las EMF x EMF con 38.22 dm² y la mínima fue para las EPF x EPF con 24.52 dm el promedio general fue de 31.92 dm².

Cuadro 26. Medias combinadas (temporal y riego) de los grupos de cruzas para diferentes características agronómicas en maíz.

Grupo	Tipo de Cruza	Rendimiento Maz. ton/ha	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Días a flor masculina
1	Enanos poco follaje x Enanos poco follaje	4.975	82	23	75
2	Enanos mucho follaje x Enanos mucho follaje	6.783	108	46	78
3	Enanos poco follaje x Enanos mucho follaje	6.535	96	38	75
4	Normales poco follaje x Normales poco follaje	7.083	162	70	75
5	Normales mucho follaje x Normales mucho follaje	7.930	155	74	77
6	Normales poco follaje x Normales mucho follaje	7.379	160	75	74
7	Normales poco follaje x Enanos poco follaje	6.605	153	65	73
8	Normales poco follaje x Enanos mucho follaje	7.482	160	76	76
9	Normales mucho follaje x Enanos poco follaje	6.861	145	74	75
10	Normales mucho follaje x Enanos mucho follaje	7.240	147	72	77
Media		6.887	137	61	76

Cuadro 26continuación

Días a flor femenina	Intervalo de floración	Area foliar total (dm ²)	Índice de área foliar	Area foliar de las hojas arriba de la mazorca (dm ²)	Area foliar de las hojas abajo de la mazorca (dm ²)	Area foliar de la hoja bandera (dm ²)
77	2	24.52	0.21	11.16	13.64	0.19
82	4	38.22	0.24	17.15	21.67	0.20
78	3	28.01	0.22	10.61	17.39	0.17
77	2	28.87	0.20	11.51	17.38	0.23
80	3	36.83	0.24	13.31	24.62	0.19
77	3	33.73	0.21	12.83	21.67	0.19
75	2	28.33	0.19	10.47	18.14	0.15
78	2	32.13	0.20	11.52	20.77	0.18
78	2	32.60	0.21	13.10	19.65	0.15
80	3	35.91	0.24	12.86	23.64	0.20
78	2	31.92	0.22	12.45	19.74	0.19

Cuadro 26.....continuación

Area foliar de la hoja de la mazorca (dm ²)	Número total de hojas por planta	Número de la hoja de la mazorca	Número de ramas de la espiga	Acame de tallo (log ₁₀)	Mazorcas podridas*	Malta cobertura*	<i>Fusarium spp</i> *
0.60	11	7	6	0.13	35	22	28
0.57	12	8	17	0.05	33	27	13
0.57	11	8	11	0.06	32	27	17
0.60	11	7	9	0.20	19	18	20
0.59	13	8	12	0.09	32	25	22
0.54	12	8	11	0.16	27	20	24
0.50	11	7	7	0.18	28	23	24
0.51	12	8	11	0.09	29	21	14
0.52	12	8	12	0.15	28	25	21
0.54	13	8	13	0.10	29	25	17
0.55	12	8	11	0.12	29	25	20

* Arco sen $\sqrt{X/100}$

El índice de área foliar mayor fue de 0.24 para los grupos EMF x EMF, NMF x NMF y NMF x EMF y el menor de 0.19 para NPF x EPF.

Para el área foliar de las hojas arriba de la mazorca sobresale el grupo EMF x EMF con 17.15 dm² y el valor más bajo (10.47 dm²) lo presenta el grupo NPF x EPF, en promedio se tuvo 12.45 dm². Para el área foliar de las hojas de abajo de la mazorca el grupo NMF x NMF obtuvo el mayor valor con 24.62 dm² y el EPF x EPF el menor con 13.64 dm².

Los grupos NPF x EPF y NMF x EPF son los que presentaron hoja bandera más pequeña con un área de 0.15 dm² y el grupo NPF x NPF presentó 0.23 dm². Para la hoja de la mazorca el grupo NPF x EPF obtuvo el menor valor (0.50 dm²) y los grupos EPF x EPF y NPF x NPF el mayor con 0.60 dm².

El número total de hojas osciló entre 11 y 13 con una media de 12 y el número de la hoja de la mazorca entre siete y ocho.

El grupo que presentó mayor número de ramas en la espiga fue EMF x EMF con 17 y el grupo EPF x EPF el menor con seis.

El grupo NPF x NPF fue el que tendió más a acamarse con 0.20 y el EMF x EMF fue el que menos con 0.05, el promedio general fue de 0.12; EPF x EPF presentó el mayor porcentaje de mazorcas podridas con 35, mientras que NPF x NPF presentó menos con 19, este último grupo presentó también el menor porcentaje de mala cobertura (18) y los grupos EMF x EMF y EPF x EMF fueron los que presentaron mayor por ciento con

27, el grupo EPF x EPF fue el más susceptible a *Fusarium* con 28 y el que menos fue el grupo EMF y EMF con 13.

Los resultados de heterobeltiosis combinada para los diferentes tipos de cruzas se muestran en el Cuadro 27.

Para rendimiento únicamente el grupo NPF x EMF superó al mejor padre con un valor de 5.63 por ciento.

Para altura de planta ningún grupo superó al mejor padre. Para altura de mazorca los grupos NPF x EMF y NPF x NMF superaron al mejor padre 8.57 y 1.35 por ciento respectivamente, el grupo NMF x EPF igualó al mejor padre.

Para días a flor masculina y femenina todos los grupos fueron inferiores al mejor padre. Para intervalo de floración los grupos NPF x NMF y NPF x EPF igualaron al mejor padre, los demás fueron inferiores.

Ningún grupo superó al mejor padre para las características área foliar total, índice de área foliar (excepto NMF x EMF que igualó al mejor padre), área foliar de las hojas de arriba de la mazorca, área foliar de las hojas de abajo de la mazorca, (excepto NPF x EPF que lo superó 4.37 por ciento), área foliar de la hoja bandera (excepto NMF x EMF que igualó al mejor padre) y área foliar de la hoja de la mazorca.

Para la característica número total de hojas NPF x EPF, NPF x EMF y NMF x EMF igualaron al mejor padre.

Para número de la hoja de la mazorca todos los grupos igualaron al mejor padre.

Cuadro 27. Heterosis (H) y heterobeltiosis (HB) de seis tipos de cruzas (grupos) para diferentes características agronómicas en maíz. Análisis combinado (riego y temporal).

Cruza	Rendimiento		Altura de planta		Altura de mazorca		Días a flor masculina		Días a flor femenina		Intervalo de floración	
	H	HB	H	HB	H	HB	H	HB	H	HB	H	HB
NPF x NWF	98.30	-6.95	100.95	-1.23	104.17	1.35	97.37	-3.90	98.09	-3.75	120.00	0.00
NPF x EPF	109.55	-6.75	125.41	-5.55	139.79	-7.14	97.33	-2.67	97.40	-2.60	100.00	0.00
NPF x EMF	107.92	5.63	118.52	-1.23	131.03	8.57	99.35	-2.55	98.11	-4.63	66.67	-50.00
NWF x EPF	106.33	-13.48	122.36	-6.45	152.58	0.00	98.68	-2.60	99.36	-2.60	80.00	-33.33
NWF x EMF	98.42	-3.70	111.79	-5.16	120.00	-2.70	99.35	-1.28	98.77	-2.44	85.71	-25.00
EPF x EMF	111.16	-3.55	101.05	-11.11	110.14	-17.39	98.04	-3.35	98.11	-4.83	100.00	-25.00

Cuadro 27continuación

Area foliar total		Índice de área foliar		Area foliar de las hojas arriba de la mazorca		Area foliar de las hojas abajo de la mazorca		Area foliar de la hoja bandera		Area foliar de la hoja de la mazorca	
H	HB	H	HB	H	HB	H	HB	H	HB	H	HB
102.68	-8.42	95.45	-12.5	103.38	-3.61	103.19	-11.98	90.48	-17.39	90.76	-10.00
106.12	-1.87	92.68	-9.5	92.37	9.04	116.96	4.37	71.43	-34.76	63.33	-16.57
95.78	-15.90	90.91	-16.7	80.39	-32.83	108.04	-1.42	83.72	-21.74	87.18	-15.00
106.28	-11.50	93.33	-12.50	107.07	-1.53	102.72	-20.19	78.95	-21.65	87.39	-13.33
95.70	-6.00	100.00	0.00	84.44	-25.01	100.85	-4.96	102.55	0.00	93.10	-8.47
89.29	-26.7	97.78	-8.33	74.96	-38.13	100.20	-17.47	87.16	-13.66	97.44	-5.00

Cuadro 27continuación

No. total de hojas		No. de la hoja de la mazorca		No. de ramas de la espiga		Acame de tallo		Mazorcas podridas		Mala cobertura		<i>Fusarium spp</i>	
H	HB	H	HB	H	HB	H	HB	H	HB	H	HB	H	HB
100.00	-7.69	106.67	0.00	104.70	-8.33	110.34	-20.00	105.88	-15.63	93.02	-20.00	114.29	9.09
100.00	0.00	100.00	0.00	93.33	-22.22	109.09	-10.00	103.70	-20.00	115.00	4.35	100.00	-14.29
104.35	0.00	106.67	0.00	84.62	-35.29	72.00	-55.00	111.54	-12.12	93.33	-22.22	145.45	-30.00
100.00	-7.69	106.67	0.00	133.33	0.00	136.36	15.38	83.58	-20.00	110.64	4.00	84.00	-25.00
104.00	0.00	100.00	0.00	89.66	-23.53	142.86	11.11	89.23	-12.12	96.15	-7.41	97.14	-22.73
95.65	-8.33	106.67	0.00	95.65	-35.29	66.67	-53.85	94.12	-8.57	110.20	0.00	82.93	-39.29

Para número de ramas de la espiga el grupo NMF x EPF igualó al mejor padre, los demás fueron inferiores.

Para acame de tallo solamente dos grupos NMF x EPF y NMF x EMF superaron al mejor padre con valores de 15.38 y 11.11 por ciento, respectivamente.

Para las características mazorcas podridas y mala cobertura (excepto los grupos NPF x EPF y NMF x EPF) que superaron al mejor padre con 4.55 y 4.00 por ciento respectivamente, ningún grupo superó al mejor padre.

Para *Fusarium* únicamente el grupo NPF x NMF superó al mejor padre. Las medias combinadas de las mejores cruzas en cuanto a rendimiento tomando en cuenta altura (sin considerar el tipo de follaje) se muestran en el Cuadro 28.

Las mejores cruzas del grupo normal x normal (N x N) fueron la 19 (NMF-1 x NMF-2), la 22 (NPF-2 x NMF-1), la 24 (NPF-3 x NMF-1), la 28 (NMF-2 x NPF-1) y 30 (NMF-3 x NPF-1), las mejores normal x enano (N x E) fueron la 63 (NMF-1 x EMF-3), la 53 (NPF-3 x EPF-3), la 35 (EMF-1 x NPF-1), la 59 (NMF-1 x EPF-3) y 55 (NPF-2 x EMF-3) y las mejores cruzas enano x enano fueron la 6 (EMF-3 x EMF-2), la 10 (EPF-2 x EMF-3), la 9 (EPF-2 x EMF-2), la 15 (EMF-3 x EPF-3) y la 12 (EMF-1 x EPF-1).

Para rendimiento los grupos N x N y N x E fueron muy similares 8.013 y 8.088 toneladas por hectárea, respectivamente, E x E presentó 7.140 toneladas por hectárea.

Para altura de planta y mazorca los valores resultaron de la siguiente manera: para el grupo N x N (165 y 79

Cuadro 28. Medias combinadas de las mejores cruzas en cuanto al rendimiento considerando altura en maíz.

Tipo de Cruza	Rendimiento ton/ha	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Días a flor masculina	Días a flor femenina	Intervalo de floración	Area foliar total (dm ²)
Normal x Normal							
NMF-1 x NFF-2	8.610	168	87	78	80	2	44.90
NPF-2 x NMF-1	8.017	176	83	75	77	2	41.57
NPF-3 x NMF-1	7.828	181	90	78	79	1	41.99
NMF-2 x NPF-1	7.813	155	72	73	76	3	32.04
NMF-3 x NPF-1	7.797	146	64	73	76	3	31.05
Media	8.013	165	79	75	78	2	38.31
Normal x Enano							
NMF-1 x EMF-3	8.430	167	97	81	83	2	51.67
NPF-3 x EPF-3	8.247	156	67	72	75	3	28.93
EMF-1 x NPF-1	7.951	145	58	78	79	1	32.83
NMF-1 x EPF-3	7.919	145	65	78	80	2	44.30
NPF-2 x EMF-3	7.893	154	79	75	76	1	31.11
Media	8.088	153	73	77	79	2	37.77
Enano x Enano							
EMF-3 x EMF-2	7.644	123	59	79	83	4	41.82
EPF-2 x EMF-3	7.072	111	56	76	79	3	30.91
EPF-2 x EMF-2	7.048	114	41	75	77	2	24.53
EMF-3 x EPF-3	7.047	84	27	74	78	4	31.64
EMF-1 x EPF-1	6.888	88	66	76	79	3	31.78
Media	7.140	104	50	76	79	3	32.14

Cuadro 28continuación

Indice de Area Foliar	Area foliar de las hojas arriba de la mazorca (dm ²)	Area foliar de las hojas abajo de la mazorca (dm ²)	Area foliar de la hoja bandera (dm ²)	Area foliar de la hoja de la mazorca (dm ²)	Número total de hojas
0.33	15.99	28.93	0.25	0.78	13
0.31	16.36	25.21	0.23	0.81	13
0.29	15.06	26.93	0.16	0.65	14
0.19	13.02	19.03	0.21	0.45	11
0.18	11.70	20.85	0.16	0.47	12
0.26	14.43	24.19	0.20	0.63	13
0.31	17.63	34.05	0.14	0.54	14
0.17	11.52	17.38	0.16	0.49	11
0.21	12.75	20.08	0.20	0.47	11
0.32	17.85	26.46	0.25	0.69	13
0.21	10.95	20.82	0.19	0.61	11
0.24	14.14	23.76	0.19	0.56	12
0.28	20.61	21.21	0.24	0.64	13
0.27	8.58	22.33	0.15	0.63	13
0.18	9.36	15.17	0.13	0.53	11
0.23	12.73	18.91	0.23	0.58	12
0.27	11.02	20.77	0.21	0.67	10
0.25	12.46	19.68	0.19	0.61	12

Cuadro 28continuación

No. de la hoja de la mazorca	No. de ramas de la espiga	Acame de tallo (\log_{10})	Mazorcas podridas*	Mala cobertura*	<i>Fusarium spp</i> *
9	11	0.12	28	27	21
8	10	0.26	29	15	25
9	10	0.10	32	18	17
7	10	0.00	14	20	20
8	17	0.00	27	30	27
8	12	0.10	26	22	22
10	24	0.23	32	26	14
7	7	0.10	23	20	30
8	12	0.05	28	34	12
9	15	0.08	30	24	31
8	13	0.10	33	12	14
8	14	0.11	29	23	20
8	18	0.10	24	32	13
10	18	0.10	33	35	7
7	8	0.00	28	30	13
7	14	0.00	36	24	13
8	14	0.10	23	30	12
8	14	0.06	29	30	12

* Arc sen $\sqrt{x/100}$

cm), para N x E (153 y 73 cm) y para E x E (104 y 50 cm).

Para días a floración masculina y femenina los grupos se comportaron muy similares N x N (75 y 78 días), N x E (77 y 79 días) y E x E (76 y 79 días). El intervalo de floración osciló entre dos y tres días.

Las características área foliar total, índice de área foliar, área foliar de las hojas de arriba de la mazorca, área foliar de las hojas de abajo de la mazorca, área foliar de la hoja bandera y mazorca fueron muy similares realmente no hubo diferencias notables, estos valores fueron para N x N (38.31 dm², 0.26, 14.43, 24.19, 0.20 y 0.63 dm²), N x E (37.77 dm², 0.24, 14.14, 23.76, 0.19 y 0.56 dm²) y para E x E (32.14 dm², 0.25, 12.46, 19.68, 0.19 y 0.61 dm²). Para cada una de las características antes mencionadas respectivamente.

El número total de hojas, número de la hoja de la mazorca y número de ramas de la espiga también mostraron valores muy similares entre grupos como sigue: N x N (13, 8 y 12), N x E (12, 8 y 14) y E x E (12, 8 y 14).

Para acame de tallo el grupo que mostró menor valor fue E x E 0.06.

Las características mazorcas podridas, mala cobertura y *Fusarium spp* mostraron los siguientes valores para cada uno de los grupos: N x N (26, 22 y 22), N x E (29, 23 y 20) y E x E (29, 30 y 12).

Las medias combinadas de las mejores cruzas en cuanto a rendimiento considerando el tipo de follaje (sin -

considerar la altura) se muestran en el Cuadro 29.

Las cinco mejores cruzas mucho follaje x mucho follaje (MF x MF) fueron la 19 (NMF-1 x NMF-2), la 63 (NMF-1 x EMF-3), la 46 (EMF-2 x NMF-1), la 20 (NMF-1 x NMF-3) y la 21 (NMF-3 x NMF-2), las mejores mucho follaje x poco follaje (MF x PF) fueron la 22 (NPF-2 x NMF-1), la 35 (EMF-1 x NPF-1), la 59 (NMF-1 x EPF-3), la 55 (NPF-2 x EMF-3), la 24 (NPF-2 x NMF-1) y las mejores poco follaje x poco follaje (PF x PF), la 53 (NPF-3 x EPF-3), la 16 (NPF-2 x NPF-1), la 18 (NPF-3 x NPF-2), la 17 (NPF-3 x NPF-1) y la 51 (NPF-2 x EPF-3).

El grupo más sobresaliente en cuanto a rendimiento fue el grupo MF x MF con 8 toneladas por hectárea en comparación con MF x PF y PF x PF, 7.922 y 7.281 toneladas por hectárea, respectivamente.

Para altura de planta no existieron diferencias entre los grupos. La altura de mazorca fue 81, 75 y 68 para cada uno de los grupos, respectivamente.

Para días a floración masculina y femenina los grupos se comportaron de la siguiente manera: MF x MF (78 y 81 días), MF x PF (77 y 78 días) y PF x PF (74 y 76 días). El intervalo de floración más corto fue para el grupo MF x PF (1 día).

Para área foliar total el grupo MF x MF tuvo un valor de 40.78 dm², MF x PF 38.36 dm² y PF x PF 29.38 dm² con un índice de área foliar de 0.25, 0.27 y 0.20, respectivamente.

Cuadro 29. Medias combinadas de las mejores cruzas en cuanto a rendimiento considerando el follaje en maíz.

Tipo de cruza	Rendimiento (ton/ha)	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Días a flor masculina	Días a flor femenina	Intervalo de floración
Mucho follaje x Mucho follaje						
NMF-1 x NMF-2	8.610	168	87	78	80	2
NMF-1 x EMF-3	8.430	167	97	81	83	2
EMF-2 x NMF-1	7.784	163	85	80	81	1
NMF-1 x NMF-3	7.764	158	72	79	81	2
NMF-3 x NMF-2	7.414	140	65	73	78	5
Media	8.000	159	81	78	81	2
Mucho follaje x Poco follaje						
NPF-2 x NMF-1	8.017	176	83	75	77	2
EMF-1 x NPF-1	7.951	145	58	78	79	1
NMF-1 x EPF-3	7.919	145	65	78	80	2
NPF-2 x EMF-3	7.893	154	79	75	76	1
NPF-2 x NMF-1	7.828	181	90	78	79	1
Media	7.922	160	75	77	78	1
Poco follaje x Poco follaje						
NPF-3 x EPF-3	8.247	156	67	72	75	3
NPF-2 x NPF-1	7.326	163	66	75	77	2
NPF-3 x NPF-2	6.995	170	81	73	76	3
NPF-3 x NPF-1	6.929	154	64	76	78	2
NPF-2 x EPF-3	6.908	153	61	72	75	3
Media	7.281	159	68	74	76	3

Cuadro 29continuación

Area foliar total (dm ²)	Indice de área foliar	Area foliar de las hojas arriba de la mazorca (dm ²)	Area foliar de las hojas abajo de la mazorca (dm ²)	Area foliar de la hoja bandera (dm ²)
44.90	0.33	15.99	28.93	0.25
51.67	0.31	17.63	34.05	0.14
41.74	0.25	15.12	26.62	0.19
37.19	0.20	13.25	27.23	0.14
28.39	0.18	10.68	17.71	0.19
40.78	0.25	14.53	26.91	0.18
41.57	0.31	16.36	25.21	0.23
32.83	0.21	12.75	20.08	0.20
44.30	0.32	17.85	26.46	0.25
31.11	0.21	10.95	20.82	0.19
41.99	0.29	15.06	26.93	0.16
38.36	0.27	14.59	23.9	0.21
28.93	0.17	11.52	17.38	0.16
31.02	0.21	13.02	18.00	0.19
29.39	0.21	10.80	18.57	0.24
26.20	0.18	10.70	15.50	0.26
31.38	0.22	13.51	17.87	0.26
29.38	0.20	11.91	17.46	0.22

Cuadro 29continuación

Area foliar de la hoja de la mazorca (dm ²)	No. total de hojas	No. de la hoja de la mazorca	No. de ramas de la espiga	Acame de tallo (log ₁₀)	Mazorcas podridas*	Mala cobertura*	<i>Fusarium spp</i> *
0.78	13	9	11	0.16	28	27	21
0.54	14	10	24	0.23	32	26	14
0.58	14	9	13	0.15	31	36	16
0.43	14	9	13	0.10	28	30	15
0.55	12	7	11	0.00	32	18	29
0.58	13	9	14	0.13	30	27	19
0.81	13	8	10	0.26	29	15	25
0.47	11	8	12	0.05	28	34	12
0.69	13	9	15	0.08	30	24	31
0.61	11	8	13	0.10	33	12	14
0.65	14	9	10	0.10	32	18	17
0.49	12	8	12	0.12	30	21	20
0.49	11	7	7	0.10	23	20	30
0.57	11	7	9	0.20	22	15	14
0.59	11	8	7	0.20	13	14	19
0.63	11	7	10	0.00	24	26	19
0.63	10	6	6	0.26	30	13	27
0.58	11	7	8	0.15	22	18	22

* Arc sen $\sqrt{x/100}$

Respecto al área foliar de las hojas situadas arriba de la mazorca el menor valor se obtuvo en PF x PF (11.91 dm²) resultando un valor casi igual en los otros dos grupos MF x MF 14.53 dm² y MF x PF 14.59 dm².

El área foliar de las hojas situadas abajo de la mazorca mostró los siguientes valores para cada grupo MF x MF 26.91 dm², MF x PF 23.9 y PF x PF 17.46 dm².

Los valores del área foliar de la hoja bandera y mazorca fueron los siguientes: MF x MF (0.18 y 0.58), MF x PF (0.21 y 0.49) y PF x PF (0.22 y 0.58).

El número total de hojas por planta, número de la hoja de la mazorca y ramas de la espiga para el grupo MF x MF fueron 13, 9 y 14, para MF x PF 12, 8 y 12 y PF x PF 11, 7 y 8.

El grupo que presentó mayor acame fue PF x PF (0.15) no hubo diferencia notable para los otros dos grupos.

Los valores de las características mazorcas podridas mala cobertura y *Fusarium spp*, fueron para MF x MF (30, 27 y 19), MF x PF (30, 21 y 20) y para PF x PF (22, 18 y 22).

DISCUSION

Los resultados de los análisis de variación individuales por ambiente y combinado (Cuadro 5, 15 y 25) para aptitud combinatoria general y específica entre y dentro de tipos de progenitores fueron significativos para la mayoría de las características estudiadas lo que muestra una amplia gama de variabilidad genética entre los progenitores, cruzas y grupos estudiados.

Por lo que respecta a las diferencias altamente significativas detectadas entre ambientes mediante el análisis combinado para cada carácter eran de esperarse ya que los experimentos se llevaron a cabo en dos ambientes distintos, temporal y riego.

De los resultados derivados de este trabajo se puede inferir que únicamente las características, altura de planta y mazorca, área de las hojas arriba y abajo de la mazorca, número total de hojas por planta, mazorcas podridas e incidencia de *Fusarium spp* mostraron diferencias significativas en las respuestas de las cruzas evaluadas de un ambiente a otro, para las características rendimiento, días a flor masculina y femenina, intervalo de floración, área foliar total, índice de área foliar, área foliar de la hoja bandera y hoja de la mazorca, número de la hoja de la mazorca, número

de ramas de la espiga, acame de tallo, mala cobertura, no se observaron diferencias significativas en la interacción genotipo por ambiente, desde el punto de vista genético las características que acabamos de mencionar principalmente rendimiento, esto concuerda con los resultados encontradas por Oyervides (1979). Días a floración y área foliar fueron considerablemente afectadas por el medio ambiente puesto que son de herencia cuantitativa, el que no se hayan detectado diferencias significativas pudo deberse a que la precipitación pluvial durante ese año fue muy favorable al desarrollo del cultivo y que los experimentos estaban ubicados en la misma localidad, uno de riego y otro establecido bajo condiciones de temporal.

Los coeficientes de variación reportados para los análisis de varianza individuales fueron muy bajos lo que nos indica una alta confiabilidad en el manejo de los experimentos realizados (Reyes, 1978).

En cuanto a los coeficientes de variación del análisis combinado también fueron aceptablemente bajos a excepción de la característica acame de tallo que fue muy elevado (119.49 por ciento) esto pudo deberse muy probablemente a que las mediciones se hicieron en base a una escala visual lo que quizás estuvo sujeto a error.

Al comparar las medias generales por ambiente y combinadas (Apéndice A, B y C), se observó que hubo una mejor respuesta de las cruas estudiadas bajo condiciones de riego, esto era de esperarse puesto que contaron con mayor

cantidad de humedad y se aplicaron dosis más elevadas de fertilizantes.

Se encontró que la cruza (NMF-1 x EMF-3) mostró un promedio sobresaliente para rendimiento 10.208 ton/ha en general, las cruzas donde interviene el progenitor NMF-1 fueron notables para la misma característica y también para otras tales como altura de planta y mazorca, días a flor masculina y femenina, área foliar total por planta, área foliar de las hojas de arriba y de abajo de la mazorca, área foliar de la hoja de la mazorca, número total de hojas por planta, número de la hoja de la mazorca y número de ramas de la espiga, lo que sugiere cómo se analizará más detalladamente en los siguientes puntos, que esta línea puede utilizarse como combinador para formar sintéticos e híbridos para alto rendimiento y para desarrollar líneas con gran cantidad de follaje.

En cuanto a los progenitores que portaban el gen braquítico-2, sobresalieron EMF-3 y EMF-2 para rendimiento y área foliar lo que sugiere que pueden utilizarse para desarrollar sintéticos e híbridos mejorados superiores a los que actualmente se encuentran en producción comercial.

En cuanto a la comparación de medias de tipos de cruzas (Cuadro 6, 16 y 26) pudo observarse que para rendimiento bajo condiciones de riego y combinado el grupo de NMF x NMF fue el mejor en tanto que para temporal el grupo de los NPF x NPF fue el más sobresaliente esto puede explicarse desde el punto de vista fisiológico, puesto que bajo dichas

condiciones es importante el ahorro en el consumo de agua de la planta tomando en cuenta el proceso de la transpiración.

Cuando se consideró la altura únicamente sin tomar en cuenta la cantidad de follaje bajo condiciones de riego (Cuadro 12) las cruzas más sobresalientes en cuanto a rendimiento fueron aquellas del grupo N x N, pero para área foliar el grupo de los N x E fueron mejores es decir, produjeron mayor cantidad de follaje, bajo condiciones de temporal (Cuadro 22). El grupo de mayor rendimiento fue el de N x E y el N x N presentó mayor cantidad de área foliar. Estos resultados nos indican que la altura es una característica importante que debemos considerar para hacer el tipo de cruzas con las características que se pretendan mejorar en un programa.

Se observó que bajo condiciones de riego los grupos N x N y N x E superaron con un 7 y 6 por ciento respectivamente al grupo de E x E (portador del gen braquítico-2) y bajo condiciones de temporal (Cuadro 22) la diferencia entre N x N y N x E en comparación al grupo E x E fue de 14 y 22 por ciento respectivamente, lo que sugiere que es factible utilizar plantas de maíz portadoras del gen br-2 en programas de mejoramiento haciendo previa selección de los mejores materiales que presenten perspectivas para una explotación genética posterior ya sea en la formación de híbridos o sintéticos, tanto en condiciones de riego como en condiciones de temporal sobre todo para aquellas regiones del país donde la utilización de materiales de porte alto no es apropiada.

De las seis cruzas posibles (grupos) entre los diferentes tipos de cruzas, el 100 por ciento superó al promedio de los progenitores para todas las características estudiadas por ambientes y combinado (Cuadro 11, 21 y 27). Al hacer comparación de los resultados con otras publicaciones (Lonquist y Gardner, 1961, Moll *et al.*, 1962, Paterniani y Lonquist, 1963 entre otras) coinciden en que la gran cantidad de heterosis exhibida por las cruzas se debe a la diversidad genética de los materiales usados como progenitores. Resulta por lo tanto de gran utilidad la información obtenida de estas estimaciones para planear un programa de hibridación.

En base a las hipótesis planteadas para las pruebas de significancia de los cuadrados medios de aptitud combinatoria general (ACG) y la aptitud combinatoria específica (ACE) de los resultados del análisis dialélico por ambiente y combinado para cada carácter (Cuadro 5, 15 y 25), se puede inferir que la mayor parte de la variación genética total para cada carácter se debe a efectos genéticos aditivos (Griffing, 1956b) a excepción del área de la hoja de la mazorca bajo condiciones de riego y combinado. En temporal además de la característica que acabamos de mencionar en la que predominó ACE, tenemos área foliar, índice de área foliar, área de las hojas de arriba de la mazorca, área de la hoja bandera en las cuales las proporciones de ACG y ACE fueron casi iguales predominando la primera, lo que sugiere que la varianza no aditiva está interviniendo en la expresión de dichas características.

Los resultados anteriores nos indican que el estudio de la aptitud combinatoria en generaciones tempranas (F_1) y con valores altos de ACG para la mayoría de las características en estos materiales podemos predecir alta heredabilidad en los progenitores a seleccionar en generaciones avanzadas (Lonnquist, 1950).

El progenitor NMF-1 fue el que presentó mayor valor altamente significativo de ACG (Cuadro 7) para rendimiento por lo que es el único mejor combinador para esta característica bajo condiciones de riego y para temporal (Cuadro 17) el progenitor NMF-2 fue el mejor.

En cuanto a grupos bajo condiciones de riego (Cuadro 8) NPF, EMF y NMF fueron los que presentaron los valores más altos de ACG para la misma característica, bajo condiciones de temporal NPF y EPF fueron las mejores (Cuadro 18).

Los efectos de aptitud combinatoria específica (ACE) bajo condiciones de riego (Cuadro 9) para rendimiento fueron altos en las cruzas EMF-1 x NPF-2, EMF-3 x EPF-3, EPF-2 x EMF-3, NMF-3 x NMF-2, NMF-1 x EMF-3 y EMF-3 x EMF-2 lo que sugiere que estas cruzas puede explotarse el vigor híbrido para rendimiento y para área foliar las cruzas EPF-1 x NMF-1, NMF-2 x EPF-2, NMF-1 x EMF-3 y EPF-3 x NMF-3 mostraron valores altos y significativos para ACE, estos materiales podrán emplearse en algún programa de hibridación (Hull, 1945) enfocado hacia mejoramiento de forraje, mientras que en un programa cuyos objetivos sea reducir la altura de la planta las cruzas EPF-1 x EPF-2, EPF-3 x EMF-2, NMF-1 x NPF-1, NMF-3 x

NPF-1, EMF-1 x EPF-1 y NPF-3 x NMF-3 pueden ser de gran utilidad dado sus altos valores de ACE negativos para dicha característica.

Bajo condiciones de temporal las cruzas NMF-2 x EPF-2, NPF-2 x NMF-1, NPF-2 x EMF-3, EPF-2 x EMF-2, EMF-3 x NMF-3 y EMF-1 x NPF-2 muestran valores altos para ACE para la característica rendimiento, para altura de planta los efectos de ACE fueron significativos y negativos para NPF-2 x NPF-1, EMF-1 x EPF-3, NPF-2 x NMF-3 mientras que para área foliar total por planta las cruzas EPF-2 x NMF-3, EMF-1 x EPF-1 y NMF-1 x EPF-3 mostraron efectos de ACE positivos.

Las cruzas antes mencionadas pueden ser útiles para explotar la heterosis.

Los coeficientes de correlación proporcionan una medida del sentido y grado de asociación entre dos caracteres. Su conocimiento puede ser de considerable utilidad para dilucidar la posibilidad de mejorar el rendimiento mediante el empleo de un índice de selección que combine caracteres cuantitativos genéticamente correlacionados (Gardner, 1963).

Discutiremos solamente aquellas características que estén correlacionadas con rendimiento bajo condiciones de riego (Cuadro 14). Se observó estrecha correlación positiva y altamente significativa entre: rendimiento y área foliar de la hoja de la mazorca, altura de la planta y mazorca y número total de hojas.

Correlación negativa y altamente significativa entre rendimiento y área foliar total por planta.

Bajo condiciones de temporal (Cuadro 24) se observaron los siguientes coeficientes de correlación positiva y altamente significativa entre rendimiento y días a flor femenina y masculina.

Correlación negativa y altamente significativa entre área foliar de la hoja de mazorca, área foliar total por planta y altura de planta.

Los resultados de las correlaciones entre rendimiento y área foliar de la hoja de la mazorca concuerdan con los encontrados en otros trabajos revisados (Rutger, Francis y Grogan, 1971), sin embargo, los mismos autores observaron correlación positiva muy pequeña con el área foliar total.

Si el presente estudio no mostró correlación positiva entre estas dos características puede explicarse de la siguiente manera: si disminuye el área foliar aumenta el rendimiento porque este tiende a ser más eficiente fotosintéticamente (Watson, 1956; Hageman, Flesher y Gitter, 1961; Heskett y Musgrave, 1962).

En cuanto a altura de planta es lógico que al incrementarse ésta lo haga también el rendimiento, puesto que también aumenta el número de hojas (Rood y Major, 1981) las cuales contribuyen al llenado de grano.

Bajo condiciones de temporal con respecto a que el rendimiento estuviera correlacionado positivamente con días a floración, está bien conocido que un período vegetativo largo se traduce en un mayor llenado de grano, puesto que los órganos fotosintéticos se desarrollan en mayor

proporción y duran más tiempo (Hunter, 1980).

En estas condiciones en particular, el rendimiento disminuyó al aumentar la altura de planta, esto es explicable ya que como mencionábamos al aumentar ésta incrementa el número de hojas lo que implica mayor consumo de agua, factor que está limitado en este caso.

CONCLUSIONES

1. Existe una amplia gama de variabilidad genética para las diferentes características agronómicas en las cruzas estudiadas.
2. El análisis de varianza para ACG y ACE entre y dentro de tipos de progenitores también fueron significativos para los dos ambientes considerados y el combinado.
Por lo general se observó un papel predominante de ACG con respecto a ACE, indicando que la varianza genética aditiva juega un papel importante en la herencia de estas características.
3. Las líneas NMF-1 y NMF-2 fueron los mejores combinadores para rendimiento y otras características bajo condiciones de riego y temporal respectivamente. Por lo que se sugiere su utilización para desarrollar sintéticos y/o híbridos en un programa de fitomejoramiento, para obtener un alto grado de avance en el rendimiento.
4. Las mejores cruzas con altos valores de ACE para rendimiento fueron las siguientes: EMF-1 x NPF-2, EMF-3 x EPF-3, EPF-2 x EMF-3 y para área foliar EPF-1 x NMF-1, NMF-2 x EPF-2, NMF-1 x -

EMF-3 bajo condiciones de riego, por lo que estos materiales podrían emplearse en algún programa de hibridación y mejoramiento de forraje. Bajo condiciones de temporal las mejores cruzas con mayor valor de ACE fueron NMF-2 x EPF-2, NPF-2 x NMF-1 y NPF-2 x EMF-3 para la característica de rendimiento, mientras que para área foliar EPF-2 x NMF-3, EMF-1 x EPF-1 y NMF-1 x EPF-3, estas cruzas pueden resultar útiles para explotar heterosis.

5. Bajo condiciones de riego los mejores progenitores enanos (portadores del gen braquítico 2) con respecto a ACG fueron EMF-3 y EMF-2 para rendimiento y para área foliar NMF-1 y EMF-3 mientras que en condiciones de temporal para rendimiento el mejor fue EMF-2 y para área foliar EMF-3. Lo que sugiere que pueden utilizarse como combinadores para desarrollar sintéticos.
6. Es recomendable utilizar cruzas entre los materiales estudiados de tipo NMF x NMF para condiciones de riego, bajo condiciones de temporal NPF x NPF. Sin embargo en ambos casos las diferencias con respecto a las cruzas E x E no fueron notables, por lo que es posible el uso de este tipo de cruce cuando se hace una previa selección de los progenitores más sobresalientes.

7. El 100 por ciento de los grupos de cruzas mostró heterosis para todas las características estudiadas por ambiente y combinado, lo que resulta de gran interés para planear un programa de hibridación.
8. Es factible utilizar el coeficiente de correlación fenotípica para altura de planta y área foliar como índice de selección para la característica de rendimiento.
9. Es importante la evaluación de progenitores a la par que sus respectivas cruzas para hacer mejores estimaciones de heterosis y heterobeltiosis.

RESUMEN

En el presente estudio se evaluaron 66 cruzas de maíz a través de un análisis dialélico, utilizando el método 4 de Griffing modelo I bajo un diseño experimental de bloques al azar modificado, con tres repeticiones, bajo dos ambientes temporal y riego con el objetivo de identificar los mejores progenitores con altos valores de ACG y las mejores cruzas con alto valor de ACE, además de estudiar heterosis y correlaciones entre diferentes características cuantitativas de maíz.

Los análisis de varianza indicaron diferencias altamente significativas para diversas características bajo condiciones de temporal, riego y combinado revelando una amplia gama de variabilidad genética para las 19 características estudiadas.

Los análisis de varianza para ACG y ACE entre y dentro de tipos de progenitores también fueron significativos para los dos ambientes y combinado.

Bajo condiciones de riego las características estudiadas mostraron altos valores de ACG con respecto a ACE, indicando un papel predominante de la varianza aditiva en la herencia de estas características, mientras que para condiciones de temporal en algunas características tales como

área de la hoja de la mazorca, área foliar total, índice de área foliar, área de las hojas arriba de la mazorca, área de la hoja bandera, se observó una diferencia muy pequeña entre ACG y ACE, por lo que se sugiere que la varianza no aditiva está interviniendo en la expresión de dichos caracteres.

Para rendimiento las líneas NMF-1, NMF-2, EMF-3 y EMF-2 fueron los mejores combinadores y se recomendaron para incluirse en la formación de un sintético. La línea NMF-1 fue el mejor combinador bajo condiciones de riego para diferentes características, tales como rendimiento, altura de la planta, área foliar, índice de área foliar, área de las hojas de arriba y abajo de la mazorca, área de la hoja bandera, número total de hojas y número de la hoja de la mazorca por lo que se recomendó para utilizarse como progenitor en un programa de mejoramiento para obtener un alto grado de avance en el rendimiento.

Bajo condiciones de temporal para rendimiento NMF-2 y NPF-3 fueron los mejores, el primero fue sobresaliente también para días a floración masculina y femenina, altura de mazorca, área de las hojas arriba de la mazorca y área de la hoja bandera. Para temporal NMF-1 también fue notable para todas las características de área foliar.

Las cruzas NMF-1 x EMF-3, NMF-1 x NMF-2, NMF-1 x NMF-3, EMF-3 x EMF-2, EMF-3 x EPF-3 fueron las más sobresalientes para rendimiento bajo condiciones de riego mientras que para temporal NPF-3 x EPF-3, NMF-2 x EPF-2 y NPF-2 x

NMF-1 fueron las mejores.

Para forraje las mejores cruzas bajo condiciones de riego fueron NMF-1 x EMF-3, NMF-1 x EPF-3 y NMF-1 x NMF-2, para temporal NMF-1 x NMF-2, NPF-2 x NMF-1 y EMF-2 x NMF-1. Generalmente los mejores progenitores con una ACG alta estuvieron involucrados en las mejores cruzas.

Cuando se consideraron las mejores cruzas para rendimiento considerando altura se observó que el grupo N x N fue el mejor bajo condiciones de riego, mientras que para condiciones de temporal el grupo N x E fue el mejor, ambos grupos superaron al grupo E x E con un 7 y 22 por ciento bajo condiciones de riego, en temporal la diferencia de N x E con respecto a E x E fue de 20 por ciento, por lo que se deduce que es factible utilizar plantas de maíz que sean portadoras del gene braquítico-2 en programas de mejoramiento, haciendo previa selección de los mejores materiales que presenten perspectivas para una explotación genética posterior, ya sea en la formación de híbridos y sintéticos.

El 100 por ciento de los grupos, superó al promedio de los progenitores para todas las características estudiadas por ambientes y combinado por lo que resulta de gran utilidad la información obtenida para proyectar un programa para explotar la F_1 .

Se observó un alto grado de correlación fenotípica de rendimiento con altura de planta y número total de hojas bajo condiciones de riego, bajo temporal el rendimiento estuvo asociado con días a floración masculina y femenina.

LITERATURA CITADA

- Anderson, S.C. and P.N. Chow. 1963. Phenotype and grain yield associated with brachytic-2 gene single cross hybrids of dent corn. *Crop Sci.* 3:111-113.
- Bonner, J. 1962. The upper limit of crop yield. *Science.* 137:11-15.
- Campbell, C.M. 1965. New dwarfs and modifiers. Proceedings of the 20th Annual Hybrid Corn Industry Research Conference. pp. 22-30.
- Castro, G.M. 1973. Maíces superenanos para el Bajío. *Boletín Técnico.* ESAAN. Coahuila, México.
- Coe, E.H. Jr. and Neuffer, M.G. 1977. The genetics of corn. In *Corn and Corn Improvement.* Sprague, C.F. Academic Press Inc. New York. pp. 111-123, 157-163.
- Duncan, W.G., R.S. Loomis, W.A. Williams, and R. Hanau. 1967. A model for simulating photosynthesis in plant communities. *Hilgardia.* 38:181-195.
- _____. 1971. Leaf angles, leaf area and canopy photosynthesis. *Crop Sci.* 11:482-485.
- Eik, K. and J.J. Hanaway. 1965. Some factors affecting development and longevity of leaves of corn. *Agron. J.* 57:7-12.
- _____. 1966. Leaf area in relation to yield of corn grain. *Agron. J.* 58:16-18.
- Fischer, K.S., and A.F.E. Palmer. 1980. Yield efficiency in tropical maize. Symposium "Potential Productivity of Field Crops Under Different Environments" held at IRRI. p. 1-27.
- Francis, C.A., J.N. Rutger, and A.F.E. Palmer. 1969. A rapid method for plant leaf area estimation in maize (*Zea mays* L.). *Crop Sci.* 9:537-539.
- Galván, C.F. 1977. Efecto de la correlación de la hoja en el rendimiento en grano del maíz superenano br₂ (*Zea mays* L.) y estudio comparativo entre el maíz superenano br₂-2 y el maíz. Tesis M.C. Especialidad

Fitomejoramiento. UAAAN. Buenavista, Coahuila, México.

- Gardner, C.O. 1963. Estimates of genetic parameters in cross fertilizing plants and their implications in plant breeding. In: Statistical Genetics and Plant Breeding. NAS-NRC Publication. 982:225-252.
- Griffing, B. 1956a. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. *Heredity*. 10:31-50.
- _____. 1956b. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Austr. Jour. Biol. Sc.* 9:463-491.
- Hageman, R.H., D. Flesher and A. Citter. 1961. Diurnal variation and other light effects influencing the activity of nitrate reductase and nitrogen metabolism in corn. *Crop Sci.* 1:201-204.
- Hallauer, A.R., and J.B. Miranda. 1981. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University Press/AMES. pp. 52-82.
- Hayman, B.I. 1960. The theory and analysis of diallel crosses. III. *Genetics*. 45:155-172.
- Heichel, G.H., and R.B. Musgrave. 1969. Varietal differences in net photosynthesis of *Zea mays* L. *Crop Sci.* 9:183-186.
- Hesket, J.D., and R.B. Musgrave. 1962. Photosynthesis under field conditions. IV. Light studies with individual corn leaves. *Crop Sci.* 2:311-315.
- Hoyt, P., and R. Bradfield. 1962. Effect of varying leaf area by partial defoliation and plant density on dry matter production in corn. *Agron. J.* 54:523-525.
- Hull, F.H. 1945. Recurrent selection for specific combining ability in corn. *Agron. J.* 37:134-145.
- Hunter, R.B. 1980. Increased leaf area (source) and yield maize in short-seasons areas. *Crop Sci.* 20:571-574.
- Johnson, G.R., and J.W. Tanner. 1972. Comparisons of corn (*Zea mays* L.) inbreds and hybrids grown at equal area Index. Light penetration and population. *Crop Sci.* 12:482-485.
- _____. 1973. Diallel analysis of leaf area heterosis and relationships to yield in maize. *Crop Sci.* 13:178-80.

- Johnson, G.R. 1974. Analysis of the genetic relationships between several yield components of maize and leaf area at specific leaf positions. *Crop Sci.* 14:559-561.
- _____. 1974. Predictions of GCA model estimates of total leaf area and leaf area distribution from leaf area of parental inbreds. *Crop Sci.* 14:44-46.
- Katta, Y.S., and Castro, G.M. 1970. Some reasons for depressed yields in dwarf corns. *Maize Genetics Newsletter* 44.
- Kempthorne, O. 1956. The theory of diallel cross. *Genetics.* 41:451-459.
- Lambert, R.J., and G.R. Johnson. 1978. Leaf angle tassel morphology, and the performance of maize hybrids. *Crop Sci.* 18:499-502.
- Lonnquist, J.A., and C.O. Gardner. 1961. Heterosis in inter-varietal crosses in maize and its implications in breeding procedures. *Crop. Sci.* 1:179-183.
- Major, D.J., R.B. Hunter, L.W. Kannenberg, T.B. Daynard and J.W. Tanner. 1972. Comparison of inbred and hybrid corn grain yield measured at equal leaf area index. *Can. J. Plant Sci.* 52:315-319.
- Martínez, G.A. 1975. Diseño y análisis de los experimentos de cruza dialélicas. Centro de Estadística y Cálculo. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Edo. de México.
- Mason, L., and M.S. Zuber. 1976. Diallel analysis of maize for leaf angle, leaf area, yield and yield components. *Crop Sci.* 16:693-696.
- Mock, J.J., and R.B. Pearce. 1975. An idiotipe of maize. *Euphytica.* 24:613-623.
- Moll, R.H., W.S. Salhuana, and H.F. Robinson. 1962. Heterosis and genetic diversity in variety crosses of maize. *Crop Sci.* 2:197-198.
- Oyervides, G.M. 1979. Estimación de parámetros genéticos, heterosis e índices de selección en variedades tropicales de maíz adaptadas a Nayarit. Tesis M.C. Especialidad Genética. Colegio de Postgraduados de Chapingo, México.
- Palmer, A.F.E., G.H. Heichel, and R.B. Musgrave. 1973. Patterns of translocation; respiratory loss and redistribution of ^{14}C in maize labelled after flowering. *Crop Sci.* 13:371-376.

- Paradi, L. 1967. Prospect of the dwarf hybrid maize (*Zea mays* L.) in Hungary. *Plant Breed. Abs.* 39-73.
- Paterniani, E., and J.H. Lonquist. 1963. Heterosis in interracial crosses of corn (*Zea mays* L.) *Crop Sci.* 3:504-507.
- Pearce, R.B., R.H. Brown, and R.E. Blaser. 1967. Photosynthesis in plant communities as influenced by leaf angle. *Crop Sci.* 7:321-324.
- Pendleton, J.W., and R.D. Seif. 1961. Plant population and row spacing studies with brachytic-2 dwarf corn. *Crop Sci.* 1:433-435.
- Pendleton, J.W. and R.D. Seif. 1961. Plant population and row spacing studies with brachytic-2 dwarf corn. *Crop Sci.* 1:433-435.
- Pendleton, J.W., G.E. Smith, S.R. Winter, and J.J. Johnson. 1968. Field investigations of relationships of leaf angle in corn (*Zea mays* L.) to grain yield and apparent photosynthesis. *Agron. J.* 60:422-424.
- Reyes, C.P. 1978. *Diseño de experimentos agrícolas*. Ed. Trillas. México. pp. 86-87.
- Rojas, B.A., and G.F. Sprague. 1952. A comparison of variance components in corn yield trials III. General and specific combining ability and their interactions with locations and years. *Agron. J.* 44:462-466.
- Rood, S.B., and D.J. Major. 1981. Diallel analysis of leaf number, leaf development rate, and plant height of early maturing maize. *Crop Sci.* 21:867-873.
- Rutger, J.N., C.A. Francis, and C.O. Grogan. 1971. Diallel analysis of ear leaf characteristics in maize (*Zea mays* L.). *Crop Sci.* 11:194-195.
- Scott, G.E., and C.M. Campbell. 1969. Internode length in normal and brachytic-2 maize inbreds and single crosses. *Crop Sci.* 9:293-295.
- Singh, R.K., and B.D. Chaudhary. 1977. *Biometrical methods in quantitative genetic analysis*. Kalyani Publishers.
- Sinha, S.K., and R.K. Khanna. 1975. Physiological, biochemical and genetic basis of heterosis. *Adv. Agron.* 27:123-179.
- Sprague, G.F., and L.A. Tatum. 1942. General vs specific combining ability in single crosses of corn. *Jour. Am. Soc. Agron.* 34:923-932.

- Stein, L.O. 1955. Rates of leaf initiation in two mutants of *Zea mays* dwarf 1 and brachytic-2. *Am. J. Bot.* 42:885-892.
- Tanaka, A., and J. Yamaguchi. 1972. Producción de materia seca, componentes del rendimiento y rendimiento del grano en maíz. Trad. por J. Kohashi. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. pp. 24-38.
- Tregubenko, M.J., and V.I. Nepomnjascy. 1971. The water consumption of brachytic maize hybrids in relation to their yield. *Plant Breed. Abs.* 41:340.
- Tripathy, P.C., J.A. Eastin, and L.E. Schrader. 1972. A comparison of ^{14}C -labelled photosynthates export from two leaf positions in a corn (*Zea mays* L.) canopy. *Crop Sci.* 12:495-497.
- Wallace, D.H., J.L. Ozbun, and H.M. Munger. 1972. Physiological genetics of crop yield. *Adv. Agron.* 24:192-147.
- Watson, D.J. 1956. Leaf growth in relation to crop yield. In the growth of leaves. Ed. F.L. Milthorpe. Butterworths, London. pp. 178-181.
- Whigham, D.K., and D.G. Wolley. 1974. Effect of leaf orientation, leaf area, and plant densities on corn production. *Agron. J.* 66:482-486.
- Wilson, D. 1981. Breeding for morphological and physiological traits in plant breeding II. Ed. Kenneth J.F. The Iowa State University Press/AMES. pp. 233-289.
- Winter, S.R., and A.J. Ohloragge. 1973. Leaf angle, leaf area and corn (*Zea mays* L.) yield. *Agron. J.* 65:395-397.
- York, J.O. 1967. Dwarf corn..... a reality. *Plant Breed. Abs.* 37:300.

APENDICE A

MEDIAS DE 66 CRUZAS DE MAIZ PARA DIFERENTES CARACTERISTICAS

AGRONOMICAS BAJO CONDICIONES DE RIEGO

Cruza	Rendimiento mazorca ton/ha	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Días a flor masculina	Días a flor femenina	Intervalo de floración
1	2.764	71	25	81	83	2
2	7.560	93	17	73	76	3
3	5.782	88	30	75	75	0
4	7.913	114	50	78	81	3
5	6.502	99	36	77	82	5
6	9.333	129	63	78	80	2
7	6.623	129	49	77	79	2
8	7.386	118	52	76	79	3
9	7.210	128	52	75	78	3
10	8.236	126	67	75	78	3
11	7.921	92	31	73	76	3
12	7.149	85	100	76	78	2
13	7.014	97	38	78	80	2
14	4.954	78	21	73	77	5
15	9.287	87	31	75	78	3
16	7.853	172	72	75	77	2
17	6.650	176	79	77	80	3
18	7.917	177	84	74	77	3
19	9.864	182	101	79	81	2
20	9.497	176	90	81	82	2
21	8.904	147	73	73	79	3
22	7.994	180	86	76	79	3
23	8.694	166	71	72	75	3
24	8.479	194	96	77	78	2
25	8.467	165	82	72	76	4
26	7.630	168	84	74	78	4
27	7.626	173	85	78	78	0
28	8.469	159	72	73	76	3
29	6.724	154	76	71	75	4
30	8.870	152	70	75	78	3
31	7.537	152	62	73	75	2
32	6.714	165	77	75	76	1
33	7.262	168	84	73	76	3
34	6.583	173	75	73	75	2
35	8.332	147	57	78	80	2
36	7.642	154	67	75	77	2
37	8.004	170	78	79	81	2
38	8.844	179	87	74	78	4
39	8.174	189	102	77	80	3
40	8.462	175	88	78	80	2
41	7.396	148	64	74	77	3
42	7.316	156	73	76	78	2
43	7.617	159	74	76	79	3
44	8.898	162	75	77	79	2
45	6.722	133	56	78	81	3

Cruza	Rendimiento Mazorca ton/ha	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Días a floración masculina	Días a floración femenina	Intervalo de floración
-------	----------------------------------	-----------------------------	------------------------------	----------------------------------	---------------------------------	------------------------------

46	8.659	185	101	80	81	1
47	7.430	152	77	78	80	2
48	6.015	153	80	78	82	4
49	6.988	157	68	74	77	3
50	6.616	157	66	75	77	2
51	7.568	151	63	73	75	2
52	6.201	147	65	75	79	4
53	7.564	172	76	73	76	3
54	7.495	160	77	77	79	2
55	8.120	157	81	76	77	1
56	7.428	163	72	78	80	2
57	6.937	178	93	78	80	2
58	8.086	172	86	77	78	1
59	9.048	143	64	79	82	3
60	6.880	157	76	76	81	5
61	7.055	148	66	76	78	2
62	7.733	119	39	72	75	3
63	10.208	180	106	82	83	1
64	6.119	143	66	77	80	3
65	7.189	157	82	76	78	2
66	7.554	149	73	77	81	4

Media	7.582	145	69	76	79	3
-------	-------	-----	----	----	----	---

Area foliar (AF) total (dm ²)	Indice de área foliar	AF hojas arriba de la mazorca (dm ²)	AF hojas abajo de la mazorca (dm ²)	AF hoja bandera (dm ²)	AF hoja mazorca (dm ²)
17.13	0.17	5.84	11.29	0.14	0.53
29.33	0.32	13.62	15.71	0.28	0.92
22.65	0.14	7.89	14.76	0.10	0.39
42.02	0.27	15.60	26.43	0.23	0.64
37.57	0.23	13.40	24.17	0.18	0.57
46.47	0.30	17.80	28.69	0.27	0.71
27.97	0.31	11.90	16.04	0.20	0.53
37.83	0.18	12.90	24.91	0.17	0.65
33.58	0.26	12.15	21.43	0.13	0.55
36.31	0.20	10.32	25.99	0.17	0.91
30.52	0.39	15.40	15.14	0.26	0.55
29.38	0.36	10.19	19.19	0.23	0.67
31.39	0.27	10.12	21.29	0.10	0.50
28.37	0.19	13.17	15.20	0.21	0.44
38.21	0.17	16.24	21.97	0.30	0.60
35.00	0.24	15.08	19.92	0.23	0.65
29.26	0.22	12.36	16.90	0.32	0.74
32.77	0.16	12.81	19.96	0.24	0.58
48.99	0.21	17.32	31.71	0.23	0.71
44.49	0.30	15.74	28.75	0.17	0.49
34.32	0.24	12.37	21.95	0.23	0.61
45.32	0.22	17.00	28.33	0.24	0.85
34.73	0.33	13.44	31.48	0.22	0.59
48.90	0.17	17.89	31.01	0.17	0.75
31.42	0.18	12.13	19.29	0.20	0.46
30.18	0.25	11.25	19.60	0.17	0.48
46.67	0.19	15.40	31.28	0.18	0.54
34.66	0.21	14.53	20.12	0.22	0.54
30.52	0.19	13.90	16.59	0.19	0.52
34.40	0.18	13.08	21.32	0.16	0.47
34.13	0.24	13.63	20.50	0.16	0.48
33.64	0.17	11.19	22.45	0.21	0.64
26.01	0.20	8.75	17.26	0.16	0.50
33.33	0.25	9.02	24.31	0.08	0.41
36.29	0.22	14.24	22.05	0.23	0.54
32.94	0.22	10.81	22.12	0.20	0.63
32.47	0.24	12.68	19.79	0.19	0.65
38.13	0.24	15.39	22.74	0.23	0.65
38.93	0.23	14.72	24.20	0.26	0.56
55.44	0.24	14.66	27.44	0.14	0.54
29.62	0.24	10.51	19.11	0.18	0.54
35.49	0.19	10.52	24.97	0.13	0.59
40.18	0.22	11.89	23.83	0.15	0.56
35.83	0.21	13.30	22.53	0.22	0.53
32.86	0.19	11.83	21.03	0.20	0.44

Area foliar (AF) total (dm ²)	Indice de área foliar	AF hojas arriba de la mazorca (dm ²)	AF hojas abajo de la mazorca (dm ²)	AF hoja bandera (dm ²)	AF hoja mazorca (dm ²)
--	-----------------------------	--	---	--	--

51.32	0.28	19.19	32.14	0.20	0.58
34.94	0.25	13.31	21.63	0.29	0.68
42.49	0.34	14.40	28.09	0.26	0.79
31.90	0.20	12.95	18.92	0.19	0.52
31.84	0.18	12.32	19.52	0.10	0.41
32.05	0.27	13.09	18.96	0.36	0.76
28.18	0.16	11.17	17.01	0.10	0.40
35.51	0.19	15.23	20.22	0.19	0.49
34.33	0.22	11.83	22.50	0.20	0.57
31.41	0.25	10.83	21.92	0.24	0.77
30.99	0.17	11.82	19.17	0.19	0.44
40.60	0.24	12.84	27.76	0.15	0.51
38.70	0.21	12.29	20.74	0.08	0.45
49.33	0.34	20.92	28.41	0.18	0.70
31.21	0.27	10.55	21.00	0.21	0.67
40.65	0.27	14.47	24.80	0.18	0.64
26.58	0.14	12.50	14.08	0.20	0.48
62.14	0.36	21.96	40.18	0.13	0.58
34.96	0.22	12.48	22.48	0.22	0.55
37.90	0.23	13.06	24.76	0.17	0.51
33.81	0.18	11.47	22.34	0.16	0.43

35.63	0.23	13.25	22.24	0.20	0.59
-------	------	-------	-------	------	------

No. total de hojas por planta	No. de la hoja de la mazorca	No. de ramas de la espiga	Acame de tallo (\log_{10})	Mazorcas podridas*	Mala cobertura*	<i>Fusarium spp</i> *
11	7	5	0.00	52	20	71
12	7	7	0.10	20	18	93
11	8	7	0.20	48	27	88
12	8	17	0.00	27	28	114
12	8	16	0.00	29	23	99
13	8	18	0.10	24	32	129
11	7	9	0.00	35	34	129
12	9	17	0.00	27	28	118
12	8	9	0.00	28	30	128
13	10	20	0.10	33	35	126
10	6	10	0.00	26	27	92
9	8	20	0.10	23	30	85
12	8	8	0.00	32	31	97
11	7	8	0.32	35	24	78
12	8	20	0.00	36	24	87
11	7	9	0.20	22	15	172
11	7	11	0.00	24	26	176
12	8	8	0.20	13	14	177
13	9	11	0.16	28	27	182
14	9	14	0.10	28	30	176
12	8	13	0.00	32	18	147
13	8	9	0.26	29	15	180
11	7	7	0.00	33	7	166
15	9	13	0.10	32	18	194
11	8	7	0.20	23	20	165
12	8	12	0.20	28	22	167
14	9	16	0.00	30	23	173
11	7	11	0.00	14	20	159
13	7	16	0.36	28	12	154
12	8	18	0.00	27	30	152
12	8	14	0.00	27	30	165
12	8	12	0.00	35	40	168
11	7	4	0.20	25	17	173
13	8	5	0.00	20	31	147
12	8	11	0.00	38	35	154
12	8	8	0.10	28	14	12
11	7	10	0.10	21	26	11
12	8	8	0.00	30	20	12
12	9	9	0.00	29	30	14
14	10	10	0.00	24	33	7
12	8	11	0.30	24	23	16
13	9	11	0.00	32	26	10
13	9	11	0.20	39	21	23
12	8	7	0.10	25	22	11
11	8	9	0.00	32	22	14

No. total de hojas por planta	No. de la hoja de la mazorca	No. de ramas de la espiga	Acame de tallo (\log_{10})	Mazorcas podridas*	Mala cobertura*	<i>Fusarium spp</i> *
-------------------------------	------------------------------	---------------------------	--------------------------------	--------------------	-----------------	-----------------------

14	9	13	0.20	30	36	17
11	8	8	0.00	17	22	15
13	9	22	0.00	35	26	12
11	8	7	0.26	30	19	28
11	8	6	0.50	27	25	28
10	7	6	0.26	34	12	27
12	8	8	0.10	30	18	32
11	7	9	0.10	29	19	24
12	8	14	0.10	30	16	15
11	8	14	0.10	34	9	14
12	8	8	0.10	26	27	17
13	9	18	0.36	28	13	15
14	10	9	0.00	18	37	13
13	9	16	0.00	30	24	22
12	8	11	0.00	33	30	15
15	8	12	0.10	40	37	16
9	6	8	0.30	41	17	38
14	10	22	0.20	30	26	14
12	8	7	0.00	26	15	19
12	8	11	0.20	0	15	14
12	8	13	0.00	28	27	23

12	8	11	.10	29	24	18
----	---	----	-----	----	----	----

* Arco Sen $\sqrt{x/100}$

APENDICE B

MEDIAS DE 66 CRUZAS DE MAIZ PARA DIFERENTES CARACTERISTICAS

AGRONOMICAS BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL

Cruza	Rendimiento maz. ton/ha	Altura planta (cm)	Altura mazorca (cm)	Días a flor masculina	Días a flor femenina	Intervalo de floración	Area foliar (AF) total (dm ²)
1	3.198	79	22	77	79	2	28.70
2	5.783	80	24	72	75	3	22.65
3	4.762	79	23	72	75	3	26.65
4	5.654	102	43	79	83	4	34.41
5	5.353	86	30	77	81	4	31.66
6	5.955	117	55	81	85	4	37.17
7	6.161	109	37	74	77	3	22.81
8	5.136	99	34	79	81	2	26.89
9	6.886	99	31	74	77	3	15.48
10	5.908	96	44	76	81	5	25.51
11	5.660	74	15	72	77	5	19.71
12	6.627	92	31	77	79	2	34.18
13	6.441	87	29	73	76	3	22.77
14	4.241	57	8	71	74	3	18.22
15	4.808	80	23	72	77	5	25.07
16	6.799	154	60	75	78	3	27.04
17	7.209	131	49	74	76	2	23.14
18	6.072	164	78	73	75	2	26.02
19	7.356	153	73	76	78	2	40.81
20	6.032	139	53	77	81	4	29.89
21	5.925	132	57	73	78	5	22.47
22	8.041	171	80	74	76	2	37.82
23	4.602	127	50	72	76	4	19.31
24	7.176	168	84	78	80	2	35.07
25	5.940	147	61	75	77	2	23.73
26	7.031	149	71	73	77	4	27.67
27	6.748	166	79	77	79	2	40.49
28	7.158	151	72	72	76	4	29.43
29	6.452	142	66	69	73	4	29.12
30	6.724	141	59	72	74	2	27.70
31	5.169	132	51	73	75	2	20.02
32	6.565	139	59	73	75	2	21.82
33	5.337	146	64	75	78	3	21.15
34	5.182	145	64	72	74	2	22.78
35	7.570	142	58	77	79	2	29.36
36	7.714	167	69	74	76	2	28.93
37	7.398	162	71	75	77	2	31.24
38	6.541	151	68	72	75	3	28.61
39	6.328	165	81	75	78	3	26.94
40	5.698	153	69	80	82	2	26.52
41	5.400	127	51	71	75	4	25.24
42	6.078	147	69	73	77	4	32.04
43	4.055	109	47	74	79	5	20.44
44	5.413	131	59	80	83	3	28.76
45	6.388	116	47	74	77	3	27.01
46	6.909	142	70	80	82	2	32.15

Cruza	Rendimiento maz. ton/ha	Altura planta (cm)	Altura mazorca (cm)	Días a flor masculina	Días a flor femenina	Intervalo de floración	Area foliar (AF) total (dm ²)
47	6.545	137	64	73	76	3	29.64
48	6.758	143	70	77	79	2	33.62
49	6.054	152	57	71	74	3	27.51
50	6.775	155	64	71	73	2	31.47
51	6.249	156	59	71	75	4	30.70
52	5.695	155	63	70	73	3	25.53
53	8.930	140	58	72	75	3	22.35
54	7.036	151	75	74	77	3	29.31
55	7.667	150	78	73	75	2	30.80
56	7.125	156	71	74	77	3	31.16
57	6.315	147	77	76	78	2	25.97
58	5.076	141	58	78	80	2	22.47
59	6.791	147	66	77	77	0	39.28
60	6.071	143	65	73	76	3	23.00
61	8.156	137	46	75	76	1	27.44
62	6.944	124	59	70	73	3	23.18
63	6.530	153	88	80	82	2	41.21
64	7.998	138	62	73	78	5	28.63
65	6.838	124	55	77	80	3	26.59
66	6.716	141	64	75	77	2	32.58
Media	6.193	128	56	75	78	3	28.20

Indice de Area Foliar	AF hojas arriba de la mazorca (dm ²)	AF hojas abajo de la mazorca (dm ²)	AF hoja bandera (dm ²)	AF hoja mazorca (dm ²)	No. total de hojas por planta
0.23	12.64	16.06	0.18	0.59	11
0.22	11.90	10.75	0.20	0.62	10
0.21	15.09	13.26	0.22	0.60	10
0.21	18.70	15.71	0.19	0.51	13
0.17	13.97	17.68	0.16	0.42	12
0.25	23.43	13.74	0.20	0.57	13
0.17	8.46	12.35	0.13	0.47	12
0.29	9.31	17.58	0.17	0.71	12
0.15	6.57	8.91	0.14	0.51	10
0.15	6.84	18.67	0.13	0.34	12
0.18	10.46	9.25	0.19	0.57	11
0.27	11.84	22.34	0.18	0.67	12
0.22	8.09	14.51	0.14	0.55	12
0.13	7.75	10.47	0.13	0.42	10
0.21	9.22	15.84	0.15	0.54	11
0.20	10.97	16.08	0.15	0.48	11
0.19	9.03	14.11	0.21	0.52	10
0.21	8.80	17.18	0.25	0.60	11
0.37	14.66	26.15	0.26	0.84	13
0.17	10.75	25.72	0.12	0.36	14
0.13	8.99	13.48	0.15	0.49	11
0.28	15.73	22.09	0.23	0.78	13
0.10	7.11	12.19	0.12	0.33	11
0.24	12.23	22.84	0.16	0.54	14
0.17	10.03	13.70	0.15	0.50	11
0.20	9.31	18.35	0.17	0.48	12
0.22	15.01	25.51	0.17	0.47	13
0.19	11.50	17.93	0.20	0.36	11
0.22	11.11	18.01	0.26	0.64	11
0.18	10.32	20.38	0.16	0.48	11
0.12	7.88	17.31	0.09	0.34	11
0.18	7.36	14.16	0.13	0.52	11
0.12	6.12	15.03	0.08	0.40	11
0.12	6.78	15.99	0.08	0.35	12
0.16	11.25	18.11	0.17	0.41	11
0.16	9.09	19.85	0.14	0.41	12
0.17	12.32	18.91	0.16	0.44	12
0.16	11.21	17.16	0.15	0.40	12
0.15	9.66	17.28	0.16	0.38	12
0.17	9.48	17.04	0.09	0.45	13
0.17	10.13	21.91	0.12	0.49	13
0.14	8.43	12.01	0.12	0.37	11
0.28	10.66	18.10	0.20	0.58	14
0.19	9.38	17.62	0.18	0.49	12
0.22	11.05	21.10	0.18	0.58	13

Indice de Area Foliar	AF hojas arriba de la mazorca (dm ²)	AF hojas abajo de la mazorca (dm ²)	AF hoja bandera (dm ²)	AF hoja mazorca (dm ²)	No. total de hojas por planta
0.20	12.43	17.21	0.25	0.55	11
0.30	11.67	21.94	0.22	0.64	13
0.28	10.58	16.93	0.17	0.58	11
0.27	10.67	20.79	0.19	0.69	12
0.17	13.92	16.98	0.17	0.51	10
0.23	9.94	15.59	0.18	0.60	11
0.16	7.81	14.54	0.12	0.48	11
0.18	9.67	19.59	0.14	0.46	12
0.17	11.08	19.72	0.15	0.45	11
0.17	9.77	23.05	0.14	0.45	12
0.18	8.19	17.85	0.13	0.48	12
0.13	7.81	14.66	0.07	0.30	13
0.31	14.77	24.50	0.31	0.68	14
0.21	32.43	14.57	0.13	0.52	11
0.14	17.16	13.06	0.14	0.46	9
0.14	7.51	15.67	0.20	0.42	10
0.26	13.29	27.91	0.15	0.50	14
0.16	10.53	18.10	0.17	0.38	11
0.21	4.74	16.86	0.16	0.49	13
0.18	11.80	20.78	0.16	0.46	12
0.20	11.65	17.22	0.17	0.51	12

No. de la hoja de la mazorca	No. de ramas de la espiga	Acame de tallo. (\log_{10})	Mazorcas podridas*	Malta cobertura*	<i>Fusarium spp*</i>
8	6	0.00	0	22	41
7	8	0.30	50	24	28
7	6	0.20	37	23	37
8	17	0.10	39	27	13
8	16	0.10	39	26	13
8	18	0.00	38	26	13
8	9	0.00	32	29	22
8	16	0.10	33	20	16
7	7	0.00	20	31	20
9	15	0.10	48	27	14
6	9	0.10	29	23	29
8	8	0.10	27	27	17
8	7	0.00	34	31	11
6	8	0.00	40	18	26
7	7	0.10	33	21	22
7	8	0.40	15	14	22
7	10	0.10	9	23	23
8	6	0.30	27	14	26
9	12	0.10	34	26	22
9	11	0.20	33	32	25
7	9	0.00	32	17	22
8	10	0.30	25	21	19
7	6	0.32	33	13	33
9	8	0.10	30	20	20
7	6	0.10	28	25	32
8	10	0.16	17	20	19
9	18	0.16	29	26	10
7	10	0.16	13	21	41
8	8	0.36	33	17	24
7	16	0.10	31	23	26
7	9	0.26	31	22	19
7	11	0.00	33	42	12
8	5	0.36	28	18	23
8	6	0.30	28	18	31
7	12	0.10	18	32	12
8	8	0.10	31	13	13
7	10	0.16	21	25	12
8	8	0.00	37	20	17
8	7	0.00	35	29	18
8	8	0.52	35	32	18
8	9	0.16	32	22	30
9	11	0.10	16	20	14
7	12	0.30	45	26	25
9	7	0.26	42	30	25
8	9	0.20	36	30	20
9	13	0.10	32	37	15

No. de la hoja de la mazorca	No. de ramas de la espiga	Acame de tallo (\log_{10})	Mazorcas podridas*	Malta cobertura*	<i>Fusarium spp</i> *
7	9	0.00	31	26	21
9	18	0.20	28	29	14
7	7	0.20	26	23	33
8	7	0.30	33	25	32
6	5	0.26	26	15	28
7	7	0.10	27	29	33
7	6	0.10	17	21	36
8	11	0.10	30	19	15
8	11	0.10	32	14	13
8	9	0.10	29	23	17
9	14	0.10	33	20	14
9	6	0.20	37	28	9
9	13	0.16	29	24	40
7	8	0.10	19	26	29
8	9	0.10	0	29	18
7	8	0.20	12	18	34
9	26	0.26	33	25	15
8	7	0.10	30	16	19
8	11	0.00	45	27	28
8	12	0.10	30	26	17
8	10	0.15	29	23	22

* Arco sen $\sqrt{x/100}$

APENDICE C

MEDIAS COMBINADAS (RIEGO Y TEMPORAL) DE 66 CRUZAS DE MAIZ

PARA DIFERENTES CARACTERISTICAS AGRONOMICAS

Cruza	Rendimiento mazorca ton/ha	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Días a flor masculina	Días a flor femenina	Intervalo de floración
1	2.981	75	24	79	81	2
2	6.671	87	21	73	76	3
3	5.272	84	26	74	75	1
4	6.783	108	36	76	82	6
5	5.923	92	33	77	81	4
6	7.644	123	59	79	83	4
7	6.392	119	43	76	78	2
8	6.261	108	43	77	80	3
9	7.048	114	41	75	77	2
10	7.072	111	56	76	79	3
11	6.791	83	23	72	77	5
12	6.888	88	66	76	79	3
13	6.728	92	34	76	78	2
14	4.597	67	14	72	76	4
15	7.047	84	27	74	78	4
16	7.326	163	66	75	77	2
17	6.929	154	64	76	78	2
18	6.995	170	81	73	76	3
19	8.610	168	87	78	80	2
20	7.764	158	72	79	81	2
21	7.414	140	65	73	78	5
22	8.017	176	83	75	77	2
23	6.748	147	60	72	76	4
24	7.828	181	90	78	79	1
25	7.203	156	72	73	76	3
26	7.330	158	78	73	77	4
27	7.187	170	82	77	78	1
28	7.813	155	72	73	76	3
29	6.588	148	71	70	74	4
30	7.797	146	64	73	76	3
31	6.353	142	56	73	75	2
32	6.640	152	68	74	76	2
33	6.299	157	74	74	77	3
34	5.883	159	70	73	75	2
35	7.951	145	58	78	79	1
36	7.678	160	68	74	77	3
37	7.701	166	75	77	79	2
38	7.693	165	77	73	66	3
39	7.251	177	92	76	79	3
40	7.080	164	78	79	81	2
41	6.398	138	57	72	76	4
42	6.697	151	71	75	77	2
43	5.836	134	61	75	79	4
44	7.156	147	67	78	81	3
45	6.555	125	52	76	79	3

Cruza	Rendimiento mazorca ton/ha	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Días a flor masculina	Días a flor femenina	Intervalo de floración
-------	----------------------------------	-----------------------------	------------------------------	-----------------------------	----------------------------	---------------------------

46	7.784	163	85	80	81	1
47	6.988	145	71	76	78	2
48	6.887	148	75	78	81	3
49	6.521	154	63	73	76	3
50	6.646	156	65	73	75	2
51	6.908	153	61	72	75	3
52	5.948	151	64	73	76	3
53	8.247	156	67	72	75	3
54	7.265	156	76	76	78	2
55	7.893	154	79	75	76	1
56	7.277	159	72	76	79	3
57	6.626	162	85	77	79	2
58	6.581	157	72	78	79	1
59	7.919	145	65	78	80	2
60	6.476	150	71	75	78	3
61	7.605	143	70	76	77	1
62	7.158	122	43	71	74	3
63	8.430	167	97	81	83	2
64	7.058	141	64	75	79	4
65	7.013	141	68	76	79	3
66	7.285	145	68	76	79	3

MEDIA	6.958	140	64	75	78	3
-------	-------	-----	----	----	----	---

Area foliar (AF) total (dm ²)	Indice de área foliar	AF hojas arriba de la mazorca (dm ²)	AF hojas abajo de la mazorca (dm ²)	AF hoja bandera (dm ²)	AF hoja mazorca (dm ²)	No. total de hojas
22.91	0.20	9.24	13.68	0.16	0.56	11
25.99	0.27	12.76	13.23	0.24	0.77	11
24.65	0.18	11.49	14.01	0.16	0.50	10
38.22	0.24	17.15	21.07	0.21	0.58	12
34.61	0.20	13.69	20.93	0.17	0.50	12
41.82	0.28	20.61	21.21	0.24	0.64	13
25.39	0.18	10.19	15.20	0.16	0.50	12
32.36	0.28	11.12	21.24	0.17	0.68	12
24.53	0.18	9.36	15.17	0.13	0.53	11
30.91	0.27	8.58	22.33	0.15	0.63	13
25.12	0.27	12.93	12.19	0.22	0.56	11
31.78	0.27	11.02	20.77	0.21	0.67	10
27.08	0.20	9.10	17.90	0.12	0.52	12
23.29	0.15	10.46	12.84	0.17	0.43	11
31.64	0.23	12.73	18.91	0.23	0.58	12
31.02	0.21	13.02	18.00	0.19	0.57	11
26.20	0.18	10.70	15.50	0.26	0.63	11
29.39	0.21	10.80	18.57	0.24	0.59	11
44.90	0.33	15.99	28.93	0.25	0.78	13
37.19	0.20	13.25	27.23	0.14	0.43	14
28.39	0.18	10.68	17.71	0.19	0.55	12
41.57	0.31	16.36	25.21	0.23	0.81	13
27.02	0.16	10.28	21.84	0.17	0.46	11
41.99	0.29	15.06	26.93	0.16	0.65	14
27.58	0.17	11.08	16.50	0.17	0.48	11
28.92	0.19	10.28	18.98	0.17	0.48	12
43.58	0.24	15.21	28.40	0.18	0.50	13
32.04	0.19	13.02	19.03	0.21	0.45	11
29.82	0.22	12.50	17.30	0.23	0.58	12
31.05	0.18	11.70	20.85	0.16	0.47	12
27.08	0.15	10.76	18.91	0.12	0.41	12
27.73	0.21	9.28	18.46	0.18	0.58	12
23.58	0.15	7.44	16.15	0.12	0.45	11
28.05	0.16	7.90	20.15	0.07	0.38	13
32.83	0.21	12.75	20.08	0.20	0.47	11
30.94	0.19	9.95	20.99	0.17	0.52	12
31.85	0.21	12.50	19.35	0.18	0.55	11
33.37	0.20	13.30	19.95	0.19	0.52	12
32.93	0.19	12.19	20.74	0.21	0.47	12
40.98	0.20	12.07	22.24	0.12	0.49	13
27.43	0.20	9.94	17.49	0.14	0.49	12
33.76	0.20	10.32	23.44	0.13	0.54	13
30.31	0.18	10.16	17.92	0.14	0.46	12
32.29	0.25	11.98	20.32	0.21	0.55	13
29.94	0.19	10.61	19.33	0.19	0.47	12

Area foliar (AF) total (dm ²)	Índice de área foliar	AF hojas arriba de la mazorca (dm ²)	AF hojas abajo de la mazorca (dm ²)	AF hoja bandera (dm ²)	AF hoja mazorca (dm ²)	No. total de hojas
41.74	0.25	15.12	26.62	0.19	0.58	14
32.29	0.23	12.87	19.42	0.27	0.62	11
38.06	0.32	13.04	25.02	0.24	0.71	13
29.71	0.24	11.77	17.93	0.18	0.55	11
31.66	0.23	11.49	20.16	0.15	0.55	11
31.38	0.22	13.51	17.87	0.26	0.63	10
26.85	0.20	10.55	16.30	0.14	0.50	12
28.93	0.17	11.52	17.38	0.16	0.49	11
31.82	0.20	10.75	21.05	0.17	0.52	12
31.11	0.21	10.95	20.82	0.19	0.61	11
31.07	0.17	10.80	21.11	0.16	0.44	12
33.29	0.21	10.51	22.81	0.14	0.49	13
30.59	0.17	10.05	17.70	0.07	0.38	14
44.30	0.32	17.85	26.46	0.25	0.69	13
27.11	0.24	21.49	17.78	0.17	0.60	12
34.05	0.21	15.82	18.91	0.16	0.55	12
24.88	0.14	10.01	14.88	0.20	0.45	10
51.67	0.31	17.63	34.05	0.14	0.54	14
31.69	0.19	11.51	20.29	0.20	0.47	11
32.24	0.22	11.40	20.81	0.17	0.50	13
33.19	0.18	11.64	21.56	0.16	0.45	12
31.84	21.39	12.15	19.94	0.18	0.54	12

Número de la hoja de la mazorca	Número de ramas de la espiga	Acame de tallo (log ₁₀)	Mazorcas podridas*	Malta cobertura*	<i>Fusarium</i> spp*
7	5	0.00	52	20	22
7	7	0.10	20	18	17
8	7	0.20	48	27	21
8	17	0.00	27	28	14
8	16	0.00	29	23	14
8	18	0.10	24	32	13
8	9	0.00	35	34	9
8	27	0.00	27	28	5
7	8	0.00	28	30	13
10	18	0.10	33	35	7
6	9	0.00	26	27	20
8	14	0.10	23	30	12
8	8	0.00	32	31	13
6	8	0.32	35	24	29
7	14	0.00	36	24	13
7	9	0.20	22	15	14
7	10	0.00	24	26	19
8	7	0.20	13	14	19
9	11	0.16	28	27	21
9	13	0.10	28	30	15
7	11	0.00	32	18	29
8	10	0.26	29	15	25
7	7	0.00	33	7	21
9	10	0.10	32	18	17
7	7	0.20	23	20	21
8	11	0.20	28	22	20
9	17	0.00	30	23	15
7	10	0.00	14	20	20
7	12	0.36	28	12	34
8	17	0.00	27	30	27
7	11	0.00	28	30	9
8	11	0.00	35	40	9
7	5	0.20	25	17	11
8	6	0.00	20	31	13
8	12	0.05	28	34	12
8	8	0.10	30	13	13
7	10	0.13	21	25	12
8	8	0.00	34	20	15
8	8	0.00	32	30	16
9	9	0.26	30	32	12
8	10	0.23	28	23	23
9	11	0.05	24	23	12
8	11	0.25	42	24	24
9	7	0.18	34	26	18
8	9	0.05	34	26	17

Número de la hoja de la mazorca	Número de ramas de la espiga	Acame de tallo (log ₁₀)	Mazorcas podridas*	Mala cobertura*	<i>Fusarium spp</i> *
---------------------------------	------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------	-----------------------

9	13	0.15	31	36	16
8	9	0.00	24	24	18
9	20	0.10	32	27	13
8	7	0.23	28	21	30
8	7	0.40	30	25	30
6	6	0.26	30	13	27
8	7	0.10	29	23	33
7	7	0.10	23	20	30
8	12	0.10	30	18	15
8	13	0.10	33	12	14
8	8	0.10	28	25	17
9	16	0.23	31	17	15
9	8	0.10	28	33	11
9	15	0.08	30	24	31
8	9	0.05	26	28	22
8	24	0.10	20	33	17
7	8	0.25	26	18	36
10	24	0.23	32	26	14
8	7	0.05	28	16	19
8	11	0.10	23	21	21
8	12	0.05	29	26	20

8	11	0.12	29	24	20
---	----	------	----	----	----

* Arco Sen $\sqrt{x/100}$