

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE HÍBRIDOS SIMPLES Y TRIPLES DE MAÍZ PARA EL BAJIO MEXICANO PROVENIENTES DE AMPLIA Y SELECTA BASE GENÉTICA

POR:

PEDRO LICONA LICONA

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MÉXICO.

JUNIO 1999.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

TESIS:

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA:

PEDRO LICONA LICONA

APROBADA:

EL PRESIDENTE DEL JURADO

M.C. HUMBERTO DE LEON CASTILLO

COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

M.C. REYNALDO ALONSO VELASCO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MEXICO.

JUNIO 1999.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISION DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

EVALUACION Y SELECCIÓN DE HIBRIDOS SIMPLES Y TRIPLES DE MAIZ PARA EL BAJIO MEXICANO PROVENIENTES DE AMPLIA Y SELECTA BASE GENETICA.

TESIS:

QUE SE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

POR:

PEDRO LICONA LICONA

APROBADA:

EL PRESIDENTE DEL JURADO.

M.C. HUMBERTO DE LEON CASTILLO

ASESOR PRINCIPAL

DR. FROYLAN RINCON SANCHEZ

SINODAL

M.C. ARNOLDO OYERVIDES GARCIA

SINODAL

ING. ABEL VALDEZ SALAZAR
SINODAL

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MÉXICO.
JUNIO 1999.

INDICE DE CONTENIDO

	Pag
INDICE DE CUADROS	i
...	
AGRADECIMIENTOS.....	ii
...	
DEDICATORIAS.....	iii
RESUMEN.....	iv
I.- INTRODUCCION	1
1.1 Objetivos	3
1.2 Hipótesis.....	3
II.- REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Líneas endocrinas	4
2.2 Aptitud combinatoria	5
2.3 Probadores.....	8
2.4 Heterosis	9
2.5 Cruzas simples.....	11
2.6 Cruzas triples	12
2.7 Importancia de los híbridos	12
III.- MATERIALES Y METODOS	13
3.1 Material genético	13
3.2 Localidades de estudio.....	13
3.3 Metodología previa a la evaluación.....	16
3.4 Toma de datos en campo.....	17
3.5 Análisis estadístico	18
3.6 Metodología de selección.....	23
IV.- RESULTADOS Y DISCUSION	26
4.1 Análisis de varianza individuales.....	26
4.3 Análisis de varianza combinados	35
4.4 Prepotencia.....	45
V.- CONCLUSIONES	47
VI.- BIBLIOGRAFIA	48
VII.- APENDICE.....	51

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pag
3.1	Datos de establecimiento de las parcelas en cada localidad.	15
3.2	Estructura del análisis de varianza individual.	19
3.3	Estructura del análisis de varianza combinado.	21
4.1	Concentración de cuadrados medios y coeficiente de variación del análisis de varianza individual efectuado para altura de planta y de mazorca, floración masculina y femenina y rendimiento para la localidad de Celaya, Gto.	26
4.2	Concentración de cuadrados medios y coeficiente de variación del análisis de varianza individual efectuado para altura de planta y de mazorca, floración masculina y femenina y rendimiento para la localidad de Tepalcingo, Mor.	28
4.3	Concentración de medias de rendimiento y otras características de los mejores cinco híbridos, mejores testigos y medias de cada experimento en la localidad de Celaya, Gto.	30
4.4	Concentración de medias de rendimiento y otras características de los mejores cinco híbridos, mejores testigos y medias de cada experimento en la localidad de Tepalcingo, Mor.	33
4.5	Concentración de cuadrados medios de altura de planta, altura de mazorca, días a floración, rendimiento y coeficiente de variación resultantes de los análisis de varianza combinados realizados individualmente para cada experimento.	36
4.6	Concentración de cuadrados medios resultantes del análisis de varianza combinado realizado para días a floración masculina y femenina, altura de planta y de mazorca y rendimiento; medias, D.M.S. coeficiente de variación y rangos que presentan los valores analizados en un solo experimento.	38
4.7	Concentración de medias de rendimiento y otras características de los mejores cinco híbridos, mejor testigo y medias de cada experimento de dos localidades, además de la heterosis útil.	41
4.8	Concentración de medias de rendimiento y días a floración de los diez progenitores que impartieron mayor rendimiento en sus respectivas combinaciones.	46
DEDICATORIAS		

A mis padres

Jose Licona Fernández

Y

Coy Licona Vargas

Porque gracias a la educación, cariño y grandísimo apoyo se ha Hecho realidad uno de mis propositos.

A mis hermanos

Magdaleno

Apolinar

J. Guadalupe y

J. Patricio

Carmen

Marta

Yolanda

Sixta

Delfis

Caty

A ellos por sus consejos, apoyo y confianza que depositaron en mi.

A Francisco Cruz Y Laura Escoto

Gracias por su apoyo desinteresado y consejos que siempre me brindaron.

A todos mis sobrinos por compartir conmigo alguna vez lo que a ellos correspondía.

Al Ing. Jorge Osorio V.

Por su valiosa amistad y consejos.

A todos mis compañeros y amigos de la generación LXXXVII,
especialmente a: Alfredo, Norma, Hugo, Hilario, J. Pedro Y Luis
Fernando.

A ellos por haber compartido una gran amistad que hizo transcurrir los días llenos de alegría y esperanza.

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Porque lograr lo que hasta hoy he logrado no es producto de la casualidad. Gracias por convertir en obras mis proyectos, te pido sigas iluminando mis senderos y mostrándome el camino del bien. Amen.

A mi “Alma, Terra, Mater”:

A este gran semillero le agradezco por haber hecho de mi un producto final capaz y deseoso de poner en alto su nombre en cualquier parte donde me encuentre.

A un hombre consciente y comprometido con sus aceres profesionales.

Al M.C. Humberto de León Castillo:

Por su participación como asesor principal en este trabajo, por sus valiosos consejos, por su gran e incomparable amistad y por ser una de las personas que colaboraron en gran medida para mi formación profesional.

Al Dr. Froylán Rincón Sánchez:

Por colaborar como sinodal en este trabajo, por sus valiosas sugerencias para la perfecta elaboración del mismo y por su valiosa amistad.

Al M. C. Arnoldo Oyervides García:

Por su participación como sinodal en este trabajo, por su incondicional amistad y por haber participado en mi formación profesional dentro y fuera de las aulas.

Al Ing. Abel Valdés Salazar:

Por su gran colaboración como sinodal en este trabajo, por sus sugerencias constructivas de gran efecto en el desarrollo de este trabajo y por ser un buen amigo.

A la Lic. Sandra Roxana López Betancourt:

Por su gran apoyo para la buena presentación de este trabajo en el área de computación.

A todas las personas que de una u otra forma participaron en mi formación y a los que colaboraron para la realización de este trabajo.

RESUMEN

En el Instituto Mexicano del Maíz "Dr. Mario Castro Gil," se realizan diferentes trabajos relacionados con el mejoramiento del maíz con el objetivo de elevar la producción de este cultivo en nuestro país. Entre tales objetivos destaca la formación de híbridos de buena calidad agronómica para poder ser explotados comercialmente.

El presente trabajo consistió en la evaluación de 188 cruizas experimentales (simples y triples) comparadas con tres testigos de excelente calidad agronómica. Estos materiales fueron evaluados en 1998 en las localidades de Celaya, Gto., y Tepalcingo, Mor; el trabajo se dividió en cuatro experimentos para su fácil y eficiente evaluación, que se llevó a cabo por medio de un diseño en bloques al azar con dos repeticiones.

Los objetivos aquí planteados son: Detectar a los híbridos mejores de cada experimento que superen o al menos igualen al testigo utilizado; así mismo, detectar la aptitud combinatoria general de los progenitores.

Los resultados indicaron una diferencia altamente significativa entre tratamientos, esto debido a la amplia base genética de la que provienen los materiales utilizados. Lo anterior permitió cumplir con los objetivos inicialmente planteados, ya que se logró detectar a los mejores cinco híbridos para cada localidad, y para las dos localidades en común entre los que destacan los materiales: 21, 17 y 38, con heterosis de 26.5, 14.5 y 14.5 en los experimentos 3, 1 y 4 respectivamente. Además, se detectaron los mejores diez progenitores para cumplir con el segundo objetivo entre los que destacan el 106, 409, 403, 212, 311, entre otros, con rendimientos sobresalientes de 13.4, 13.4, 13.1, 13.1, 12.9 respectivamente

I. INTRODUCCION

Desde los inicios del mejoramiento del maíz y hasta la fecha se ha realizado una gran cantidad de trabajos con la finalidad de incrementar la producción. La demanda en el consumo de maíz se incrementa en la medida que la población crece y las tierras de cultivos son invadidas por tierras urbanas. Por esta razón, debe pensarse en utilizar materiales que compensen o mantengan en equilibrio los siguientes factores: producir en área cada vez menor y producir lo suficiente para alimentar mas población.

Analizando lo anterior, una alternativa para tener mayor producción de maíz en México es formar nuevas variedades o híbridos cuyo costo para producirlos no sea tan elevado. Tales materiales deberán contar con buenas características agronómicas y de gran

adaptabilidad para las regiones productoras de este grano y que superen además a los materiales ya existentes. Por esta razón, los objetivos del mejorador son siempre producir e identificar materiales mejores que los existentes en el mercado y a menor costo de producción. No siempre las mejores líneas (fenotípicamente) producen los mejores híbridos, es por eso que debe determinarse la aptitud combinatoria de todas y cada una de las líneas y/o cruces involucradas en un programa de mejoramiento; de tal manera que si conocemos la aptitud combinatoria de las líneas, es posible derivar y escoger los mejores materiales, en cuanto a potencial de rendimiento y características agronómicas adecuadas como: Altura de planta, altura de mazorca, floración, rendimiento, etc., y realizar con estas

un programa completo de hibridación, que tiene como objetivo final el incremento del rendimiento y el fácil manejo del cultivo.

El Instituto Mexicano del Maíz "Mario Castro Gil", desde su creación se ha dedicado a realizar este tipo de trabajos, que han dado como resultado la obtención de híbridos competentes en el mercado, como ejemplo podemos citar al AN 445, AN 447, entre otros. Actualmente dicho instituto lleva a cabo un proyecto del cual forma parte este trabajo.

OBJETIVOS

Identificar híbridos experimentales sobresalientes y de comportamiento superior o al menos igual a los testigos utilizados.

Identificar los progenitores con mayor Aptitud Combinatoria General a través del comportamiento de su progenie.

HIPOTESIS

Existe amplia variabilidad genética en los materiales, que permite la selección y obtención de híbridos superiores en cuanto a rendimiento y otras características agronómicas deseables.

Entre los progenitores utilizados (líneas y cruza simples) existen algunos con buenos efectos de aptitud combinatoria general..

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Líneas endocriadas.

Robles (1990) define a línea pura como individuos que contienen los mismos genes homocigotos, para él o los caracteres favorables que se desean establecer o mejorar. Las líneas puras se forman por medio de autofecundaciones sucesivas en especies alógamas, empleando polinización controlada; en cambio, en especies autógamias, teóricamente cada planta seleccionada puede constituir una línea pura si se multiplican sus semillas. Los individuos de una línea pura son genotípicamente idénticos; por lo tanto, la selección dentro de ellas sería infructuosa; sin embargo, si una población es una mezcla mecánica de líneas puras, en ella la selección sí será eficiente.

Jugenheimer (1981) describe el método clásico para desarrollar líneas endocriadas de maíz el cual consiste básicamente en la autofecundación de plantas seleccionadas visualmente durante varias generaciones, practicando selección entre y dentro de las progenies autofecundadas. Otros métodos han sido propuestos como modificaciones del clásico (padre hija, madre hijo, hermano hermana, primos de diferentes grados), las cuales permiten incrementar el número de progenies autofecundadas o reducir la velocidad con que se avanza en la endocria pero han sido de poco uso por los fitomejoradores de maíz.

Según Martínez (1986) la evaluación de líneas endocriadas puede ser realizada mediante una serie de técnicas, las cuales se enmarcan en dos campos: La evaluación a través de su comportamiento per- se y la evaluación a través de cruza con materiales no emparentados.

2.2 Aptitud combinatoria.

La capacidad de una línea para transmitir productividad conveniente a su progenie híbrida, se conoce con el nombre de aptitud combinatoria. La cual puede ser general si mantiene su comportamiento medio en una serie de combinaciones híbridas; o específica cuando se refiere al comportamiento de una combinación de dos líneas (Poehlman, 1974).

Robles (1990) dice que la aptitud combinatoria se refiere al comportamiento medio de una línea, en las combinaciones híbridas al cruzarse con otra línea, o el comportamiento de una variedad con acción génica amplia o el de las cruzas entre variedades. Así mismo denota que la aptitud combinatoria general incluye la acción génica aditiva de líneas puras o en proceso de formación. Se evalúan con un probador con amplia variabilidad genética, pudiendo ser esta la variedad original con la que se forman las líneas, otra variedad u otro material genético. La aptitud combinatoria general de las líneas se determina por medio de ensayos de rendimiento de los mestizos. Los mestizos de mayor rendimiento corresponden a las líneas con mejor aptitud combinatoria general. La aptitud combinatoria específica de las líneas incluye todos los efectos de los que no puede dar cuenta el esquema aditivo. Tales efectos pueden ser el resultado de la dominancia, la epistasis, las interacciones, etc., la cual puede ser evaluada por medio de una crusa simple con una línea endogámica.

Bernardo (1992) llevó a cabo un trabajo con el objetivo de calcular la probabilidad de seleccionar líneas genéticamente superiores en pruebas tempranas aplicando

intensidades de selección apropiadas de acuerdo a las diferentes generaciones. Este autor concluyó que la eficiencia de las pruebas tempranas es muy deficiente si la heredabilidad es baja, por lo que las cruzas de prueba se deben realizar en la segunda o tercera generación, con el fin de incrementar las probabilidades de detectar líneas que se desenvuelvan bien en homocigosis.

De León y Reyes (1991) mencionan la importancia que tiene la estimación de la aptitud combinatoria en cruzas simples como progenitores de híbridos dobles, indican también, que en resultados preliminares existe una diversidad entre las cruzas simples por aptitud combinatoria la cual permite seleccionar las cruzas simples que presenten mejores características agronómicas de las cuales se puede formar híbridos dobles, con alta probabilidad de que sean superiores a los ya comunes en el mercado.

Sprague y Tatum (1942) asumieron que la aptitud combinatoria general dependía del efecto aditivo de genes, mientras que la aptitud combinatoria específica dependía de un efecto epistático y de dominancia. Por lo tanto, la aptitud combinatoria general es más importante que la aptitud combinatoria específica en la determinación del rendimiento de líneas no seleccionadas, pero lo contrario ocurre cuando las líneas han sido seleccionadas de alguna manera durante la endocria.

Sánchez (1955) dice que si una línea produce en general muy buenos híbridos en todos los cruzamientos en que participa, esa línea posee buena aptitud combinatoria general. Gardner (1964) ha determinado que la varianza genética aditiva es la más importante en poblaciones sin o con poco mejoramiento.

Yap y Harvey (1971) trabajando con cebada concluyen que la varianza genética aditiva es más importante que la no aditiva para la variable rendimiento, mientras que Oyervides (1979) llegó a resultados similares en maíz para las características: Hileras por mazorca, granos por hilera, altura de planta, mazorca, y días a floración.

Según las poblaciones van siendo mejorada per- se, para rendimiento, la varianza genética aditiva va disminuyendo, así Hallauer y Sears (1969) comprobaron lo dicho por Rojas y Sprague (1962) que afirmaban lo mismo.

Robles (1986) menciona que la prueba de la aptitud combinatoria específica consiste en formar cruza simples con las líneas que mostraron mejor manifestación de su aptitud combinatoria general en el siguiente ciclo agrícola. Las cruza se efectúan en un ensayo de rendimiento con todas las cruza simples posibles, utilizando un buen diseño experimental para definir estadísticamente cuales cruza resultan significativamente mejores en la comparación de rendimiento y otras características según el arquetipo que el mejorador se proyecte.

2.3 Probadores

Chavez (1987) define a un probador como un material de polinización libre, cruza simple, línea o cualquier otro material que se cruza entre líneas autofecundadas. Se utiliza para determinar la habilidad combinatoria general y/o específica de las líneas; es decir; para detectar los genotipos fijados más sobresalientes (productividad, características agronómicas deseables, etc.). Complementando esto Márquez (1988) menciona que los probadores (cruza probadoras) son llamados común pero erróneamente mestizos; un mestizo es la progenie de la cruza entre las líneas y una población probadora o probador.

Jugenheimer (1981) menciona que el tipo de probadores que se debe usar para la evaluación de líneas puras en combinaciones híbridas depende principalmente si la información deseada es sobre habilidad combinatoria general o específica. La habilidad combinatoria general proporciona información sobre que líneas puras deben producir los mejores híbridos cuando se cruzan con muchas otras líneas. Debido a su heterogeneidad, las variedades de polinización libre y los sintéticos generalmente se usan para determinar la habilidad combinatoria general. Los probadores deben seleccionarse por su capacidad para determinar cuales líneas se combinan bien.

López (1986) concluyó que el mejor probador debería ser una línea no emparentada con las líneas bajo selección. Por tanto, una línea elite ampliamente utilizada en híbridos sería adecuada. Esta línea identificaría a aquellas líneas con buena aptitud combinatoria del grupo heterótico opuesto.

Frecuentemente se emplean cruza dialélicas para estimar los componentes genéticos de la variación entre los rendimientos de las propias cruza, así como su capacidad productiva. Estos cruzamientos se han utilizado para definir y aplicar los conceptos de aptitud combinatoria general y específica, así como para procedimientos que permitan estudiar a los padres en particular (Martínez, 1975).

2.4 Heterosis

Poehlman (1987) define vigor híbrido o heterosis como el incremento en tamaño o en vigor de un híbrido con respecto a sus progenitores (o con respecto al promedio de sus progenitores). La heterosis se incrementa con la diferencia genética y geográfica de los padres de una progenie dada; por lo que el vigor híbrido es el resultado de reunir genes dominantes favorables.

Dobzhansky (1952) ha distinguido entre exuberancia y verdadera heterosis. La exuberancia, excesivo tamaño y vigor concentrados en algunas especies híbridas y en ciertas cruzas entre razas de especies autóгамas, no es necesariamente una expresión de mejor adaptación, sino una condición accidental con efectos genéticos y consecuencias muy diferentes a la verdadera heterosis. En la práctica debe hacerse también la misma distinción entre heterosis y exuberancia porque los tipos mayores y más vigorosos no son siempre los más valiosos comercialmente.

Gámez *et al.*, (1990) establecen que la heterosis es mayor conforme la cruz a involucra líneas de mayor homocigosidad, lo que se debe a la mayor depresión endogámica de dichas líneas y la falta de expresión en rendimiento de la F_1 seguramente es debido a este fenómeno.

Moll *et al.*, (1962) en un experimento donde evaluaban cruzas de variedades de maíz que correspondían a siete divergencias, obtuvieron resultados que indicaban que la heterosis aumentó en cierta forma con la divergencia, pero que en cruzas con una divergencia muy alta tenían una heterosis baja. Concluyendo así que el grado de heterosis

es proporcional a la divergencia genética y ambiental de los padres endogámicos pero hasta cierto límite.

Molina y Yañez (1994) mencionan que la heterosis es el fenómeno biológico más importante en el fitomejoramiento genético por hibridación. Las hipótesis de dominancia y sobredominancia para explicar la heterosis, son hasta ahora las que más controversia han suscitado.

Robles (1986) propone que por efectos de la sobredominancia, algunos genes que intervienen en la mayor manifestación de caracteres cuantitativos, es porque el heterocigote "Aa" da más actividad fisiológica e intensifica el crecimiento que el genotipo denominado "AA" o que el homocigote recesivo "aa". El trata de explicar que se debe a efectos intra-alélicos, al interaccionar las relaciones enzimáticas que desencadenan simultáneamente en el gen dominante "A", cuya reacción enzimática total es mayor en el híbrido F₁ que los de cada gen homólogo dominante y recesivo por separado.

Quemé et al. (1991), mencionan que a nivel general los avances en el mejoramiento con las líneas endogámicas se puede deber a la eliminación de genotipo indeseables mediante la selección de líneas y porque en las cruzas simples superiores con endogamia parcial, hasta cierto punto han fijado en buena medida alelos favorables y que mediante el avance generacional y la selección se disminuyen los alelos deletéreos los cuales deterioran los caracteres que el mejorador considera deseables.

2.5 Cruzas simples (CS).

Shull (1909) citado por Allard (1967), fue el primero que sugirió el método de mejora de maíz con líneas puras, obtenidas por autofecundación prolongada y la utilización de los híbridos F_1 para la producción de la cosecha comercial. Propuso utilizar híbridos simples para la siembra comercial, fabricados entre pares de líneas puras seleccionadas por su mejor aptitud combinatoria. Este plan no condujo a la utilización extensiva de las variedades híbridas por varias razones. Primero, no se disponía de líneas puras que fueran capaces de producir híbridos suficientemente superiores en calidad que las mejores variedades de polinización abierta para que resultasen atractivas para los agricultores. Segundo, la semilla híbrida es cara porque el genitor femenino era una línea pura poco productiva y la tercera parte o la mitad del campo estaba ocupada por el genitor masculino lo que reducía más el rendimiento de semilla por hectárea. Tercero, las semillas híbridas F_1 eran pequeñas y con frecuencia deformes, debido a lo que se tuvieron dificultades con las máquinas, además de mala germinación y para terminar la producción de semillas era muy baja.

2.6 Cruza triple (CT).

El híbrido F_1 entre un par de líneas puede cruzarse otra vez con una línea pura para producir un híbrido triple $(A*B) C$. Los híbridos triples presentan un menor grado de uniformidad y adaptabilidad que los híbridos simples pero lo contrario ocurre si los comparamos con los híbridos dobles, debido a esto podemos notar que la producción de los híbridos triples es menor que la de las cruza simples pero mayor que la de los híbridos dobles, con la desventaja de que un progenitor sigue siendo línea pura débil y susceptible.

El híbrido simple se utiliza como genitor femenino; para que la línea pura utilizada como genitor masculino de buenos resultados, debe combinar muy bien con las dos líneas que conforman al genitor femenino y debe ser una excelente productora de polen (Allard, 1967).

2.7 Importancia de los híbridos

Allard (1967) menciona que aunque la primera producción comercial de un híbrido doble tuvo lugar en 1921, transcurrió un considerable período de tiempo antes de que el maíz híbrido llegara a ser un factor importante en la agricultura. En 1933, menos del 1% de la superficie sembrada de maíces la constituían los híbridos y para 1944 las variedades híbridas ocupaban más del 80% de la superficie. En zonas del cultivo de maíz la aceptación de los híbridos a sido tan grande que las variedades de polinización abierta han desaparecido virtualmente. Correspondiendo este aumento en la superficie sembrada de híbridos, el rendimiento por hectárea a aumentado notablemente. En los estados de Norteamérica en que se cultiva maíz, este aumento se estimó en un 20%.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Material genético

En el presente trabajo se evaluaron 188 cruzas simples y triples experimentales selectas formadas a partir de líneas provenientes de amplia base genética representadas en los experimentos 1, 2, 3, 4 respectivamente. Además, se utilizaron 3 testigos que han mostrado excelente calidad agronómica en las regiones de evaluación. Los orígenes de los materiales utilizados se pueden ver en el cuadro del apéndice (Cuadro A1).

Los materiales experimentales obtenidos fueron formados a través de cruzas dirigidas, estos se evaluaron en 1998 en dos localidades (Celaya, Gto. y Tepalcingo, Mor.), para así poder seleccionar las que presentaron el mejor comportamiento promedio en las dos localidades, de esta manera se evita que los efectos ambientales encubran al potencial genético de los materiales.

3.2 Localidades de estudio.

Las características climáticas y ubicación geográfica de cada una de las localidades de evaluación son las siguientes:

Celaya, Gto.

El municipio está situado a los 100° 48' de longitud Oeste del meridiano de Greenwich y a los 20° 31' de latitud Norte; su altura sobre el nivel del mar es de 1800 metros. Limita al Norte con el municipio de Comonfort; al Oeste con los de Apaseo el Grande y Apaseo el Alto; al Sur con el de Tarimoro; al Oeste con los de Cortazar y Villagran y al Noroeste con el de Santa Cruz de Juventino Rosas.

El clima del municipio es templado, la temperatura media anual es de 18.8° C y la mínima de 0.5° C; con una precipitación pluvial promedio anual de 683 mm.

El municipio esta localizado en su mayor parte en un bajío montañoso. Sus alturas más notables son en promedio de 2,000 msnm.

Los suelos del municipio son ígneos en su mayoría, de origen aluvial con profundidades de más de cincuenta centímetros, color gris oscuro, textura arcillosa con drenaje interno lento, rocosidad del 2%, ph de 8 (Secretaria de Gobernación y Gobierno del Estado de Guanajuato, 1988).

Tepalcingo, Mor.

Se ubica a 18° 36' latitud Norte y 98° 51' longitud Oeste, con una altitud de 1,160 msnm., la temperatura media anual es de 23.6° C, la precipitación pluvial de 942.9 mm anuales y el periodo de lluvias es de junio a octubre.

Es una zona altamente montañosa (50% zona accidentada), la mayoría de sus suelos son vertizoles y limita al Norte con Ayala y Jonacatepec; al Sur con Tlaquiltenango y el Este de Puebla; al Este con Axochiapan y Jonacatepec y al Oeste con Ayala y Tlaquiltenango (Secretaría de Gobernación y Gobierno del estado de Morelos, 1988).

3.3 Metodología previa a la evaluación.

La siembra del experimento se realizó para cada localidad de manera independiente; estableciéndose la fecha de siembra de acuerdo a las condiciones que presenta cada una de ellas. Los datos se presentan en el cuadro 3.1.

Cuadro 3.1: Datos de establecimiento de las parcelas en cada localidad.

	Celaya, Gto.	Tepalcingo, Mor.
Fecha de siembra	27- mayo –98	24-mayo- 98
Semillas por golpe	2	2
Diseño experimental	Bloques al Azar	Bloques al Azar
Surcos por parcela	2	2
Longitud del surco	4 m	4 m
Distancia entre surcos	0.75 m	0.75 m
Distancia entre plantas	0.19 m	0.19 m
Fertilización	180-90-90	180-90-90

La distribución de las parcelas se realizó bajo el diseño experimental de bloques al azar, para cada localidad. La cantidad de fertilizante que se utilizó, se distribuyó de la siguiente manera: A la siembra se aplicó el 50% de Nitrógeno, el total del Fósforo y de Potasio; la segunda parte de Nitrógeno se aplicó al momento del primer aporque. Los riegos y labores culturales para cada una de las localidades se realizaron en el momento oportuno para dicha actividad.

3.4 Toma de datos en campo.

Días a floración (F): En la floración femenina (FF) se tomaron en cuenta los días transcurridos a partir de la fecha de siembra hasta el momento en que más del 50% de la parcela experimental presenta estigmas receptivos; para el caso de la flor masculina (FM), se determinó en base a los días transcurridos desde la fecha de siembra hasta que el 50% de las plantas de la parcela experimental se encuentren con anteras dehicentes.

Altura de planta (A.P): Es la medida que comprende la distancia expresada en cm entre la base de la planta y la base de la espiga, esta se determinó en base al promedio de diez plantas tomadas al azar en la parcela.

Altura de mazorca (A.M): Es la medida expresada en cm comprendida desde la base de la planta hasta el nudo donde nace la mazorca primaria; esta medida se basó en el promedio de diez plantas de la parcela experimental.

Acame raíz (A.R): Se expresa en Por ciento y se calculó con relación al número de plantas que presentan una inclinación mayor a los 35° C con respecto a la vertical y sobre la base del total de plantas de la parcela experimental.

Acame tallo (A.T): Este se determinó en base al número de plantas que presentan el tallo quebrado o doblado por debajo del nudo donde nace la mazorca principal y se determina en base al total de plantas en la parcela, expresándose éste en porcentaje.

Mala cobertura (MC): También es expresada en porcentaje, tomando en cuenta el número de mazorcas que no se encuentran cubiertas completamente por el totomoxtle en relación al total de las mazorcas cosechadas de la parcela.

Daños por Fusarium (DF): Se determinó el porcentaje en base el total de plantas en la parcela.

Peso de campo (P): El peso de campo se determinó basándose en el peso que poseía el maíz en mazorca al momento de la cosecha.

Factor de conversión (FC): El factor de conversión, es utilizado para transformar el rendimiento de mazorcas en toneladas por unidad de superficie (hectárea) al 15.5% de humedad; determinándose con la siguiente ecuación:

$$FC = \frac{10,000m^2}{(A.P.U.)(0.845)(1000)}$$

Donde:

FC = Factor de conversión para expresar el rendimiento en toneladas por hectárea de mazorca al 15.5% de humedad.

A.P.U. = Area de parcela útil, es el producto de la distancia entre surcos (0.75m), por la distancia entre plantas (0.19m), por el número de plantas.

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

1000 = Coeficiente para obtener el rendimiento en toneladas.

Peso seco (PS): Se calcula multiplicando la materia seca por el peso de campo.

$$MS = (100 - \% \text{ de Hum}) / 100$$

Rendimiento (Ren.): Se calculó multiplicando el peso seco de la mazorca de cada parcela por el factor de conversión.

3.5 Análisis estadístico.

El modelo lineal utilizado para obtener el análisis de varianza individual fue el de bloques al azar dado por:

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

Donde:

Y_{ij} = Observaciones del tratamiento “i” en la repetición “j”.

μ = Media general del experimento.

α_i = Efectos del tratamiento “i”.

β_j = Efectos de la repetición “j”.

Σ_{ij} = Efecto de la interacción del tratamiento “i” en la repetición “j” que es el equivalente al error experimental.

“i” = 1,2,... t (tratamientos)

“j” = 1,2,... r (repeticiones)

Cuadro 3.2: Estructura del análisis de varianza individual.

F.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F.C.
<i>Trat.</i>	$(t - 1)$	$\frac{\sum_{i=1}^t y_{i.}^2}{r} - \frac{y_{..}^2}{tr}$	$\frac{SC.Trat}{GL.Trat}$	$\frac{CMTrat}{CM.E.Exp}$
<i>Re p.</i>	$(r - 1)$	$\frac{\sum_{j=1}^r y_{.j}^2}{t} - \frac{y_{..}^2}{tr}$	$\frac{SC.Bloque}{GL.Re p}$	$\frac{CM.Re p.}{CM.E.Exp}$
<i>E.Exp</i>	$(t - 1)(r - 1)$	$SC.Tot - (SC.Trat. + SCBloque)$	$\frac{SC.E.Exp.}{GL.Error}$	
<i>Total</i>	$(tr - 1)$	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{tr}$		

Se efectuó un análisis de varianza combinado entre localidades para facilitar y hacer la selección de las cruzas experimentales de una forma más eficiente.

El modelo lineal del análisis estadístico utilizado es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \delta_k + \beta_{j(k)} + \alpha_j + \alpha\delta_{ik} + \Sigma_{ijk}$$

Donde:

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

μ = Efecto de la medio general del experimento.

δ_k = Efecto de la k-ésima localidad.

α_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

$(\alpha\delta)_{ik}$ = Efecto del i-ésimo tratamiento por la k-ésima localidad.

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

Σ_{ijk} = Efecto del error experimental.

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

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

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

Cuadro 3.3: Estructura del análisis de varianza combinado.

F.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F.C.
<i>Loc</i>	$(l-1)$	$\frac{\sum_{K=1}^l y_{..k}^2}{tr} - \frac{y_{...}^2}{tlr}$		$\frac{SCL}{glL}$ $\frac{CML}{CM \text{ Re } p / Loc}$
<i>Re p / Loc</i>	$l(t-1)$	$\frac{\sum_{l=1}^n \sum_{i=1}^r y_{.jk}^2}{t} - \frac{y_{.jk}^2}{tr}$		$\frac{SCR / L}{glR / L}$ $\frac{CMR / L}{CMEE}$
<i>Trat</i>	$(t-1)$	$\frac{\sum_{j=1}^t y_{i..}^2}{rl} - \frac{y_{...}^2}{trl}$		$\frac{SCT}{glT}$ $\frac{CMT}{CMEE}$
<i>Trat * Loc</i>	$(t-1)(l-1)$	$\frac{\sum_{i=1}^t \sum_{k=1}^l y_{i.k}^2}{r} - \frac{y_{...}^2}{tlr} - (SCL + SCT)$		$\frac{SCT * L}{glT * L}$ $\frac{CMT * L}{CMEE}$
<i>Error</i>	$(t-1)(r-1)l$	$SC.Tot - (SC.T + SC.L + SCr/l + SCt * l)$		$\frac{SCEE}{glEE}$ $CMEE$
<i>Total</i>	$(rtl-1)$	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^l \sum_{K=1}^r y_{ijk}^2 - \frac{Y_{...}^2}{rtl}$		

Para determinar el grado de confiabilidad de los datos obtenidos de los análisis de varianza se estimó el coeficiente de variación (C.V) mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:

C.V. = Coeficiente de variación expresada en porcentaje.

CMEE = Cuadrados medios del error experimental.

\bar{X} = Media general.

Después de encontrar diferencia significativa en el análisis de varianza combinado se realizó la prueba de diferencia mínima significativa (DMS), que se estima con la fórmula siguiente:

$$DMS = t_{\alpha(gle)} \sqrt{\frac{CME}{R * L}}$$

Donde:

$t_{\alpha(gle)}$ = Valor de “t” a un valor de probabilidad con los grados de libertad del error experimental.

CMEE = Cuadrados medios del error experimental.

R = Número de repeticiones.

L = Número de localidades.

La heterosis útil de los híbridos seleccionados se determinó en base al rendimiento del mejor testigo, mediante la siguiente fórmula:

$$HU = \frac{VHE}{VTS} * 100$$

Donde :

HU = Heterosis útil del híbrido experimental expresado en Porciento.

VHE = Valor del híbrido experimental.

VTS = Valor del mejor testigo.

3.6 Metodología de selección.

Se realizaron análisis de varianza para determinar si existía diferencia estadística entre y dentro de localidades, también se determinó esto para bloques, lo mismo que para determinar si existía o no interacción o influencia ambiental. Esto se realizó para altura de planta, altura de mazorca, días a floración masculina y días a floración femenina, ya que estos caracteres presentaban una distribución normal no siendo así para los caracteres de: Acame de raíz, acame de tallo, mala cobertura, daños por *Fusarium*, ya que se determinaron en porcentaje, pero estos últimos de gran utilidad, ya que fueron factores considerados en la selección de los mejores híbridos. Los materiales se ordenaron en forma descendiente con respecto a rendimiento. Se seleccionó el mejor testigo, posteriormente se marcaron con un triángulo las características de cada material que con respecto al testigo se comportaron mejor, mientras que las características poco deseables que se mostraron se marcaron con un círculo, se procedió a contar y se seleccionaron los materiales que presentaban mayor número de triángulos y menor

número de círculos, esto sin descartar el uso del propio criterio para decidir si un material aun con las características mencionadas es desechado o seleccionado; por citar un ejemplo, una planta que se muestre muy buena pero que presente en exceso susceptibilidad al acame, es motivo para desecharla. De esta forma se seleccionaron los diez mejores materiales esto para cada experimento en cada localidad, además se realizó para las dos localidades en común; estos diez, se apartaron y se repitió la metodología para dejar solo cinco materiales considerados como los mejores de cada experimento.

Prepotencia; es el patrimonio genético que un material hereda a su descendencia híbrida y se estima con el comportamiento promedio del material en cuestión, a través de sus cruzas usando la siguiente formula:

$$Pp = \frac{\sum xi}{N}$$

Donde:

Pp = prepotencia a estimar en cada material utilizado

$\sum Xi$ = Sumaria de todas las cruzas donde interviene la i-ésima cruza.

N = Número de cruzas simples con que interviene la i-ésima cruza.

Se seleccionaron diez progenitores que en promedio mostraron mejor habilidad combinatoria general. Para realizar esto se identificaron todas las cruzas en las que intervenía cada progenitor, posteriormente se saco el promedio de rendimiento y días a floración, con la formula citada y finalmente se ordenaron estos promedios y se seleccionaron los mejores

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis de varianza individual.

Los resultados obtenidos de los análisis de varianza individuales de las dos localidades (Celaya, Gto., y Tepalcingo, Mor.) para las cinco características agronómicas, que son: alturas de planta y mazorca, días a floración masculina y femenina y rendimiento se presentan en los cuadros 4.1 y 4.2 para su discusión.

En la localidad de Celaya, Gto. (Cuadro 4.1), se encontró que en la fuente de variación tratamientos para altura de planta y de mazorca no existe significancia en los experimentos 1 y 4, pero existe diferencia altamente significativa en el experimento 2 para ambos caracteres, en tanto que en el experimento 3, se encuentra significancia a 0.05 para altura de mazorca. Se encontró diferencia altamente significativa entre tratamientos para las variables floración masculina, floración femenina y rendimiento. Esto indica que a excepción de altura de planta y de mazorca para los experimentos 1 y 4, estadísticamente existe diferencia entre tratamientos, aunque solo significativa para altura de mazorca en el experimento 3, por lo tanto si existe oportunidad de seleccionar las mejores cruas.

Cuadro 4.1: Concentración de cuadrados medios y coeficiente de variación del Análisis de Varianza individual efectuadas para altura de planta y de mazorca, floración (masculina y femenina) y rendimiento para la localidad de Celaya, Gto.

Fuente de Variación	GL	AP	AM	FM	FF	REN. Ton/ha
Exp. 1						
Tratamientos	49	479.2959 NS	228.6786 NS	15.3099 **	17.5714 **	14.7954 **
Repeticiones	1	1560.5000 *	420.2500 NS	0.0625 NS	1.9375 NS	5.8945 NS
Error	49	338.3061	185.0459	1.7334	2.7972	2.3982
C.V. (%)		6.57	4.97	1.67	2.10	9.99
Exp. 2						
Tratamientos	49	483.6939 **	292.6326 **	11.3112 **	20.2092 **	10.5542 **
Repeticiones	1	299.0000 NS	324.0000 NS	0.2500 NS	0.3750 NS	0.8184 NS
Error	49	202.7755	145.9388	3.9643	4.4413	2.6721
C.V. (%)		4.86	8.09	2.94	2.66	10.45
Exp. 3						
Tratamientos	49	464.9184 **	294.5153 *	37.7207 **	42.4349 **	77.4215 **
Repeticiones	1	225.0000 NS	210.2500 NS	0.2500 NS	6.2500 NS	0.3032 NS
Error	49	237.7551	159.7398	6.5153	6.6582	4.9139
C.V. (%)		6.26	9.31	3.34	3.33	27.14
Exp. 4						
Tratamientos	49	439.2857 NS	271.9592 NS	14.3061 **	12.5676 **	12.0826 **
Repeticiones	1	256.0000 NS	36.0000 NS	2.8750 NS	0.8125 NS	1.2693 NS
Error	49	567.2245	239.0612	6.9515	4.9120	3.1216
C.V. (%)		8.23	10.43	3.41	2.83	11.04

*, ** significancia al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente.

NS, No significativo

En todas las características evaluadas se encontró que en general las repeticiones no presentan diferencia estadística alguna, a excepción de altura de planta para el experimento 1 que presenta significancia a 0.05. Lo anterior indica la homogeneidad existente entre y dentro de bloques. Los resultados obtenidos de repeticiones dan muestra de que se pudo haber utilizado el diseño completamente al azar para el análisis de varianza y dejar mas grados de libertad para el error experimental.

Los coeficientes de variación que se obtuvieron de las características evaluadas son bajos o se encuentran todos dentro de lo aceptable, por lo tanto podemos decir que el experimento llevó una buena conducción y que los resultados son altamente confiables.

Analizando los resultados obtenidos en la fuente de variación tratamientos para la localidad de Tepalcingo, Morelos (Cuadro 4.2), observamos que existe significancia a 0.01 en la mayoría de los caracteres a excepción de altura de planta en los experimentos 2 y 3 que solo presenta significancia, el 4 que no presenta significancia en el mismo caracter, y altura de mazorca en los experimentos 3 y 4 que presentan solo significancia a 0.05. Esto indica que para tratamientos se puede hacer selección en casi todos los caracteres, incluyendo los que presentan solamente significancia, a excepción solamente de altura de planta en el experimento 4.

En cuanto a las repeticiones se observa que para altura de mazorca en los experimentos 1 y 3, flor masculina y femenina en los experimentos 1, 2 y 3 no existe significancia, mientras que las demás características presentan una alta significancia. Lo

Cuadro 4.2: Concentración de cuadrados medios y coeficiente de variación del Análisis de Varianza individual para altura de planta y mazorca, floración en machos y hembras y rendimiento para la localidad de Tepalcingo Mor.

Fuente de Variación	GL	A P	A M	F M	F H	REN. Ton/ha.
Exp. 1						
Tratamientos	49	476.6173 **	282.5281 **	9.2832 **	8.9592 **	6.7670 **
Repeticiones	1	6006.2500 **	176.8750 NS	0.0650 NS	0.0625 NS	52.3139 **
Error	49	153.9235	133.3189	3.5191	4.1110	1.2680
C.V. (%)		6.09	10.48	2.77	2.94	13.80
Exp. 2						
Tratamientos	49	483.7047 *	406.9056 **	11.3112 **	11.0045 **	4.9083 **
Repeticiones	1	5852.500 **	2043.0000 **	0.2500 NS	0.0937 NS	97.2012 **
Error	49	264.3061	185.4286	3.9643	4.4981	1.5067
C.V. (%)		7.71	11.75	2.94	3.09	15.82
Exp. 3						
Tratamientos	49	532.2704 *	300.2194 *	14.8852 **	16.2653 **	10.2541 **
Repeticiones	1	9603.7500 **	492.7500 NS	3.2500 NS	3.4875 NS	2.5405 *
Error	49	323.2296	173.6378	12.5663	4.7710	2.9534
C.V. (%)		9.12	12.24	5.26	3.19	22.36
Exp. 4						
Tratamientos	49	232.0561 NS	209.7602 *	10.4400 **	8.7105 **	5.1739 **
Repeticiones	1	29481.0000 **	4914.0000 **	73.9687 **	62.4062 **	207.4385 **
Error	49	183.2347	122.1735	3.9394	4.1244	2.6294
C.V. (%)		6.93	10.37	2.91	2.93	19.78

*, ** significancia al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente.

NS, No significativo

anterior indica que el análisis de varianza utilizado es el apropiado ya que no existe homogeneidad entre repeticiones.

Los coeficientes de variación resultantes son altamente confiables a excepción del rendimiento que presenta con valores un poco altos pero tolerantes, solo en el experimento 3 el coeficiente de variación es superior a 20%. Esto indica el grado de confiabilidad que presentan los cuadrados medios del análisis realizado.

Se seleccionaron los mejores cinco híbridos de cada experimento para cada localidad como deseables con relación a la media de comportamiento, así también, se identificó el mejor testigo de los que se utilizaron en cada experimento para cada localidad y así poder realizar la comparación con los híbridos experimentales.

Los híbridos experimentales seleccionados para la localidad de Celaya (Cuadro 4.3), mostraron un rango a floración masculina de 75 días para el más precoz y de 83 días para el más tardío, mientras que la floración femenina fue de 77 días y de 84 días respectivamente. Presentan una altura de planta de 265 cm en la de porte más bajo y 313 cm para la más alta, por lo que, si bien, estos híbridos presentan un alto rendimiento en grano, también son buenos productores de forraje, lo que puede considerarse como una ventaja para los productores, ya que pueden obtener un beneficio adicional. La altura de mazorca que presentan los materiales seleccionados es de 130 cm para el de mazorca más baja y 163 cm para el que presentó la mazorca más alta, esta es una buena altura para poder realizar la cosecha tanto manual como mecánica. En lo que respecta

Cuadro 4.3: Concentración de medias de rendimiento y otras características de los mejores 5 híbridos, mejor testigo y medias de cada experimento en la localidad de Celaya, Gto.

ENT	AR	AT	M C	DF	FM	FF	AP	AM	REN Ton/ha.	HU
EXP. 1										
17	8	1	2	1	79	80	273	133	20.7	121.02
47	4	1	1	1	81	82	285	158	18.8	109.94
10	2	1	6	2	75	77	285	145	17.1	100.00
37	2	0	0	0	79	80	265	135	17.1	100.00
11	1	0	5	2	78	79	268	138	16.4	95.91
50_(T)	24	1	5	6	79	80	268	138	17.1	
\bar{X}	7.5	1.6	7.0	4.6	79.0	80.0	280.1	143.9	15.39	
EXP. 2										
34	4	2	5	0	78	79	305	148	20.2	112.85
5	7	1	1	2	79	81	295	153	19.1	106.70
31	9	1	10	3	79	80	285	138	18.3	102.23
3	1	1	5	1	76	78	295	163	17.2	96.09
38	0	2	8	0	75	76	303	153	17.0	94.97
48_(T)	5	0	8	3	79	80	313	163	17.9	
\bar{X}	9.7	1.5	7.5	5.1	78.2	79.5	293.5	149.7	15.6	
EXP. 3										
21	1	1	2	0	76	77	240	135	22.1	147.33
29	1	0	6	0	77	78	283	160	19.0	126.67
30	5	4	0	1	81	82	245	138	17.3	115.33
16	1	1	1	0	83	84	248	135	15.4	102.67
46	6	4	4	7	75	76	240	130	14.8	98.67
50_(T)	11	2	6	5	80	82	245	135	15.0	
\bar{X}	10.3	6.4	8.1	7.7	76.6	77.8	245.4	136.0	14.1	
EXP. 4										
28	4	0	5	0	77	78	295	163	21.1	112.23
14	11	0	2	2	77	78	280	153	20.5	109.04
9	6	1	4	4	76	77	298	158	20.4	108.51
11	1	3	4	3	77	78	283	148	19.6	104.26
8	6	0	0	2	75	76	283	128	17.9	95.21
50_(T)	2	0	4	4	78	79	298	148	18.8	
\bar{X}	7.6	1	7.8	6.1	77.8	78.6	289.7	148.5	16.0	

T; Testigo utilizado.

al experimento 2, el ciclo vegetativo de estos testigos fue similar al de los híbridos experimentales en cuestión, siendo superados o superando ligeramente, lo mismo se observo para altura de planta, altura de mazorca, acame de tallo, acame de raíz y mala a acame de raíz, se encontró que va desde 0 hasta 11%, es decir existen los materiales que son tolerantes para este daño, pero también se encuentran los que presentan un daño considerable dentro de estos; para acame de tallo, encontramos un rango de 0 a 4%, lo que indica que existen materiales sin daño alguno, pero también existen los que presentan un porcentaje poco considerable de daño, concentrándose la mayoría de los materiales en 1% con este daño, por lo que podemos decir que en cuanto a este carácter se comportan un tanto tolerantes. En cuanto a cobertura, se encuentran materiales con 0% de mala cobertura, es decir, con una cobertura total, mientras que el material seleccionado con menor cobertura es de 10%, en realidad podemos decir que la mala cobertura es baja, por lo que la mazorca esta poco expuesta a las condiciones que pudieran causarle daño. El porcentaje de híbridos dañados por *Fusarium*, es sumamente bajo, que va de 0 a 7%, presentándose la mayoría entre 1 y 2%

El rendimiento alcanzado es de 14.8 Ton./ha para el material seleccionado de menor rendimiento y de 22.1 Ton./ha para el material con mayor rendimiento. Los mejores testigos para esta localidad fueron el 50 para los experimentos 1, 3, y 4, y para el experimento 2 se tubo que el mejor fue el 48; estos presentaron un buen número de características deseables y un alto rendimiento, pero fueron superados por algunos híbridos seleccionados para esta localidad; en cuanto a rendimiento el testigo 50 fue superado por 12 de los 15 híbridos con los que se comparo, mientras que el 48 fue superado por 3 de los 5 seleccionados en el experimento 2. El híbrido que proporcionó

mayor heterosis y que fue comparado con el testigo 50 fue el 21 del experimento 3, y lo supera en un 47.33% de rendimiento, además de superarlo en todas las demás características evaluadas.

Para la localidad de Tepalcingo, Morelos (Cuadro 4.4), los materiales se comportaron mas precoces que en la localidad de Celaya, Gto., ya que la floración masculina de los materiales seleccionados se encuentra entre los 66 y 72 días y la floración femenina se presentó entre los 67 y 72 días. La altura de planta también fue menor, presentándose entre 185 cm y 228 cm, la altura de mazorca mas baja fue de 81cm mientras que la mayor fue de 138 cm, mostrando así las diferencias que existen entre localidades. En cuanto a acame de raíz, encontramos que la mayoría de los híbridos seleccionados no presentan este daño a diferencia de la localidad de Celaya, Gto., pero existen los que presentan asta un 7.5%; el daño en acame de tallo se presenta un poco mayor que para raíz y un poco mayor que para la localidad de Celaya pero siguen siendo valores un tanto bajos, por lo que no afectan a la producción ni calidad del grano y va desde 0 hasta 13%; la cantidad de plantas dañadas por *Fusarium* también es ligeramente mayor en esta localidad. El rendimiento que presentan los materiales seleccionados es de 8.7 Ton./ha a 12.7 Ton./ha, siendo estos inferiores a los que se obtuvieron en la localidad anterior, debido al efecto del medio ambiente. El mejor testigo para esta localidad fue el 50, el cual fue mejor a los híbridos experimentales en la mayoría de las características en el experimento 1, pero lo contrario sucedió para los demás experimentos, en los que los materiales experimentales fueron mejores o al menos iguales al testigo utilizado en la mayoría de caracteres, sin incluir en esto al

Cuadro 4.4: Concentración de medias de rendimiento y otras características de los mejores 5 híbridos, el mejor testigo y las medias de cada experimento en la localidad de Tepalcingo Morelos.

ENT	AR	AT	M C	DF	FM	FF	AP	AM	REN Ton/ha	HU
EXP 1										
16	1	5	4	3	69	70	211	106	10.5	108.25
17	0	4	2	0	70	71	215	120	10.0	107.22
15	1	7	5	1	68	69	196	111	9.9	102.06
23	0	6	7	0	67	68	191	110	9.5	98.97
18	2	1	8	3	70	71	205	108	9.4	97.94
50_(T)	0	0	6	0	66	68	195	78	9.7	
X	1.0	8.0	15.2	4.2	67.9	69.2	204.0	109.5	8.2	
EXP2										
33	0	4	11	1	68	69	208	100	10.5	114.13
5	7	3	3	0	68	70	206	105	10.4	113.04
9	1	4	16	5	66	68	212	97	9.6	104.35
4	0	0	12	3	68	69	188	89	8.9	96.74
7	1	7	3	0	71	71	185	91	8.8	95.65
50(T)	13	4	11	2	67	69	195	113	9.2	
X	1.6	9.5	12.6	5.0	67.8	69.1	212.1	115.2	7.8	
EXP.3										
18	0	1	2	13	66	70	215	99	12.7	111.40
39	1	3	6	3	72	72	211	115	11.1	97.37
29	0	4	7	2	69	71	228	138	10.7	93.86
17	0	2	12	6	69	72	196	91	9.2	80.70
46	1	0	13	1	66	67	196	92	8.7	76.32
50_(T)	0	1	10	6	67	71	210	114	11.4	
X	1.1	12.7	16.2	6.7	67.4	68.5	213.1	107.9	7.7	
EXP.4										
13	0	2	1	2	70	72	192	118	11.6	133.33
2	0	1	7	1	68	70	197	115	11.5	132.18
45	0	3	5	7	70	71	195	99	11.5	132.18
1	0	2	0	2	69	70	201	104	10.2	117.24
10	0	2	6	1	68	70	191	81	9.0	103.45
50_(T)	0	6	13	5	69	70	190	93	8.7	
X	0.6	5.2	16.7	7.5	68.3	69.6	193.7	106.8	8.2	

T; Testigo utilizado

rendimiento, el cual fue superior al testigo en 12 híbridos experimentales de los seleccionados para esta localidad. El híbrido que presentó mayor heterosis en esta localidad fue el 13 del experimento 4, que superó al mejor testigo en un 33.33%.

Se observa que de manera general en las dos localidades existen híbridos experimentales superiores al mejor testigo, por lo que se en este experimento se cuenta con híbridos con capacidad para ser explotados en la región que comprende cada una de las localidades de manera particular. El grado de heterosis útil que expresaron los materiales para rendimiento en la localidad de Celaya, Gto., fue de 47.33% para el mayor y -5.02 para el menor, esta localidad fue la que presentó mayor grado de heterosis. En la localidad de Tepalcingo, Morelos el material de mayor rendimiento rebasó en un 33.33% al testigo utilizado y el menor presentó un rendimiento inferior al testigo de -23.6, siendo en general menor la heterosis útil en esta localidad con relación a la de Celaya.

Los resultados encontrados eran de esperarse ya que las líneas que conforman a los híbridos evaluados son provenientes de diferentes fuentes genéticas.

4.2 Análisis de Varianza Combinados

En lo que respecta al análisis de varianza combinado por localidad en experimentos separados (Cuadro 4.5) podemos observar que entre localidades existe una gran significancia, esto indica que, no se observó el mismo rendimiento entre localidades, tampoco se dio el mismo tiempo a floración, ni la misma altura de planta y

mazorca; a excepción del carácter altura de planta en los experimentos 3 y 4 y altura de mazorca en el experimento 2 que presentan significancia a 0.05 de probabilidad. La diferencia que se dio

Cuadro 4.5: Concentración de cuadrados medios de altura de planta, altura de mazorca, días a floración, rendimiento y coeficiente de variación resultados de los análisis de varianza combinados realizado individualmente para cada experimento.

Fuente de variación	G.L	AP	AM	FM	FH	REN. Ton/ha.
Exp. 1						
Localidades	1	288648.000 **	55811.500 **	6149.375 **	5907.875 **	2626.967 **
R (L)	2	3691.000	305.375	0.062	1.013	26.939
Tratamientos	49	770.122 **	347.036 **	20.199 **	20.401 **	16.997 **
L * T	49	176.449 NS	161.883 NS	4.395 *	6.130 **	4.157 **
Error	98	241.878	159.426	2.626	3.454	1.896
C.V.		6.43	14.06	2.2128	2.50	11.69
Exp. 2						
Localidades	1	330973.000 **	55377.750 *	5575.625 **	5283.875 **	3075.939 **
R (L)	2	3648.000	1149.500	0.187	4.937	45.206
Tratamientos	49	557.653 **	435.832 **	23.969 **	26.048 **	10.027 **
L * T	49	327.449 NS	277.423 *	8.773 *	7.829 NS	5.112 **
Error	98	274.735	173.520	4.455	6.205	2.185
C.V.		6.56	9.94	2.89	3.37	12.63
Exp. 3						
Localidades	1	101385.032 *	41385.750 **	4014.655 **	4232.000 **	2091.873 **
R (L)	2	4105.505	274.500	1.812	4.500	1 1.411
Tratamientos	49	616.857 *	361.745 **	25.633 **	50.867 **	16.448 **
L * T	49	581.163 *	244.133 NS	26.795 **	9.908 *	4.921 **
Error	98	358.429	189.689	9.545	6.010	2.482
C.V.		8.50	11.28	4.29	3.36	14.44
Exp. 4						
Localidades	1	463780.124 *	86112.5 00 **	4418.420 **	4050.045 **	2626.967 **
R (L)	2	15665.000	2384.250	39.187	31.625	26.939
Tratamientos	49	475.510 NS	327.163 **	15.712 **	15.207 **	16.997 **
L * T	49	393.469 NS	153.143 NS	7.673 NS	6.071 NS	4.1569 **
Error	98	350.133	180.515	5.945	241.877	1.896
C.V.		7.69	10.25	2.65	6.43	11.69

*, ** significancia al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente.

NS, No significativo..

entre una localidad y otra indican que las condiciones de cada localidad (altitud, latitud, humedad, etc.) influyó de diferente manera en el desarrollo del cultivo, además de que en la localidad de Celaya el ciclo de cultivo fue favorecido por el clima, mientras que en la localidad de Tepalcingo el trabajo fue desfavorecido, ya que se presentaron lluvias excesivas y vientos en épocas poco comunes.

En cuanto a tratamientos se observa que casi todos presentan diferencia altamente significativa, lo que indica que se puede perfectamente realizar selección la mayoría de las características en casi todos los tratamientos, incluyendo altura de planta para el experimento 3 que presenta significancia; pero, no deja de existir variabilidad y el experimento 4 que no presenta diferencia estadísticamente significativa en el mismo carácter, por lo que para altura de planta, en este experimento se reduce el rango de selección.

Si analizamos la interacción de tratamientos por localidades, observamos que para altura de planta no existe diferencia significativa, a excepción del experimento 3 que presenta significancia a 0.05, por lo que se puede decir que los materiales presentan buena estabilidad únicamente para este carácter, en este experimento. La altura de mazorca se comporta similar exceptuando al experimento 2 que igualmente presenta significancia a 5%, por lo que se concluye lo mismo que para altura de planta. Los cuadrados medios para días a floración masculina muestran significancia a 5% para el experimento 1 y 2, significancia a 1% para el 3 y en el experimento 4 no existe significancia, esto muestra que existe buena estabilidad para floración masculina solo en el experimento 4, poco para 1 y 2, y en el 3 al menos un material se comporta muy inestable, ya que tiene

diferencia estadística, es decir existe variabilidad. En días a floración femenina tenemos que existe alta significancia para el experimento 1, solo significancia en el experimento 3 y no existe significancia para el experimento 2 y 4; por lo tanto en estos últimos, si existe buena estabilidad, mientras que para el 3 existe poca y nula para el experimento 9.

En cuanto a rendimiento, en todos los experimentos la interacción se presenta con alta significancia, es decir existe gran diferencia entre la producción de una localidad y otra, lo que equivale a una desigual producción para cada una de las localidades. Pero, si analizamos la intervención del clima en el desarrollo del cultivo en cada localidad volvemos a lo que ya fue discutido anteriormente, la localidad de Tepalcingo fue desfavorecida, y por lo tanto esto influyó de manera directa para establecer esta diferencia en el desarrollo del cultivo, además de que la acción ambiental es menos óptima en esta localidad. De ninguna manera se debe confundir la influencia ambiental con la interacción de genotipo-ambiente.

En el cuadro 4.6 se muestra la concentración de cuadrados medios resultantes del análisis de varianza combinado efectuado para días a floración masculina y femenina, altura de planta y de mazorca y rendimiento en un solo experimento. Como resultado de estos análisis se observó que para la fuente de variación localidad, se encontraron diferencias altamente significativas, esto indica que el ambiente de

Cuadro 4.6: Concentración de cuadrados medios resultantes del análisis de varianza combinado realizado para días a floración masculina y femenina, altura de planta y mazorca y rendimiento; medias, DMS, C.V. y rango que presentan los valores analizados en un solo experimento.

Fuente de Variación.	G.L	FM	FF	AP	AM	REN. Ton/ha.
LOC.	1	19840.023 **	19572.501 **	1102988.003**	240020.560 **	10483.432 **
REP(LOC)	2	5.105 NS	12.504 *	23894.005**	2996.701 **	136.217 **
TRAT.	199	21.729 **	28.427 **	1059.570**	458.129 **	14.217 **
LOC*TRAT	199	11.787 **	7.472 **	624.243**	238.910 NS	5.377 **
ERROR	398	5.743	4.587	294.392	196.523	2.545
C.V %		3.30	2.90	7.16	11.04	13.73
MEDIA		72.70	73.81	237.55	126.93	11.62
DMS		3.32	3.72	23.77	19.43	2.21
MIN.		63	63	140	60	1.8
MAX.		84	86	340	190	22.8

*, ** significancia al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente.
NS, No significativo.

localidades influye de diferente manera en los genotipo evaluados debido a las condiciones ambientales que presentan cada una de estas tal como se discutió en los análisis anteriores, en la localidad de Celaya los materiales presentaron una mayor precocidad, obteniendo mayor altura, además presentan los rendimientos mas altos.

Para la fuente de variación tratamientos se encontraron diferencias altamente significativas también para todos los caracteres. Esto expresa que si existe diferencia entre los materiales para los caracteres evaluados y por lo tanto es posible hacer selección y lograr identificar a los mejores genotipo con base en estas características.

Para la fuente de variación tratamientos por localidad, se encontró diferencia significativa a excepción de altura de mazorca, expresando así que los materiales no presentan un comportamiento estable para las características evaluadas en su desarrollo para las dos localidades, a excepción de altura de mazorca que si es estable su comportamiento Basándonos en el coeficiente de variación que resultó para cada una de las características evaluadas, se observan valore bajos, indicando un alto grado de confiabilidad de los resultados obtenidos, y al mismo tiempo nos expresan la alta eficiencia con que se condujo el trabajo.

Los resultados de la D.M.S permiten formar grupos estadísticamente diferentes, por medio de las cuales se puede detectar cual de los materiales son mejores para cada carácter y cual es su ubicación estadística dentro del experimento y de esta manera ayuda en la identificación de los mejores genotipos; para días a floración masculina y

femenina la DMS presenta valores de 3.32 y 3.72, mientras que para altura de planta y mazorca los valores son de 23.77 y 19.42, la DMS de rendimiento es de 2.21.

El comportamiento promedio que se observó para las características de días a floración masculina y femenina fue de 73 y 74 días respectivamente, el rango de 63 a 84 y 63 a 86 días para los mismos caracteres respectivamente, expresando así la diferencia que existe entre los materiales más altos y los más bajos. Las medias para altura de planta y de mazorca son de 238 y 127 cm respectivamente, mientras que los valores máximo y mínimo se encuentran entre 140 cm y 340 cm para altura de planta y 60 cm a 190 cm para altura de mazorca, rangos realmente amplios que permiten seleccionar materiales de estatura baja para una mayor densidad o bien, escoger materiales que nos puedan brindar un buen rendimiento de forraje como ingreso adicional.

De la misma forma se seleccionaron los mejores 5 híbridos de cada experimento (Cuadro 4.7), basándonos en el comportamiento promedio de cada uno de ellos al haber sido evaluado en dos localidades o ambientes diferentes, observándose que estos materiales se pueden caracterizar como de ciclo intermedio, ya que para la característica de días a floración masculina requiere de 71 a 75 días y de 72 a 76 días para la floración femenina respectivamente. Para la característica altura de planta, los materiales seleccionados varían de 218 cm a 258 cm, por lo que al evaluar los materiales en ambientes diferentes podemos considerarlos como de porte intermedio, de los que el productor obtendría un buen valor adicional con el forraje; en lo que respecta a altura de mazorca se dice que es apta para la cosecha manual ya que se encuentra entre 111 y

Cuadro 4.7: Concentración de medias de rendimiento y otras características de los mejores 5 híbridos, mejor testigo y medias de cada experimento de las dos localidades, además de la heterosis útil.

ENT	AR	AT	MC	DF	FM	FF	AP	AM	REN. ton/ha.	H U
EXP. 1										
17	4.0	2.8	2.3	0.5	75	76	244	127	15.35	114.55
18	4.0	0.5	9.5	1.8	74	76	242	127	14.00	104.48
15	3.5	4.0	5.3	0.5	75	76	235	125	13.55	101.12
5	4.5	4.3	8.3	2.0	71	73	247	131	12.85	95.90
22	4.0	5.8	2.8	1.5	73	75	237	118	12.65	94.40
50_(T)	12.0	0.5	5.5	3.0	73	74	232	108	13.40	
\bar{X}	4.2	4.6	10.9	4.3	71.9	73.1	237.0	124.1	11.60	
EXP. 2										
5	7.3	2.3	2.3	1.0	74	76	251	129	14.75	112.17
34	2.5	3.0	4.8	1.5	73	74	262	137	14.35	109.13
31	4.5	1.8	16.0	2.8	73	74	245	124	14.05	106.84
6	6.0	5.3	8.8	4.8	71	73	234	114	13.50	102.66
30	5.0	3.5	11.0	4.5	71	73	254	122	13.05	99.24
49_(T)	5.0	1.5	14.0	6.0	73	75	266	146	13.15	
\bar{X}	5.6	5.4	9.8	4.9	71.6	72.8	248.0	129.5	11.48	
EXP. 3										
21	1.0	5.0	10.0	1.0	71	73	228	133	16.70	126.52
29	0.5	2.0	6.5	1.3	73	75	258	149	14.85	112.50
18	2.5	1.5	6.3	11.8	73	75	238	112	14.00	106.06
16	1.0	1.0	7.8	4.3	75	78	223	115	12.40	93.94
46	3.5	2.0	8.5	4.0	71	72	218	111	11.75	89.02
50_(T)	5.5	1.5	8.3	5.8	73	77	228	125	13.20	
\bar{X}	5.75	9.57	12.2	7.21	72.0	73.2	229	121.9	10.91	
EXP. 4										
28	2.0	2.3	9.3	2.3	73	74	250	138	15.75	114.55
11	1.0	7.5	5.0	3.8	72	73	240	133	14.55	105.82
14	5.5	2.3	6.0	2.8	73	75	239	139	14.50	105.45
1	3.0	1.3	2.5	1.3	75	76	246	129	14.15	102.91
41	3.0	0.5	8.5	2.8	74	75	252	127	13.45	97.82
50_(T)	1.0	3.3	8.5	4.8	74	75	244	121	13.75	
\bar{X}	4.1	3.1	12.2	6.8	73.1	74.1	242.0	127.6	12.14	

T; Testigo utilizado.

149 cm. El acame de raíz varía de 0.5 a 7.3%, por lo que podemos decir que existen materiales que presentan este daño, pero también existen los que son tolerantes, mientras que para acame de tallo los resultados son similares. En cuanto a la mala cobertura tenemos valores desde 2.3 hasta 16%, lo que indica que existen materiales con una cobertura casi total, hasta los que presentan en una escala mayor a este defecto, pero hasta cierto punto tolerante; el daño por *Fusarium* se presenta desde 0.5 hasta 4.8%, valores realmente bajos, a excepción de uno en el experimento 3 que presenta un daño de 11.8%. El rendimiento más alto que se observó entre los materiales seleccionados fue de 16.7 Ton./ha en promedio, y de 13.05 Ton./ha en promedio para el de menor rendimiento. Observándose con esto que los materiales seleccionados como resultado de la evaluación en dos ambientes diferentes, mostraron rendimientos aceptables y buen número de características agronómicas deseables.

Los mejores testigos basados en el comportamiento promedio de las dos localidades fueron los híbridos 50 para los experimentos 1, 3, 4, y el 49 para el experimento 2, el ciclo vegetativo de estos testigos fue similar al de los híbridos experimentales en cuestión, siendo superados o superando ligeramente, lo mismo se observó para altura de planta, altura de mazorca, acame de tallo, acame de raíz y mala cobertura; mientras que en daños por *Fusarium* casi todos los híbridos experimentales fueron mejores ligeramente que los testigos. En cuanto a rendimiento el testigo 50 fue superado por 10 de los 15 híbridos experimentales seleccionados con los que se comparó, mientras que el testigo 49 fue superado por 4 de los 5 materiales con los que fue comparado.

El grado de heterosis que en promedio presentaron los materiales seleccionados fue de 26.52% para el que expreso en mayor magnitud este efecto, mientras que el menor fue rebasado con un 10.98% por el mejor testigo. Esto indica que entre los materiales seleccionados existen los que logran ser mejores que el mejor testigo o híbrido comercial, y con lo cual se reafirma que existen entre los híbridos experimentales seleccionados algunos con capacidad de explotarse comercialmente para algunas localidades y/o regiones que posean características similares a las de evaluación.

Entre los híbridos en cuestión, el que más sobresale en cuanto a rendimiento es el 21 en el experimento 3 con 16.7 Ton/ha. superando a la media del experimento y al mejor testigo con un 26.52%. Este híbrido presenta un ciclo vegetativo intermedio, y en días a floración masculina y femenina fue mejor ligeramente a la media de la población y también presenta mas precocidad con valores de 2 y 4 días respectivamente que el mejor testigo; en cuanto a altura de planta y de mazorca es un material de porte intermedio, con valores similares en altura de planta a la media general y al mejor testigo con altura de 228 cm, presenta una altura de mazorca ligeramente mayor a la media poblaciones, pero menor que el testigo, con valor de 133 cm. En cuanto a acame de raíz y daños por *Fusarium* es sumamente mejor a la media y al testigo, ya que presenta valores de 1%, mientras que la media y el testigo presentan valores mayores a 5%; en acame de tallo y mala cobertura no es mejor que el testigo, ya que presenta valores de 5% y 10%, pero si es mejor a la media poblacional. Este híbrido logro sobresalir en la localidad de Celaya, superando en todas las características a la media poblacional y al mejor testigo, mientras que en la localidad de Tepalcingo se coloco en el tercer lugar en cuanto a producción, ligeramente por abajo del mejor testigo, pero

presento un daño mayor a la media poblacional y al mejor testigo en cuanto a acame de tallo, mala cobertura y se mostró ligeramente mas alto, por lo que no fue seleccionado.

Los dos siguientes híbridos seleccionados por su promedio en las dos localidades fueron el 17 en el experimento 1 y el 28 en el experimento 4 que superaron al mejor testigo con un 14.55% en rendimiento. Los días a floración masculina y femenina para estos materiales fueron de 75 y 76 días, ligeramente mas que la media de la población y que el testigo seleccionado en el primer material, mientras que en el segundo fueron de 73 y 74 días, iguales a la media pero mejores que el testigo. Para altura de planta y de mazorca los dos materiales en cuestión son ligeramente mas altos que la media y el testigo, pero en lo que respecta a los daños por acame de raíz, acame de tallo, mala cobertura y daños por *Fusarium* estos híbridos fueron mejores a la media general y al mejor testigo, con algunas excepciones como son: acame de tallo en el híbrido 17 y acame de raíz en el híbrido 28 que son ligeramente mayores que el testigo seleccionado pero no mayores que la media de la población. Estos híbridos presentaron un rendimiento de 15.35 y 15.75 ton/ha respectivamente para el 17 y 28, siendo esto superior a la media de la población y a la del mejor testigo. El híbrido 17 se coloca en primer lugar entre los seleccionados en su experimento para la localidad de Celaya, mientras que para la localidad de Tepalcingo se coloca en segundo lugar; el híbrido 28 se encuentra también en el primer lugar dentro de los seleccionados en su experimento para la localidad de Celaya, pero no figura así dentro de los seleccionados en la localidad de Tepalcingo, ya que presenta un alto porcentaje en acame de tallo y mala cobertura aunque se encuentra ocupando el cuarto lugar en cuanto a rendimiento.

Los tres híbridos seleccionados de mayor rendimiento presentaron una heterosis útil, la cual indica que estos materiales son superiores al mejor testigo y por lo tanto muy competentes, teniendo estos la oportunidad de ser explotados comercialmente. La heterosis que expresaron los materiales seleccionados en general es el resultado de reunir genes dominantes favorables a través de las autofecundaciones durante la formación de las líneas puras, las cuales son los materiales progenitores de los híbridos tal y como lo menciona poehlman (1987).

4.4 Prepotencia.

En el segundo objetivo se plantea identificar los mejores progenitores, para cumplir con esto se determino la habilidad combinatoria general (Cuadro 4.8) y se seleccionaron los diez mejores materiales con base en su rendimiento y días a floración cuyo rendimiento se encuentra entre 12.63 y 13.43 ton/ha y los días a floración masculina entre 72 y 74 días, la floración femenina entre 73 y 75 días.

Estos materiales presentaron un ciclo parecido, ya que la diferencia máxima de días a floración fue de 2 días. Los progenitores seleccionados impartieron en promedio mayor rendimiento en las cruzas de las que formaron parte, es por eso que se recomienda sigan siendo utilizadas en programas de mejoramiento, ya que para llegar a formar materiales de esta calidad se dispuso de inversiones considerables y de un buen periodo de tiempo; además de esto los materiales cuentan con un gran potencial genético, que son capaces de que al combinarlos incluso dentro de ellos se pueden obtener híbridos comerciales con rendimientos al menos iguales a los que se obtuvieron en este trabajo.

Cuadro 4.8: Concentración de medias de rendimiento y días a floración de los 10 progenitores que impartieron mayor rendimiento en sus respectivas combinaciones.

ENTRADA	NO. DE CRUZAS EN LAS QUE INTERVIENE.	DIAS A FLORACION		PROM. DE REN. ton/ha .
		M	F	
106	8	73.7	74.7	13.434
409	3	72.5	73.0	13.396
403	13	72.6	74.0	13.097
212	5	72.3	73.5	13.071
311	4	71.9	72.9	12.890
413	6	72.9	74.1	12.889
313	4	72.9	74.7	12.860
108	8	73.8	75.2	12.823
402	3	74.2	75.2	12.791
401	9	72.7	73.3	12.634
MEDIA		72.7	73.8	11.6172

Si recordamos, este trabajo involucra líneas y cruzas simples como progenitores, pero los materiales que mayor habilidad combinatoria impartieron fueron líneas, esto puede deberse al grado de uniformidad que presentan estas a comparación de las cruza simples involucradas, sin descartar la calidad en la población de la que fueron derivados estos materiales.

Es claro que entre estos materiales existen algunos que presentan características no deseadas como: acame de tallo, acame de raíz, mala cobertura entre otros, pero esto se puede corregir en la practica, por medio de cruza con materiales resistentes para tales caracteres.

V. CONCLUSIONES

Con base en los objetivos e hipótesis planteados y de acuerdo con los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

Se logro identificar los mejores híbridos experimentales dentro de la población, en cada una de las localidades de estudio como a través de estas. Estos materiales en su mayoría híbridos simples con los que se recomienda se siga un programa de hibridación para obtener híbridos dobles, de los cuales seguramente se obtendrá al menos uno que compita en el mercado.

Se logro identificar los materiales utilizados como progenitores de los híbridos que combinaron mejor, entre los que figuran el 106, 409, 403, 212, 311, entre otros; en su mayoría líneas puras.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Allard, R. W. 1967. Principios de la Mejora Genética de las Plantas. Primera Edición, Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España. p. 226-236, 239-241, 277-279.
- Bernardo, R. (1992). Retention of Genetically Superior Lines During Early Generation Testercrossing of Maize. *Crop Sci.* 32 (4):933-937.
- Chávez, A. J. L. 1987. Mejoramiento de plantas I. 1ª Edición. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- De León, C. H. y V.M. Reyes. 1991. Estimación de la Habilidad Combinatoria en Cruzas Simples de Maíz. Congreso Nacional de Genética. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Dobzhansky, T. 1952. Nature and Origen of Heterosis. En *Heterosis*. Iowa State College Press. p. 330-335.
- Gardner, C. O. 1964. Teoría Genética Estadística Aplicable a los Métodos de Variedades, sus Cruces y poblaciones afines, Traducido por Mario Gutiérrez. *Fit. Lat.* Vol. 11. p.11-22.
- Gámez, V. A. J. 1990. Heterosis en Precocidad y Rendimiento de Cruzas Simples de Maíz en Condiciones de Tensión Hídrica. Memoria del XIII Congreso Nacional de Fitogenética. E.S.A.H.E. Ciudad Juárez, Chihuahua. p. 65.
- Hallauer, A. R. y J. H. Sears. 1969. Mass Selection for Yield in Tow Varieties of Maize. *Crop. Sci.* 9:47-50.
- Jugenheimer, R. W. 1981. Maíz. Variedades Mejoradas. Métodos de Cultivo y Producción de Semillas. Editorial Limusa, S. A. México. 132. p.
- López, P. E. 1986. Comparación entre Diferentes Probadores para Evaluar Líneas de Maíz. Folleto de Divulgación. Vol. 1-7. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah, México.

- Martínez, G. A. 1975. Diseños y Análisis de los Experimentos de Cruzas Dialelicas. C.E.C. Colegio de Posgraduados. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 228 p.
- Martínez, Z. G. 1986. Efectos de Aptitud Combinatoria General y Especifica de líneas Tropicales de Maíz (*Zea mays* L.) y sus Cruzas Tesis de Maestria en ciencias. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 27 p.
- Marquez, S. F. 1988. Genética Vegetal. Métodos teoría resultados. Tomo II. AGT Editor, S. A. México p .23, 25-27, 189-210
- Molina G. D. Y C. F. Yañez. 1994. Memoria del XI Congreso Latinoamericano de Genética (Area Vegetal) y XV Congreso Nacional de Fitogenética. 1ª edición. UANL Monterrey N. L. p.374.
- Moll, R. H., W.S Salhuana, and H. E. Robinson, 1962. Heterosis and Genetics Diversity in Variety Crosses of Maize. Crop. Sci. 2: 197-198.
- Oyervides, G. M. 1979. Estimación de Parámetros Genéticos, Heterosis e Indices de Selección en Variedades Tropicales de Maíz Adaptados a Nayarit. Tesis de Maestria en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México.
- Poehlman, J. M. 1987. Mejoramiento Genético de las Cosechas. Editorial Limusa, S. A. Séptima Reimpresión México, D. F.
- Poehlman, J. M. 1974. Mejoramiento genético de las cosechas. 1ª Edición. 4ª Reimpresión Editorial Limusa. México. 453 p.
- Quemé, J. L., L. Larios, C. Pérez, N. Soto y H. Cordoba. 1991. Habilidad Combinatoria de Líneas de Maíz (*Zea mays* L.) con Diferentes Grados de Endogamia, Derivados de Cuatro Familias de Hermanos Completos Progenitores de un Híbrido Doble. Memoria de Maíz XXXVII Reunión Anual del PCCMCA. Panamá. p 57-71
- Robles, S. R. 1990. Terminología Genética y Fitogenética. Editorial Trillas. Cuarta Edición. México, D. F.
- Robles, S. R. 1986. Genética Elemental y Fitomejoramiento Práctico. 1ª Edición. Editorial Limusa. p. 209-213, 339- 347.
- Rojas, B. A. y G. F. Sprague. 1962. A Comparison of Variance Components in Corn Yield Tials III. General and Specific Combining Ability and their interaction With Locations and Years. Agron J. 44: 462-466.
- Sánchez, M. E. 1955. Fitogenética. Editorial Salvat. Barcelona España. p. 43-62.

Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de Guanajuato. 1988. Los Municipios del Estado de Guanajuato. 1ª. Ed. Enciclopedia de los Municipios de México. México, D. F. p. 98-99.

Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de Morelos. 1988. Los Municipios de Morelos. 1ª Ed. Los Municipios de México, México D. F. p. 98-99.

Sprague, G. F. and L. A. Tatum. 1942. General vs Specific Combining Ability in Single Crosses of Corn. *Jou. Am. Soc. Agron.* 34: 923-932.

Yap, T. C. y B. L. Harvey. 1971. Heterosis and Combining Ability of Barley Hybrid in Densely and Widely Seeded Conditions. *Con. J. Plants. Sci.* 51: 115-122.

APENDICE

Cuadro A1: Orígenes de los materiales utilizados

Ent	Origen	Ent	Origen	Ent	Origen	Ent.	Origen
901	0121*0122	1001	1615*1616	1101	0217*0218	1201	0416*0417
902	0124*0123	1002	2015*2016	1102	0220*0221	1202	0420*0421
903	0125*0201	1003	2416*2415)	1103	0222*0223	1203	0422*0423
904	0202*0203	1004	0809*0810)	1104	0301*0302	1204	1704*1705
905	0203*0204	1005	1210*1209	1105	0303*0304	1205	2104*2105
906	0206*0207	1006	1609*1610	1106	0305*0306	1206	2504*2505
907	0208*0209	1007	2009*2010	1107	0307*0308	1207	0615*0616
908	0219*0211	1008	2410*2409	1108	0311*0312	1208	1415*1416
909	0212*0213	1009	0813*0814	1109	0313*0314	1209	1815*1816
910	0214*0215	1010	1214*1213	1110	0315*0318	1210	0616*0615
911	0406*0407	1011	1613*1614	1111	0320*0319	1211	1016*1015
912	0408*0409	1012	2013*2014	1112	0322*0321	1212	1816*1815
913	0410*0411	1013	2414*2413	1113	0324*0323	1213	0617*0618
914	0412*0413	1014	0817*1618	1114	0325*0401	1214	1417*1418
915	0415*0414	1015	1218*1217	1115	0402*0403	1215	2216*2218
916	0714*1915	1016	1617*1618	1116	0511*0512	1216	0618*0620
917	1115*1114	1017	2017*2018	1117	0513*0514	1217	1819*1820
918	1514*1515	1018	2418*2417	1118	0515*0516	1218	2219*2220
919	1914*1915	1019	0820*0819	1119	0517*0518	1219	1824*1823
920	2314*2315	1020	1220*1219	1120	0620*0619	1220	1424*1423
921	0718*0719	1021	1619*1620	1121	1020*1019	1221	1023*1024
922	1119*1118	1022	2019*2020	1122	1820*1819	1222	2505*2304
923	1519*1518	1023	0823*0824	1123	2220*2219	1223	1905*1904
924	1918*1919	1024	1224*1223	1124	0623*1824	1224	1504*1505
925	2318*2319	1025	1623*1624	1125	1423*1424	1225	0706*1907
926	0723*0722	1026	2023*2024)	1126	1823*1824	1226	2306*2307
927	1123*1122	1027	2421*2422	1127	2223*2224	1227	1906*1907
928	1523*1522	1028	0821*1622	1128	0702*1903	1228	1107*1106
929	1922*1923	1029	1222*1221	1129	1102*1103	1229	1907*1906
930	2323*2322	1030	1621*1622	1130	1902*1903	1230	2307*2306
931	0725*0724	1031	2021*2022	1131	2302*2303	1231	0712*1913
932	1125*1124	1032	2420*2419	1132	0720*1921	1232	1912*1913
933	1525*1524	1033	0901*0825	1133	1520*1521	1233	2312*2313
934	1924*1925	1034	1301*1225	1134	2320*2321	1234	0812*0811
935	2325*2324	1035	1625*1701	1135	0803*0804	1235	1612*1611
936	0802*0801	1036	2423*2424	1136	1603*1604	1236	2411*2412
937	1202*1201	1037	2025*2101	1137	2003*2004	1237	0911*0910
938	1601*1602	1038	2425*2501	1138	2403*2404	1238	1710*1711
939	2001*2002	1039	0135*0101	1139	0807*1608	1239	2511*2510
940	2401*2402	1040	0135*0106	1140	1607*1608	1240	0625*1501
941	0806*0805	1041	0107*0108	1141	2007*2008	1241	1825*1901
942	1205*1206	1042	0112*0111	1142	2407*2408	1242	1904*1905
943	1605*1606	1043	0113*0114	1143	0902*0903	1243	2304*2305
944	2005*2006	1044	0115*0116	1144	1302*1303	1244	0708*1909
945	2405*2406	1045	0117*0118	1145	1702*1703	1245	1908*1909
946	0815*1616	1046	0120*0119	1146	2103*2102	1246	0501*0502
947	1216*1215	1047	0116*0117	1147	0904*0904	1247	0503*0504
						1248	1510*1511

