

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Estimación de la Aptitud Combinatoria de Cruzas Simples de Maíz Tropical a
Través de Probadores

Por:

ISMAEL NIEBLAS MIRANDA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Estimación de la Aptitud Combinatoria de Cruzas Simples de Maíz Tropical a
Través de Probadores

Por:

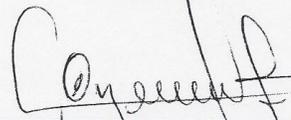
ISMAEL NIEBLAS MIRANDA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

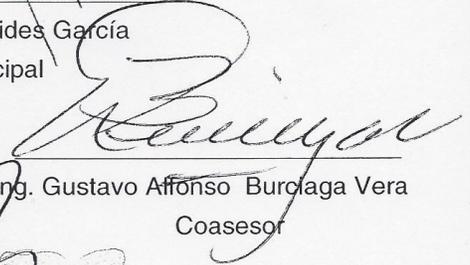
Aprobada:



M.C. Arnoldo Oyervides García
Asesor Principal



Dr. Fernando Borrego Escalante
Coasesor



Ing. Gustavo Alfonso Burciaga Vera
Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía
Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 2015

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Juan Andrés Nieblas Mazoraqui

Martha Alicia Miranda Valdez

Por darme la vida, gracias por la confianza que me dieron, me enseñaron que la base del triunfo está en un trabajo honesto, el esfuerzo, y el sacrificio hecho tarde o temprano tiene una gran recompensa, mil gracias para hacerme llegar a este título que no es mío si no de ustedes.

A MIS HERMANOS

Por el gran cariño y amor que me han mostrado, por darme ánimos y consejos para seguir adelante, muchas gracias por contribuir en mi formación profesional.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS DE GENERACIÓN

Jesus (Chuster), Antonio (Gacela), Jaime, Alonso (chispa), Vela, Luis, Mary, Emir, Victor, Corazon, Kakashi, Riquelme, Lety, Teodoro, Icela, Liz (La Fresa), Cadenas (Extremo), Gerardo (Sabri), Martin (Gudo), Ponciano, Adolfo (Bofo), Chiquilla, Alonso (Pancho), Eduardo, Rodolfo (Baño), Leonardo, Treviño, Nery, Coqueta, Juan, Sarah, Chilo.

FUERA DE GENERACIÓN

Lichis, Timy, Barreto, Nery, Calachis, Jhoe, Calvin, Sinha, Jhony, Güero, Martin por esta amistad que no se terminara; a Diana Abigail Fuentes Mendoza por apoyarme en las malas y hacerme los días más placenteros.

DE ANTEMANO MUCHAS GRACIAS!

AGRADECIMIENTOS

A mi ALMA TERRA MATER por ser mi formadora profesionalmente y por ser mi segundo hogar por esta etapa de mi vida.

Al M.C. Arnoldo Oyervides García por su gran amistad estando en la universidad, sabios consejos y por su dedicación en mi tesis le expreso mi más gran agradecimiento y espero que la amistad no termine fuera de la universidad.

Al Dr. Fernando Borrego Escalante por su excelente disposición y colaborar en este trabajo de tesis.

Al Ing. A. Gustavo Burciaga Vera por la confianza y apoyo, dedicación en la revisión de esta tesis y ser parte del jurado calificador.

Al Dr. Alejandro Arredondo Osorio por su gran amistad que tuvimos los consejos que me dio en el viaje que hicimos para concretar este trabajo de tesis.

Al Ing. Florentino Amasende por darme la oportunidad de ser parte de la empresa syngenta en mi etapa de prácticas profesionales y por su gran amistad y consejos durante mi estadía en la empresa.

Al Ing. Lucio Candelario por sus consejos durante mi estadía en la empresa syngenta y por la gran amistad que tenemos.

Al Ing. Francisco Olivares por sus consejos que me ha dado durante mi formación profesional.

Contenido

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. LITERATURA	5
LÍNEAS	5
PROBADORES.....	6
HETEROSIS.....	9
HIBRIDACIÓN.....	11
HÍBRIDO.....	12
HÍBRIDO SIMPLE.....	13
HÍBRIDO DOBLE.....	14
PREDICCIÓN DE HÍBRIDOS.....	14
APTITUD COMBINATORIA ESPECÍFICA Y APTITUD COMBINATORIA GENERAL.....	15
PATRÓN HETEROTICO.....	17
III. MATERIALES Y METODOS.....	19
MATERIAL GENÉTICO.....	19
ÁREA DE EVALUACIÓN	20
CARACTERISTICAS DE ÚRSULO GALVÁN, VERACRUZ.....	21
CARACTERISTICAS EXPERIMENTALES.....	22
TRABAJO DE CAMPO.....	23
SIEMBRA.....	23
FERTILIZACIÓN	23
LABORES DE CULTIVO.....	24
CONTROL DE PLAGAS	24
TOMA DE DATOS	24
DÍAS A FLORACIÓN MASCULINA.....	24
DÍAS A FLORACIÓN FEMENINA	25
ALTURA DE LA PLANTA.....	25
ALTURA DE MAZORCA	25
NÚMERO DE PLANTAS COSECHADAS	25
NÚMERO DE MAZORCAS COSECHADAS	25
MAZORCAS PODRIDAS	26
MAZORCAS CON FUSARIUM	26

PESO DE CAMPO	26
RENDIMIENTO EN TON/HA ⁻¹	27
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
V. CONCLUSIONES.....	58
VI.RESUMEN	60
VII.BIBLIOGRAFÍA	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Claves de las cruzas dobles que se evaluaron en Úrsulo Galván en el ciclo PV 2007.....	20
Tabla 3.2 Características geográficas y climáticas de la localidad donde se evaluaron los híbridos dobles	21
Tabla 3.3 Características de la unidad experimental de la localidad de evaluación.....	22
Tabla 4.1 Cuadrados medios de las características de las doce variables agronómicas en la localidad de Villa de Ursulo Galván en el ciclo (Bloques al azar).....	33
Tabla 4.2 Concentración de medias de bloques al azar para las diez variables agronómicas ubicadas en Villa de Ursulo Galván en el ciclo. Exp. 1.....	37
Tabla 4.3 Comparación de mejores Cruzas contra los testigos evaluados	41
Tabla 4.4 Cuadrados medios de las características de las doce variables agronómicas en la localidad de Villa Ursulo Galván en el ciclo (análisis de varianza). Experimento 2.	44
Tabla 4.5 Efectos de Aptitud Combinatoria General para las diez variables agronómicas en la localidad de Villa de Ursulo Galván en el ciclo PV 2007.....	47
Tabla 4.6 Efectos de Aptitud Combinatoria Especifica para las diez variables agronómicas en la localidad de Villa de Ursulo Galván en el ciclo PV 2007.....	49
Tabla 4.7 Concentración de medias de bloques al azar para las diez variables agronómicas ubicadas en Villa de Ursulo Galván en el ciclo. Exp. 2.....	53
Tabla 4.8 Concentración de medias del análisis de varianza para las diez variables agronómicas ubicadas en Villa de Ursulo Galván en el Ciclo PV 2007. Exp 2.....	57

I. INTRODUCCIÓN

La mejor y más completa información, sobre el comportamiento de las líneas endocriadas en las combinaciones híbridas, se obtiene por medio del análisis de cruzamientos dialélicos, lo que ofrece información sobre la habilidad combinatoria general y específica (Sprague y Tatum, 1942). Este procedimiento, no resulta práctico en el proceso de prueba de miles de líneas endocriadas, porque requiere un gran número de cruzamientos y por lo tanto, la primera evaluación de las líneas endocriadas se hace por medio de pruebas de cruzamientos. Varios autores han publicado detallada información sobre los probadores y su uso (Hull 1945; Rawlings y Thompson, 1962; Russell, Eberthart y Vega, 1973; Hallauer, 1975; Russell y Eberthart 1975; Horner *et al.*, 1976; Hallauer, Russell y Lamkey, 1988). En un primer momento, se creyó que un cultivo heterogéneo, como una variedad de base genética amplia de polinización abierta, podía ser un buen probador para medir la Aptitud Combinatoria General (ACG), mientras que un probador con una base genética estrecha, tal como una línea endocriada o un híbrido simple, podrían servir para medir la Aptitud Combinatoria Especifica (ACE). Sin embargo, los últimos estudios sugieren que una línea probadora endocriada, ofrece relativamente más información sobre la Aptitud Combinatoria General que sobre la Aptitud Combinatoria Especifica (Hallauer, Russell y Lamkey, 1988). En un programa

de obtención de híbridos, los probadores pueden ser usados para varios propósitos y es necesario producir y usar los probadores adecuados, dependiendo de los objetivos que se desea alcanzar. Los probadores son utilizados para establecer modelos heteróticos, mejoramiento entre poblaciones, formación y mejoramiento de nuevos grupos heteróticos, evaluación de la Aptitud Combinatoria de las líneas e identificación de las combinaciones específicas de híbridos. Una línea endocriada probadora, será útil para evaluar la Aptitud Combinatoria y para la identificación de combinaciones de cruza simples específicas.

La elección de probadores depende de los objetivos de la selección, de los probadores disponibles y de la importancia relativa de los efectos genéticos aditivos y no aditivos considerados importantes en los cruzamientos.

Debido a la problemática expuesta, surge la necesidad de incrementar los rendimientos por unidad de superficie mediante el uso de materiales mejorados, como son las variedades y los híbridos. Teniendo conocimiento del gran potencial productivo que representa el trópico húmedo mexicano que comprende las regiones ubicadas a una altura de 0-1000 metros sobre el nivel del mar, y con una precipitación mayor a los 600 milímetros, el Instituto Mexicano del Maíz ``Dr. Mario Castro Gil`` con sede en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ha implementado sus programas de

mejoramiento genético, para la obtención y evaluación de híbridos que sean superiores en el aspecto que es el buscado y por lo tanto el más importante el rendimiento.

Por lo tanto, el presente trabajo de tesis, es parte estructural de los programas que tiene el Instituto Mexicano del Maíz, en cuanto a mejoramiento genético y cobra importancia, porque desde hace varios años, sus investigadores, se han dado a la tarea como objetivo el obtener genotipos que generen mayor rendimiento y presenten mejores características agronómicas a través de los años. Esta tesis está dirigida a el trópico húmedo, que fue ahí donde se hizo el experimento y consiste en obtener, evaluar y seleccionar los mejores híbridos dobles, para lo cual el trabajo de estimar la aptitud combinatoria general y específica de sus cruza simples progenitoras es de vital importancia. Las que deben presenten características deseables, siendo el más importante, el rendimiento de grano por hectárea, que es lo que conlleva a la solución de la falta de híbridos en el campo mexicano.

El objetivo específico de esta tesis presentada es:

- Seleccionar los mejores híbridos dobles que sean superiores, en comparación a los testigos, cabe destacar que la característica en la que se busca superar al testigo es el rendimiento.
- Seleccionar la mejor Cruza simple hembra, progenitora de un nuevo híbrido
- Encontrar el mejor probador o cruza simple macho progenitora de un nuevo híbrido.
- Encontrar el mejor probador en contra de otros probadores.

La hipótesis es:

- Al menos uno o más de los híbridos dobles evaluados igualan o superan a los testigos comerciales.
- Hay al menos una cruza simple hembra, para formar un nuevo híbrido
- Al menos uno o más probadores deben de discriminar mejor a las cruzas simples bajo estudio.
- Al menos un probador será mejor que los otros tres en cuestión de factores.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

LÍNEAS

De la Loma (1954) dice que en la obtención de líneas puras, se utiliza casi siempre la autofecundación. En la polinización no se selecciona por que no se pueden determinar muchos factores, en cambio en la cosecha se seleccionan las que cumplen con lo deseado.

Robles (1986) menciona dos métodos para formar líneas:

1. El método de formación de líneas hasta homogenizar los caracteres agronómicos, se logra con un mayor número de autofecundaciones y evita se aumente la posibilidad de continuar autofecundando materiales genéticos indeseables.
2. El método de formación de líneas, con la aplicación de pruebas tempranas en niveles S1 o S2, es mejor ya que se desecharan las que no tengan una buena aptitud combinatoria general y solo se dedicara trabajo dinero a aquellas líneas que al homogenizar, tengan mayor probabilidad de seguir conservando una buena aptitud combinatoria.

Sánchez (1971) y Reyes (1985) dicen que una línea pura, es un grupo de individuos clasificados puros aun siendo alógamos, Son genéticamente iguales (homogéneos-homocigotos), y son el resultado de progresivas autofecundaciones, que es utilizada como progenitor para obtener una nueva población homogénea-heterocigota ósea un híbrido.

Jugenheimer (1981) comenta que el desarrollo de líneas es el primer paso para un programa de maíz híbrido. Que las líneas se pueden desarrollar a partir de variedades criollas, híbridos, sintéticos y compuestos multilíneales. La elección del material original depende del ambiente a sembrar y los objetivos.

Brauer (1983) menciona que la idea fundamental para obtener líneas homocigotas, antes de hacer la hibridación, es lograr que la herencia sea constante para estar seguro que cuando se haga la misma hibridación, se obtenga la misma capacidad de producción, la misma adaptabilidad y las mismas características generales, desde un punto de vista agronómico y de calidad.

PROBADORES

Un probador ideal es aquel que reúne las siguientes características:

- a) Debe ser una variedad de polinización libre, cuyo comportamiento relativo entre un grupo de variedades probadoras, manifieste una expresión mínima del carácter por seleccionar.
- b) Con relación a otros probadores, deben reportar máxima variabilidad entre sus mestizos, en líneas de ACG desconocida.
- c) Debe discriminar claramente y clasificar correctamente las líneas de alta y baja ACG.
- d) Debe interactuar poco o nada con las líneas de alta ACG permitiendo así una expresión de los efectos aditivos de las líneas; Paz et al (1973).

Dependiendo del uso que tendrán las líneas, en combinaciones híbridas, será la base para elegir a un probador en un programa de mejoramiento, por otra parte, si se usa una línea de bajo rendimiento como probadora, lo cual es teóricamente aceptable en la mayoría de los programas, esta, presenta mayor variabilidad debida a su baja frecuencia de genes favorables en los loci importantes, además una línea no emparentada y rendidora usada como probador es tan efectiva como el probador emparentado y de bajo rendimiento, López (1986).

El tipo de probador que debe usarse para la evaluación de líneas puras, deben dar información base de un programa de hibridación, y dependiendo principalmente de lo que se quiere estimar ya sea Aptitud Combinatoria General o Especifica, por otro lado para evaluar la ACG se usan generalmente las variedades de polinización libre y los sintéticos, debido a su heterogeneidad, Jugenheimer (1981).

Horner, et al. (1972) señalan que donde se utiliza comercialmente los híbridos dobles, se puede utilizar un probador de cruza simple (híbrido simple) de manera que la semilla resultante de la cruza de prueba, puede ser utilizada e incorporada rápidamente a la producción comercial.

Narro et al. (2003) expresan que para seleccionar probadores e identificar las líneas para la formación de sintéticos se necesitan métodos mas fáciles de estudiar la aptitud combinatoria general (ACG) y especifica (ACE) de genotipos.

Sierra et al. (2004) señalaron que el uso de probadores permite separar e identificar grupos de líneas que sirven para formar mejores híbridos. Es importante la identificación de líneas sobresalientes con base a sus efectos de aptitud combinatoria, adaptación, rendimiento y sobre todo que presente estabilidad para poder ser utilizados en un programa de mejoramiento exitoso.

Las dificultades de elección de un probador para identificar líneas superiores es el enmascaramiento de los efectos de la interacción de probadores y las líneas e interacciones genotipo ambiente en el comportamiento de las cruzas de prueba. Para una elección más fácil de los probadores se toma en cuenta la intensidad de los valores de F calculada (Leyva, 2007).

HETEROSIS.

Poehlman (1965) dice que vigor híbrido o Heterosis, es el incremento en tamaño o cantidad de híbrido, con relación al vigor promedio de los progenitores, lo anterior se explica bajo las siguientes teorías:

- Efecto estimulante que los alelos heterocigotos tiene sobre la planta híbrida.
- Explica el vigor híbrido, como la interacción de genes dominantes favorables, suponiendo que el vigor híbrido es resultado de la acción de genes dominantes de los cuales cada uno aporta un incremento al rendimiento final, esta teoría es la más aceptada.
- También menciona que para obtener el vigor híbrido se requiere de tres pasos:
 1. Producción de líneas endogámicas.
 2. Cruzamiento de líneas en combinaciones adecuadas.
 3. Cruzamiento de híbridos simples adecuados para formar híbridos dobles que sean productivos.

Falconer (1980), indica que la heterosis se manifiesta, cuando entre los padres de un híbrido, exista diferente frecuencia génica para el carácter de interés y este será mayor, si algún nivel de dominancia está controlando el carácter.

Robles (1986) comenta que para tener mayor expresión de Heterosis, entre más divergentes sean los progenitores, se espera una mayor expresión en el carácter del híbrido, en el cual la Heterosis, es la heterocigosis en genes de herencia cuantitativa y algunos en caracteres cualitativos. La expresión final de la Heterosis, se debe a la sumatoria de todos los genes que intervienen en todas las variantes de acción de genes interalélicos e intralélicos.

Shull citado por Márquez (1988) Dice que el concepto es mayor vigor, rendimiento, fructificación y velocidad de desarrollo que manifiestan las plantas. Así mismo, Márquez agrega en términos genéticos, Heterosis significa que siendo el híbrido el genotipo heterocigoto, su progenie es superior a cualquier de estos atributos señalados como vigor híbrido.

Molina y Lobato (1998) establecen que la Heterosis calculada en híbridos de cruza simples, a veces es sobreestimada, a causa de la depresión endogámica que presentan los progenitores, lo que hace que los híbridos con mayor Heterosis no sean los de mayor rendimiento.

HIBRIDACIÓN.

De la Loma (1954) dice que el objetivo principal de la hibridación es crear organismos heterocigotos o agrupaciones de caracteres que son de mayor vigor y producción.

Allard (1967) menciona que las operaciones que han llevado al gran éxito del maíz híbrido son las siguientes:

1. Selección de plantas en poblaciones de polinización libre.
2. Autofecundación de estas plantas por varias generaciones hasta llegar a producir líneas puras homocigotas.
3. Cruzamiento entre las líneas escogidas.

Reyes (1985) menciona que el método consiste en el apareamiento controlado de individuos genéticamente diferentes y el estudio de la progenie, asociando la endogamia durante el proceso.

Robles (1986) y Márquez (1988) dice que la hibridación es el aprovechamiento de las f1, que provienen de líneas y se usan para fines de agricultura y Poehlman (1986) agrega el siguiente procedimiento:

- Obtención de líneas autofecundadas, por polinización controlada.
- Determinar cuáles líneas autofecundadas pueden combinarse en cruzas productivas.

- La utilización comercial de las cruzas para la producción de semillas.

Chávez (1995) explica que la hibridación se hace con los siguientes objetivos:

- Explotar la Heterosis.
- Formar ideotipos específicos para determinados ambientes.
- Hacer que sean variables y seleccionar nuevos materiales.
- Selección de materiales que intervengan como progenitores en las cruzas.
- Selección de la crusa adecuada y la que es la mejor de acuerdo a las exigencias del consumidor.

Estos objetivos se logran por medio de cruzas entre variedades y objetivos específicos que se deseen y de la utilización de líneas puras de amplia aptitud combinatoria.

HÍBRIDO.

Delorit y Ahlgren (1983) explican que un híbrido es mejor a las variedades de polinización abierta, esto se debe a que:

- El maíz híbrido produce grano y forraje de superior calidad.
- Produce rendimientos muy superiores.
- Es más resistente a enfermedades e insectos.
- Tiene más resistencia al acame.
- Puede resistir mejor la sequía.

Chávez (1995) dice que un híbrido puede ser la primera generación de la cruce de dos líneas puras, o también de dos híbridos simples.

HIBRIDO SIMPLE.

Aldrich y Leng (1974) mencionan que para que los híbridos tengan una buena aceptación en el comercio, debe cumplir dos adelantos en el mejoramiento y producción de semilla los cuales son:

- Muchas líneas que hay en la actualidad son bastantes vigorosas y son capaces de lograr un buen rendimiento de semillas o de producir una gran cantidad de polen.
- Realizar técnicas de cruzamiento de línea-hermana para producir cruces especiales o triples donde la mayoría de ellas son casi uniformes como la verdadera cruce simple, la semilla de esta, puede competir con el precio de una semilla de cruce doble.

Jugenheimer (1981) menciona que un híbrido simple es la fecundación entre dos líneas puras, y tienden a tener un ligero rendimiento y pueden ser más uniformes que otros híbridos.

HÍBRIDO DOBLE

Jugenheimer (1981) y Poehlman (1983) explica que los híbridos dobles constituyen un tipo de híbrido más generalizado, menciona que los híbridos simples se utilizan para el cruce y formación de híbridos dobles, los cuales resultan ser más variables en la planta como en la mazorca que las cruza simples, lo cual puede ser una ventaja cuando se siembra bajo condiciones adversas.

Chávez (1995) dice que estos se forman con cuatro líneas autofecundadas, son la progenie de una cruce obtenida de dos híbridos simples. La cruce simple (AxB) se combina con otra cruce simple (BxC), y estas se seleccionan por su vigor, uniformidad y el alto rendimiento, no son tan uniformes como las cruza simples, debido a que las cuatro líneas como son dos cruza heterocigotas, dan mayor variabilidad en este tipo de cruza.

PREDICCIÓN DE HÍBRIDOS.

Jugenheimer (1990) menciona que existen métodos que permiten a los fitomejoradores de maíz, predecir el comportamiento de las mejores combinaciones, sin hacer y comprobar literalmente, miles de cruza indeseables. Las combinaciones predichas deberán probarse bajo condiciones de campo antes que se pongan a producción comercial.

López (1986) explica que para la predicción de cruza triples y dobles, en cuanto a rendimiento y otras características agronómicas, utilizó un cuadro de

cruzas dialélicas el cual es un método que facilita el proceso, que es de mucha confiabilidad y no es complicado.

APTITUD COMBINATORIA ESPECÍFICA Y APTITUD COMBINATORIA GENERAL.

Beard (1940) y Sprague y Tatum (1942) supusieron que la ACG es el resultado de la acción génica aditiva, y la ACE depende de la acción génica de dominancia, epistasis y de interacciones genotipo-ambiente o genético-ambientales.

Poehlman (1973) explica que la Aptitud Combinatoria Específica, se refiere al comportamiento de dos líneas específicas, en una determinada cruce.

Castro (1974) dice que la aptitud combinatoria específica (ACE) es el efecto conjunto de dos líneas en particular, por lo que lo hace diferente a la ACG ya que esta es medida como desviación de la suma de la media general, más las aptitudes combinatorias de los progenitores.

Poehlman (1973) dice que la Aptitud Combinatoria General es el comportamiento medio de una determinada línea en una serie de combinaciones híbridas las cuales le llaman aptitud combinatoria general.

Castro (1974) dice que la aptitud combinatoria general (ACG) se refiere al efecto promedio de una línea a través de sus cruzas, siendo la desviación de la media general.

Martínez (1975) dice que la aptitud combinatoria específica, evalúa la acción génica debida a los efectos no aditivos, los efectos de dominancia, la epistasis e interacciones génicas, y se usa para designar las cruzas que se comportan mejor o peor, en comparación de sus progenitores.

Jugenheimer (1981) dice que Aptitud Combinatoria Especifica, es el desempeño individual de una combinación híbrida específica.

Jugenheimer (1981) dice que Aptitud Combinatoria General es el desempeño de una línea con algunas combinaciones. Proporciona información de cual línea produce los mejores híbridos cuando se cruzan con otras líneas.

Poehlman (1986) explica que el tipo de probador que se debe usar depende a la información deseada si se quiere ACG o ACE.

La ACE, puede no proporcionar información en la cual se pueda confiar sobre la utilidad de una línea pura, cuando se cruza con otros probadores.

PATRÓN HETEROTICO.

Sprague (1984) menciona que el elemento más importante para un programa de mejoramiento de maíz es la identificación y el reconocimiento del patrón heterótico. Esta identificación simplifica e incrementa la eficiencia de las operaciones subsecuentes.

Ramos y Moreno (1994) mencionan que la identificación de patrones heteróticos y la estimación de parámetros genéticos, permiten incrementar la Heterosis en cruzas entre poblaciones o en híbridos.

Melchinguer y Gumber (1998) define como patrón heterótico como un par de grupos heteróticos complementarios, que al cruzarse producen una descendencia que tiene una alta Heterosis y un buen desempeño de sus híbridos en la mayoría de los casos. Mencionando además, que su impacto en los programas de mejoramiento es muy alto, ya que ellos predeterminan la manera de emplear adecuadamente el germoplasma en la generación de combinaciones híbridas. Recomiendan el siguiente criterio para la identificación de nuevos patrones:

- Media alta en comportamiento y varianza genética alta, en la población híbrida.
- Buen comportamiento per se y buena adaptación de la población parental en el ambiente blanco

- Poca depresión endogámica. Si el patrón heterótico es bien conocido, los materiales pueden clasificarse cruzándolos con probadores representativos de los grupos heteróticos opuestos.

Betran y Menz (2004) mencionan que el número de patrones heteróticos es variable y depende de la capacidad de las poblaciones para generar líneas parentales con un buen comportamiento.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIAL GENÉTICO

Los materiales genéticos utilizados en el presente trabajo son híbridos dobles experimentales, que fueron obtenidos dentro del programa de mejoramiento genético en el trópico húmedo, por el Instituto Mexicano del Maíz, involucra 51 tratamientos experimentales (los cuales se obtienen de 15 Cruzas simples hembras y 4 cruzas simples macho como probadores) y 2 testigos y se obtuvieron de la siguiente forma deberían ser 60 cruzas experimentales dobles más dos testigos, si se hace las cruzas de las 15 cruzas simples por los 4 probadores, pero se obtuvo 51 cruzas experimentales dobles que por diversos factores fallaron algunas cruzas. Eso llevo a hacer dos experimentos el primero de 51 cruzas experimentales dobles más dos testigos y el experimento dos de 32 cruzas experimentales dobles, el cual se obtuvo cruzando 8 cruzas simples por 4 probadores.

Tabla 3.1 Claves de las cruzas dobles que se evaluaron en Úrsulo Galván en el ciclo PV 2007

	Claves			Claves			Claves	
Trat	C.S	Probador	Trat	C.S	Probador	Trat	C.S	Probador
*1	1702	2101	*19	1708	2101	*37	1714	2101
*2	1702	2103	*20	1708	2103	*38	1714	2103
*3	1702	2105	*21	1708	2105	*39	1714	2105
*4	1702	2113	*22	1708	2113	*40	1714	2113
*5	1704	2101	23	1709	2103	*41	1715	2101
*6	1704	2103	24	1709	2105	*42	1715	2103
*7	1704	2105	25	1710	2101	*43	1715	2105
*8	1704	2113	26	1710	2113	*44	1715	2113
9	1705	2101	*27	1711	2101	45	1716	2101
10	1705	2103	*28	1711	2103	46	1716	2103
11	1705	2105	*29	1711	2105	47	1716	2105
*12	1706	2101	*30	1711	2113	*48	1717	2101
*13	1706	2103	31	1712	2101	*49	1717	2103
*14	1706	2105	32	1712	2105	*50	1717	2105
*15	1706	2113	33	1712	2113	*51	1717	2113
16	1707	2101	34	1713	2103	52	DK-234	DK-234
17	1707	2103	35	1713	2105	53	DK-253	DK-253
18	1707	2113	36	1713	2113			

Trat. = tratamiento, C.S = craza simple. Todos los tratamientos antes puestos son del experimento 1. *= tratamientos que se ocuparon para el experimento 2.

ÁREA DE EVALUACIÓN

Los ensayos para rendimiento y otras características agronómicas se realizaron en la localidad representativa del trópico húmedo, la cual fue Villa Úrsulo Galván perteneciente al estado de Veracruz, en terrenos facilitados al programa de Mejoramiento Genético del Instituto Mexicano del Maíz de esta Universidad, por el Centro Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 17 (CBTa No. 17) de Úrsulo Galván; durante el ciclo Primavera-Verano del año 2007. La descripción de esta localidad se encuentra en el cuadro 3.2

Tabla 3.2 Características geográficas y climáticas de la localidad donde se evaluaron los híbridos dobles

Localidad	Latitud Norte (N)	Longitud Oeste (W)	Altitud (msnm)	Precipitación (mm/año)	Temperatura Media
Úrsulo Galvan	19°24´	96°22´	20	1017.7	25.8 °C

N= Norte, W= Oeste, Msnm= Metros sobre el Nivel del Mar, mm= Milímetros.

CARACTERÍSTICAS DE ÚRSULO GALVÁN, VERACRUZ.

Esta localidad está situada en la zona central costera del estado de Veracruz, limita al norte con los municipios de Actopan, al sur con Puente Nacional y la Antigua, al este con el Golfo de México y al oeste, con Actopan y Puente Nacional; ocupando una extensión de 149.70 Km², que representa el 0.0020% del total del estado.

El lugar donde se realizó el experimento cuenta con suelo tipo feosem y vertisol, el primero consta de una capa superficial y oscura, suave, rica en materia orgánica y nutrientes, el segundo presenta grietas anchas y profundas en la época de sequía; son suelos duros arcillosos y masivos, con tonalidades grises y rojizas. Su vegetación es de tipo bosque alto o mediano tropical caducifolio y se encuentran arboles como el encino, el fresno, sauce, cedro rojo, amate, nanche, chichicastle y álamo entre otros. En esta área se cultiva caña de azúcar, chile, frijol, maíz, mango, papaya y malanga entre otros.

Las condiciones climatológicas que predominan en esta región son una temperatura media anual de 25.8 °C y una precipitación media anual de 1017.7 mm. Con lluvias abundantes en verano y principios de otoño, dichas precipitaciones hacen considerarlo como un clima tropical húmedo.

CARACTERÍSTICAS EXPERIMENTALES

En el presente trabajo de tesis el experimento fue llevado bajo un diseño de bloques al azar. La descripción de las características de la unidad experimental se presenta a continuación en el cuadro 3.3

Tabla 3.3 Características de la unidad experimental de la localidad de evaluación

LOCALIDAD	VILLA URSULO GALVAN
Fecha de siembra	2007
No. De tratamientos Exp.1	53
No. De tratamientos Exp. 2	32
No. De repeticiones	2
No. De surcos por parcela	2
Longitud del surco (m)	4.62
Distancia entre surco (m)	.85
Distancia entre planta (m)	.22
Plantas/surco	21
Sembradas (semillas)	42
Aclarear	1
Área de parcela útil (m ²)	9.24
Densidad de población (Plta/ha)	53,100
Dosis de fertilización	130-100-20

M= Metros, Plta= Planta, Ha= Hectárea.

TRABAJO DE CAMPO

Las labores y prácticas culturales se realizaron de acuerdo al paquete tecnológico de IMM, cabe mencionar que en lo que corresponde a la preparación del terreno antes de la siembra; se realizó el barbecho, rastreo y surcado para posteriormente aplicar el paquete tecnológico del IMM, el cual se describe a continuación:

SIEMBRA

Esta labor fue realizada manualmente, se establecieron 2 surcos por parcela con una distancia de 0.85 m. entre surcos, las semillas son depositadas a 0.22 m. el cual la densidad de población es de 53,100 plantas por hectárea.

FERTILIZACIÓN

La dosificación de fertilizante utilizado se aplicó en dos tiempos, una al momento de la siembra en la cual se aplicó el cincuenta por ciento del nitrógeno y todo el fosforo. En la segunda práctica de la misma forma fue depositado el restante cincuenta por ciento del nitrógeno. Como fuente de nitrógeno se utilizó Urea (46-00-00), como fuente de fosforo el superfosfato de calcio triple (18-46-00) y para fuente del potasio el triple 17, los cuales en total se agregaron al suelo fueron 171 Kg de Urea, 174 Kg de súper fosfato y 118 Kg de triple 17.

LABORES DE CULTIVO

Las labores se llevaron a cabo durante todo el ciclo vegetativo del cultivo, dando prioridad a las primeras etapas del crecimiento y desarrollo de tal manera que se mantuvo libre de malezas al cultivo.

CONTROL DE PLAGAS

Esta labor también se llevó a cabo en igual continuidad que la anterior principalmente en la época crítica del cultivo. Cabe señalar que el experimento se realizó bajo condiciones de temporal.

TOMA DE DATOS

Las características agronómicas que se evaluaron en el presente trabajo, son las que se consideran de importancia para efectuar la selección de los materiales evaluados, siendo tales características las que a continuación se describen detalladamente:

DÍAS A FLORACIÓN MASCULINA

Este dato corresponde a los días que transcurrieron desde la siembra hasta que el cincuenta por ciento de las plantas se encuentren en antesis, en cada parcela.

DÍAS A FLORACIÓN FEMENINA

Corresponde al número de días transcurridos desde la siembra hasta que el cincuenta por ciento o más de las plantas en cada parcela tienen los estigmas expuestos.

ALTURA DE LA PLANTA

Es la medida que comprende la distancia desde la base del tallo hasta la inserción de la hoja bandera o base de la espiga, esta se determinó en base al promedio de diez plantas tomadas al azar por parcela y se expresan en centímetros.

ALTURA DE MAZORCA

Es la distancia en centímetros que comprende desde la base de la planta al nudo donde nace la mazorca principal, tomando como promedio diez plantas al azar por cada parcela.

NÚMERO DE PLANTAS COSECHADAS

Es el total de las plantas cosechadas en la parcela experimental útil.

NÚMERO DE MAZORCAS COSECHADAS

Este dato corresponde al número total de mazorcas cosechadas dentro de cada parcela útil, utilizándose como un fiel indicador de la prolificidad de los materiales

MAZORCAS PODRIDAS

Esta característica se expresó en porcentaje en base al número de mazorcas cosechadas y se tomó como mazorca podrida aquella que presentaba un 10% o más de pudrición (granos afectados).

MAZORCAS CON FUSARIUM

Se contaron las mazorcas que se encontraron dañadas parcial o totalmente por este hongo también expresado en porcentaje.

PESO DE CAMPO

El peso de campo (PC), se obtiene de pesar el total de mazorcas cosechadas por parcela con la humedad al momento de la cosecha y se expresa en kilogramos.

El peso de campo se expresó a peso seco (PS) usando la siguiente fórmula:

$$PS = \frac{(100 - \%H)}{100} X PC$$

Donde:

PS= Peso seco.

%H= Porcentaje de Humedad.

PC= Peso de campo.

Factor de conversión.

El factor de conversión es utilizado para transformar el rendimiento de mazorca en tonelada por unidad de superficie al 15.5% de humedad de todos los tratamientos determinados con la siguiente ecuación:

$$FC = \frac{1000 m^2}{A.P.U. \times 0.845 \times 1000}$$

Donde:

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

A.P.U.= Área de parcela útil. Es el producto de la distancia entre surcos por la distancia entre plantas por el número correcto de plantas por parcela útil.

0.845= Constante para obtener el rendimiento en kilogramos por hectárea al 15.5 por ciento de humedad.

1000= Coeficiente para obtener el rendimiento en ton/ha.

RENDIMIENTO EN TON/HA⁻¹

Para obtener este dato, se calculó multiplicando peso seco de la mazorca de cada parcela por el factor de conversión a toneladas por hectárea al 15.5% de humedad.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La evaluación de los híbridos dobles del experimento 1 se incluyó 53 tratamientos, mientras que en el experimento 2 de probadores se incluyeron 32 tratamientos.

Los análisis de varianza se hicieron para las características de plantas cosechadas, mazorcas cosechadas, días a floración masculina y femenina, altura de planta, altura de mazorca, porcentaje de acame en raíz y tallo, porcentaje de mazorca podrida y mazorca con fusarium, mazorcas por cada cien plantas y rendimiento tonelada por hectárea. Las características evaluadas para determinar si existen diferencias significativas entre híbridos.

El modelo utilizado para obtener el análisis de varianza fue el de bloques al azar y se describe a continuación:

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

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta.

μ = Media general.

α_i = Efecto de la i -ésima repetición.

β_j = Efecto del j -ésimo tratamiento.

ε_{ij} = Error experimental.

El siguiente modelo de análisis de varianza es:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + L_j + P_k + LP_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta.

μ = Media general.

α_i = Efecto de la i -ésima repetición.

L_j = Efecto de la j -ésima cruza simple.

P_k = Efecto de la k -ésimo probador.

LP_{jk} = Efecto de la j -ésima cruza simple por el k -ésimo probador.

ε_{ijk} = Error experimental.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 4.1 (experimento 1), se presentan las concentraciones de los cuadrados medios del análisis de bloques al azar general y sus significancias para las variables de: plantas cosechadas, mazorcas cosechadas, días a floración masculina, días a floración femenina, altura de planta, altura de mazorca, porcentaje de acame en raíz y tallo, porcentajes de mazorca podrida y mazorca con fusarium, mazorcas por cada 100 plantas y rendimiento en tonelada por hectárea en sus fuentes de variación, que son repetición y tratamientos y que fueron evaluadas en la localidad de Villa Úrsulo Galván, Veracruz.

Se observa que para la fuente de variación repetición, los resultados dan cuatro de doce variables con valor significativo y son: días a floración de la hembra, altura de planta y altura de mazorca al ($p \leq 0.01$), y la variable de porcentaje de acame de tallo al ($p \leq 0.05$), lo cual se explica que entre las dos repeticiones, hay una con mayor precocidad en el momento de la floración de las hembras lo que se atribuye a efectos ambientales, como variación de temperatura en suelo y aire, que aceleran la floración femenina, acumulando más rápido las unidades calor para entrar en floración, mientras que en la floración masculina

no hubo una diferencia significativa entre repeticiones; mientras tanto en la altura de planta y de mazorca, se puede adjudicar a las propiedades del terreno, que aunque fue en una misma localidad puede cambiar y alterar la altura de la planta; en la última variable acame de tallo, se puede decir que se debe a que el acame, podría ser favorecido por enfermedades (fusarium) o insectos (barrenadores) que ataquen a la planta entre otros factores, los cuales posiblemente podrían haber pasado.

En los resultados para la fuente de variación de tratamientos, cinco variables dan significancia las cuales son: plantas cosechadas, porcentaje de acame de tallo, porcentaje en mazorca con fusarium, rendimiento en tonelada por hectárea al ($p \leq 0.01$), y mazorcas cosechadas al ($p \leq 0.05$), la explicación para la variable de plantas cosechadas sería relacionada a varios factores los cuales pudieron influir tal como pérdida de semilla por insectos, roedores, germinación, la otra variable que sería mazorcas cosechadas, se relaciona mucho con las plantas cosechadas, otro factor es el robo de elotes el cual afecta mucho a esta investigación o bien hay genotipos que tienen mayor capacidad de formación de mazorcas en la planta, en la otra variable que es el porcentaje de acame de tallo es tal cual como se decía para la otra fuente de variación, se puede deber a muchos factores como enfermedades o insectos que afecten al tallo, o a la falta de potasio o simplemente que la cruz no soporte la densidad de población establecida, la variable de fusarium en la mazorca se puede deber a problemas en la resistencia genética a este hongo,

en la última variable que es rendimiento de tonelada por hectárea hay mucha diferencia significativa ya que aquí están incluidos los dos testigos los cuales rebasan a la mayoría de los tratamientos y posiblemente estos sean los mejores tratamientos ya que la hipótesis es que al menos uno de los tratamientos es superior a los demás en todas o cada una de las variables bajo estudio.

Tabla 4.1 Cuadrados medios de las características de las doce variables agronómicas en la localidad de Villa de Ursulo Galván en el ciclo (Bloques al azar)

	días a floración				acames %							
	pltscos	mzcscos	macho	Hembra	Altpta	Altmz	raiz	Tallo	mzpod %	fusmz %	mz x 100 ptas	rendmz ton/ha
rep	24.2	0.7	3.0	12.0**	2616.8**	986.2**	137.7	23.5*	36.8	143.5	176.5	0.5
trat	70.0**	62.1*	1.4	2.5	212.5	212.6	131.3	11.4**	13.8	427.8**	248.0	1.0**

*-significancia al 0.05 de probabilidad, **- Significancia al 0.01 de probabilidad, pltscos- plantas cosechadas, mzcscos- mazorcas cosechadas, altpta- altura planta, altmz- altura mazorca, mzpod %- porcentaje de mazorca podrida, fusmz %, porcentaje de mazorca con fusarium, mz x100 ptas- mazorcas por cada cien plantas, rendmz ton/ha- rendimiento de mazorca toneladas por hectárea

En base del cuadro 4.2 (experimento 1), de medias en rendimiento y de las demás variables evaluadas, se procedió a seleccionar los mejores los cinco mejores híbridos en comparación a los dos testigos.

Los mejores híbridos se seleccionaron en base de las variables días a floración de macho y hembra, altura de planta, altura de mazorca, porcentaje de acame en raíz y tallo, porcentaje de mazorca podrida y de mazorca con fusarium, mazorcas por cien plantas y rendimiento tonelada por hectárea, esta última es la principal característica, se considera de importancia los días a floración tanto masculina como femenina para poder determinar que sincronía tienen, por otra parte es importante también la altura de la planta, lo que interesa es que sean de porte medio para poder reducir la susceptibilidad al acame de tallo y raíz; la otra variable se refiere a las mazorcas podridas pues es muy importante eliminar esta característica para tener una mayor producción ya que los granos podridos ya no sirven para otras siembras; otra variable mencionada es la de mazorca con fusarium aquí se debe al hongo que causa el mal llenado de granos afectando el desarrollo de la semilla y al rendimiento.

Explicado lo anterior se procedió a seleccionar los 5 mejores híbridos que superan a los testigos y estos son:

El híbrido con más rendimiento fue el de la cruce 1714 x 2101 con 5.7 ton/ha; además de 200cm de altura de planta, la floración masculina fue a los 55 días

tanto la femenina a los 57 días, con un 3% de mazorca podrida y un 37% de mazorca con fusarium.

El híbrido que seleccionamos en segundo lugar es la cruce de 1709 x 2105 con un rendimiento de 5.6 toneladas por hectárea, en la altura de planta tiene 197 cm, en la floración masculina es de 55 días y la femenina a los 57 días después de la siembra, con un 3% de mazorca podrida y un 12% de mazorca con fusarium.

El tercer híbrido fue de la cruce 1715 x 2105 el cual tiene un rendimiento de 5.2 ton/ha; además de 202 cm de altura de planta, la floración masculina fue a los 56 días tanto la femenina a los 58 días, con un 1% de mazorca podrida y de mazorca con fusarium alcanzo un 30%.

El cuarto se genera de la cruce de 1714 x 2105 el cual tiene un rendimiento de 5 ton/ha, donde tiene una altura de planta de 210 cm, la floración masculina es de 56 días y la femenina de 58 días, además tiene un 7% de mazorca podrida y un 30% de mazorca con fusarium.

El quinto y último híbrido seleccionado fue la cruce de 1710 x 2113 con un rendimiento de 4.8 toneladas por hectárea, además tiene una altura de planta de 215 cm, con una floración masculina de 57 días y una femenina de 60 días

después de la siembra, además de un 3% de mazorca podrida y un 24% de mazorca con fusarium.

Tabla 4.2 Concentración de medias de bloques al azar para las diez variables agronómicas ubicadas en Villa de Ursulo Galván en el ciclo. Exp. 1

Entrada	Origen		Días a floración		Altpta	Altmz	Acames %		mzpod %	fusmz %	mz x 100 ptas	rendmz ton/ha
	hembra	macho	Macho	Hembra			raíz	Tallo				
1	1702	2101	56	58	202	102	18	0	1	45	132	3.7
2	1702	2103	56	59	202	107	13	2	4	47	101	4.1
3	1702	2105	57	60	200	105	16	6	6	51	110	4.3
4	1702	2113	56	59	197	107	12	2	3	46	98	4.8
5	1704	2101	57	60	212	117	23	0	3	39	95	4.5
6	1704	2103	56	59	215	120	29	3	6	62	90	3.5
7	1704	2105	56	59	212	115	31	3	4	25	100	4.6
8	1704	2113	56	59	210	120	11	3	9	50	80	3.6
9	1705	2101	57	60	212	130	13	0	5	41	89	4.6
10	1705	2103	55	57	202	115	28	1	7	49	95	3.8
11	1705	2105	56	58	197	117	22	0	3	45	87	3.7
12	1706	2101	56	57	195	107	5	0	4	50	94	3.9
13	1706	2103	55	57	200	102	10	1	1	45	85	3.9
14	1706	2105	55	59	187	100	16	0	6	31	95	4.4
15	1706	2113	56	57	202	107	13	0	4	49	108	2.9
16	1707	2101	56	58	192	102	20	2	6	38	93	4.6
17	1707	2103	56	58	217	125	17	1	5	42	98	4.6
18	1707	2113	56	59	205	105	6	1	10	53	101	4.0
19	1708	2101	57	60	207	110	5	0	0	45	99	4.2
20	1708	2103	56	58	215	125	11	1	2	40	101	4.8
21	1708	2105	57	60	212	112	22	7	6	40	82	3.5

22	1708	2113	56	58	220	107	12	4	11	40	83	3.4
23	1709	2103	56	58	190	97	5	1	4	35	80	4.7
24	1709	2105	55	57	197	105	34	1	3	12	104	5.6
25	1710	2101	57	60	190	102	10	0	8	47	89	3.8
26	1710	2113	57	60	215	117	11	0	3	24	83	4.8
27	1711	2101	57	60	210	117	10	2	2	41	83	4.4
28	1711	2103	57	60	190	112	15	0	5	62	112	3.4
29	1711	2105	56	59	200	122	29	0	5	41	70	4.0
30	1711	2113	57	60	200	110	26	3	1	82	80	2.6
31	1712	2101	56	58	205	110	16	0	2	41	80	4.1
32	1712	2105	56	59	207	107	14	0	2	33	106	3.9
33	1712	2113	58	61	200	90	7	7	2	79	92	2.9
34	1713	2103	57	60	227	130	10	0	2	50	100	4.3
35	1713	2105	56	58	207	120	32	0	5	25	86	4.4
36	1713	2113	59	62	230	142	20	7	4	37	85	2.8
37	1714	2101	55	57	200	100	14	4	3	37	103	5.7
38	1714	2103	57	59	197	107	7	2	5	49	85	3.7
39	1714	2105	56	58	210	117	18	0	7	30	84	5.0
40	1714	2113	57	59	220	140	21	7	4	93	114	2.6
41	1715	2101	57	59	202	112	38	5	6	58	91	3.4
42	1715	2103	55	57	205	110	13	0	3	38	103	4.8
43	1715	2105	56	58	202	115	10	1	1	30	95	5.2
44	1715	2113	57	59	197	110	21	6	11	57	81	3.5
45	1716	2101	56	59	185	92	19	2	3	65	100	3.4
46	1716	2103	57	59	190	110	11	0	6	48	90	3.6
47	1716	2105	55	57	205	115	21	4	1	42	97	4.8
48	1717	2101	56	58	200	105	16	0	2	44	89	4.0

49	1717	2103	56	58	190	105	14	3	0	58	81	4.4
50	1717	2105	56	58	207	125	21	0	2	27	95	4.7
51	1717	2113	57	59	215	112	23	2	0	67	80	2.8
52	DK-234	DK-234	58	61	222	116	5	0	5	46	95	5.4
53	DK-253	DK-253	58	61	218	116	5	0	1	30	81	4.5

Altpta- altura planta, altmz- altura mazorca, mzpod %- porcentaje de mazorca podrida, fuzmz %, porcentaje de mazorca con fusarium, mz x100
 ptas- mazorcas por cada cien plantas, rendmz ton/ha- rendimiento de mazorca toneladas por hectárea

Como se resalta en el cuadro 4.3 tenemos a los 5 mejores híbridos comparándolos con los dos testigos, se puede notar que el híbrido 37 que es la cruce 1714 x 2101 con un contraste a favor del híbrido probado contra el testigo de 0.3 toneladas por hectárea con el híbrido testigo DK-234; el segundo es el híbrido 34 que es la cruce 1709 x 2105, el cual supera al híbrido testigo DK-234 con 0.2 toneladas por hectárea; el tercer híbrido es el número 43 que es la obtención de 1715 x 2105, esta abajo del primer testigo por 0.2 toneladas por hectárea y le gana al segundo testigo por 0.7 toneladas por hectárea; la entrada 39 de la cruce 1714 x 2105 le gana al segundo testigo por 0.5 toneladas por hectárea y el último híbrido que es el 26 proveniente de la cruce 1710 x 2113 le gana por 0.3 toneladas por hectárea al segundo testigo que es el DK-253.

Tabla 4.3 Comparación de mejores Cruzas contra los testigos evaluados

Entrada	Origen		Días floración		altpta	Altmz	Acames %		mzpod %	fusmz %	mz x 100 ptas	rendmz ton/ha
	hembra	Macho	Macho	Hembra			raíz	Tallo				
37	1714	2101	55	57	200	100	14	4	3	37	103	5.7
24	1709	2105	55	57	197	105	34	1	3	12	104	5.6
52	DK-234	DK-234	58	61	222	116	5	0	5	46	95	5.4
43	1715	2105	56	58	202	115	10	1	1	30	95	5.2
39	1714	2105	56	58	210	117	18	0	7	30	84	5.0
26	1710	2113	57	60	215	117	11	0	3	24	83	4.8
53	DK-253	DK-253	58	61	218	116	5	0	1	30	81	4.5

Altpta- altura planta, altmz- altura mazorca, mzpod %- porcentaje de mazorca podrida, fusmz %, porcentaje de mazorca con fusarium, mz x100 ptas- mazorcas por cada cien plantas, rendmz ton/ha- rendimiento de mazorca toneladas por hectárea.

En el cuadro 4.4 (experimento 2), se presenta la concentración de los cuadrados medios de los análisis de varianza y sus significancias para las variables: plantas cosechadas, mazorcas cosechadas, días a floración masculina, días a floración femenina, altura de planta, altura de mazorca, porcentaje de acame en raíz y tallo, porcentajes de mazorca podrida y mazorca con fusarium, mazorcas por cada cien plantas y rendimiento en tonelada por hectárea y sus fuentes de variación que son repetición, cruza simple, probador e interacción de cruza simple por probador que fueron evaluadas en la localidad de Villa Ursulo Galván, Veracruz.

Se observa que para la fuente de variación de repetición, hubo diferencia significativa solo para 3 de las 12 variables, las cuales fueron días a floración femenina, altura de planta y altura de mazorca; indicando con esto que el ambiente, en este caso el suelo, contribuye a que pasara esto, lo cual justifica el uso del diseño de bloques al azar, ya que aunque el trabajo se realizó en una sola localidad, los bloques o repeticiones no tenían uniformidad en algunas características del suelo (pH, humedad, textura, fertilidad), entre otros.

En lo correspondiente a los resultados obtenidos para la fuente de variación cruza simple se encontró que hubo diferencia significativa solamente para la variable plantas cosechadas, indica que hay cruza que presentan un mayor

número de plantas cosechadas que otras cumpliéndose la hipótesis planteada la cual dice que existirá una cruz superior a las demás.

Para los resultados que se dieron en la fuente de variación probador se puede observar que hay diferencia significativa en tres variables las cuales son: mazorcas cosechadas, porcentaje en mazorca con fusarium y en rendimiento en tonelada por hectárea; esto quiere decir que uno de los probadores utilizados tiene mejor comportamiento que los demás, cumpliéndose también la hipótesis de que al menos uno de los probadores es diferente a los demás.

En cuanto a los resultados de la fuente de variación de cruz simple por probador, solamente dos variables obtuvieron significancia, la de plantas cosechadas que obtuvo una significancia de ($p \leq 0.01$), y la de mazorcas cosechadas que obtuvo una significancia de ($p \leq 0.05$), lo cual, quiere decir que existe una combinación entre cruza simple y probadores que aseguran un mayor número de plantas por unidad de área, tal vez por generarse una mejor combinación híbrida, entre cruza y probadores.

Tabla 4.4 Cuadrados medios de las características de las doce variables agronómicas en la localidad de Villa Ursulo Galván en el ciclo (análisis de varianza). Experimento 2

	Pltscos	Mzcos	días a floración		Altpta	altmz	acames %		mzpod %	fusmz %	mz x 100 ptas	rendmz ton/ha
			Macho	Hembra			raiz	Tallo				
Rep	42.2	60.0	1.8	9.7**	976.5**	900.0**	0.8	16.3	39.8	171.7	1161.3	0.5
Cruzas simples	287.7*	71.4	1.1	3.2	305.3	194.6	148.6	10.3	18.0	197.4	470.91	0.4
Probador	122.1	113.8*	0.9	0.4	98.9	101.0	125.1	16.5	24.2	1868.4**	202.7	3.9**
Cruza simple*probador	2135.1**	66.3*	0.6	1.0	93.6	132.2	112.5	11.0	14.9	309.2	306.0	0.9

*-significancia al 0.05 de probabilidad, **- Significancia al 0.01 de probabilidad, pltscos- plantas cosechadas, mzcoss- mazorcas cosechadas, altpta- altura planta, altmz- altura mazorca, mzpod %- porcentaje de mazorca podrida, fusmz %, porcentaje de mazorca con fusarium, mz x100 ptas- mazorcas por cada cien plantas, rendmz ton/ha- rendimiento de mazorca toneladas por hectárea

En el cuadro 4.5 (experimento 2), se muestran las concentraciones de los efectos de Aptitud Combinatoria General (ACG), para las variables de los progenitores que son: plantas cosechadas, mazorcas cosechadas, días a floración masculina y femenina, altura de planta, altura de mazorca, porcentaje de acame en raíz y tallo, porcentaje de mazorca podrida y mazorca con fusarium, mazorcas por cada cien plantas y rendimiento tonelada por hectárea, del cual seleccionaremos los tres más altos en base a rendimiento en hembras y dos de los más altos en probadores y el más bajo para así compararlos con sus respectivos efectos.

Se puede apreciar que dentro de los progenitores probadores los más altos son el probador 2105 con un valor de efecto de ACG de 0.4 y 4.4 toneladas por hectárea con respecto a la media, mientras el otro probador 2101 tiene un efecto de 0.1 de ACG y 4.2 toneladas por hectárea con respecto a la media y el más bajo de los probadores es el 2113 que tiene un efecto de ACG de -0.7 y una media de 3.3 toneladas por hectárea con respecto a los demás; mientras en las hembras las más altas son la 1714 con un efecto de ACG de 0.2 y una media de 4.3 toneladas por hectárea, tanto la otra hembra 1715 tiene un efecto de ACG de 0.2 y 4.2 toneladas por hectárea con respecto a la media, por ultimo de las más altas esta la hembra 1702 con un efecto de ACG de 0.2 y una media de 4.2 toneladas por hectárea y en el otro extremo en los rendimientos más bajos esta la hembra 1711 con un efecto de ACG de -0.4 y una media de 3.6 toneladas por hectárea.

Los valores de los efectos de ACG indican que los progenitores que tienen valores positivos, están igual o superan la media del rendimiento general, y el negativo es igual o inferior al rendimiento de la media general, en el caso de los progenitores de los probadores el que tiene el efecto más alto es el 2105 con un efecto de 0.4 y supera la media general con 4.4 toneladas por hectárea el cual es la más alta de los probadores y el caso contrario el efecto más bajo es de -0.7 del probador 2113 el cual es inferior a la media general con 3.3 toneladas por hectárea, siendo 4 toneladas por hectárea la media; por otro lado con las hembras, la que tiene un mayor valor de efecto es la 1714 con 0.2 y con una media de 4.3 toneladas por hectárea y la más baja es la 1706 con un efecto de -0.2 y con una media de 3.7 toneladas por hectárea, la media es de 4 toneladas por hectárea.

Tabla 4.5 Efectos de Aptitud Combinatoria General para las diez variables agronómicas en la localidad de Villa de Ursulo Galván en el ciclo PV 2007

	días a floración		acames %				mzpod %	fusmz %	mz x 100 ptas	rendmz ton/ha	Rendimiento
	Macho	hembra	Altpta	Altmz	raíz	Tallo					
Probador											
2101	0.1	0.01	-0.6	-3.1	-0.9	-0.8	-1.2	-2.8	4.5	0.1	4.2
2103	-0.2	-0.2	-2.5	-0.9	-3.0	-0.5	-0.8	2.8	1.1	0.05	4.1
2105	-0.2	0.1	-0.3	1.8	3.6	-0.07	0.6	-12.9	-2.5	0.4	4.4
2113	0.2	0.07	3.4	2.1	0.3	1.4	1.3	12.9	-3.1	-0.7	3.3
C.s											
1702	0.04	0.2	-3.7	-6.5	-2.3	0.3	-0.4	-0.2	16.6	0.2	4.2
1704	-0.07	0.4	8.1	5.9	6.6	0.3	1.4	-3.4	-2.6	0.04	4.0
1706	-0.7	-1.0	-8.1	-7.8	-5.9	-2.0	-0.4	-3.5	1.6	-0.2	3.7
1708	0.1	0.4	9.3	1.5	-4.2	0.9	0.9	-6.2	-2.2	-0.03	4.0
1711	0.6	0.9	-4.3	3.4	3.0	-0.8	-0.6	8.9	-7.2	-0.4	3.6
1714	-0.07	-0.4	2.5	4.0	-1.9	1.2	0.8	4.8	2.8	0.2	4.3
1715	-0.07	-0.4	-2.5	-0.3	3.4	0.8	1.4	-1.6	-1.2	0.2	4.2
1717	0.04	-0.1	-1.2	-0.3	1.4	-0.8	-3.0	1.4	-7.6	-0.01	4.0

Altpta- altura planta, altmz- altura mazorca, mzpod %- porcentaje de mazorca podrida, fusmz %, porcentaje de mazorca con fusarium, mz x100 ptas- mazorcas por cada cien plantas, rendmz ton/ha- rendimiento de mazorca toneladas por hectárea.

En el cuadro 4.6 (experimento 2), de la concentración de efectos de Aptitud Combinatoria Especifica (ACE), se encontró que el mejor efecto específico se dio en la cruce 1702 x 2113 con un valor de 1.3 con un rendimiento general de 4.8 toneladas por hectárea y por otro lado el valor de ACE más bajo es la cruce 1715 x 2101 con un efecto de -1.0 y una media general de 3.3 toneladas por hectárea.

Las mejores cruces encontradas de acuerdo a su rendimiento, se seleccionaron tres las cuales fueron la de 1714 x 2101 que tiene un efecto ACE de 1.2 y una media general de 5.7 toneladas por hectárea; la otra cruce es la 1715 x 2105 con un efecto de 0.5 y una media general de 5.2 toneladas por hectárea; la siguiente cruce es la 1714 x 2105 con un efecto de 0.3 con una media general de 5 toneladas por hectárea, las cuales son las cruces seleccionadas.

Los resultados dicen que las cruces obtenidas con un buen rendimiento, se involucraron efectos tanto aditivos como no aditivos, los cuales son muy importantes. Se concluye que se involucraron progenitores con un valor de ACG positivos altos, unos con valor neutro y en conjunto que tienen un valor de efecto ACE positivo de los más altos, y los efectos de tipo aditivo sean con valor alto de ACG por parte de ambos progenitores, y el valor del efecto no aditivo sea neutro o negativo.

Tabla 4.6 Efectos de Aptitud Combinatoria Especifica para las diez variables agronómicas en la localidad de Villa de Ursulo Galván en el ciclo PV 2007

Hib	C.S	Probador	días a floración		Altpta	Altmz	acames %		mzpod %	fusmz %	mz x 100 ptas	rendmz ton/ha	Rendimiento
			Macho	hembra			raíz	Tallo					
1	1702	2101	-0.6	-0.6	2.5	0.0	3.9	-1.8	-1.4	0.2	17.0	-0.7	3.7
2	1702	2103	0.2	0.1	4.3	2.8	1.5	0.2	1.7	-2.8	-10.3	-0.2	4.1
3	1702	2105	0.7	0.7	-0.3	-2.5	-1.9	3.6	1.5	16.5	2.6	-0.3	4.3
4	1702	2113	-0.2	-0.2	-6.5	-0.3	-3.6	-2.0	-1.8	-13.9	-9.3	1.3	4.8
5	1704	2101	0.5	0.6	0.6	2.5	0.4	-1.8	-1.0	-2.0	-0.8	0.2	4.5
6	1704	2103	-0.1	-0.1	5.0	2.8	8.1	1.6	1.1	15.2	-1.9	-0.5	3.5
7	1704	2105	-0.1	-0.5	0.3	-5.0	4.1	0.9	-1.8	-5.7	11.0	0.07	4.6
8	1704	2113	-0.1	0.04	-5.9	-0.3	-12.7	-0.7	1.7	-7.4	-8.2	0.2	3.6
9	1706	2101	0.1	-0.3	-0.6	6.2	-4.8	0.5	1.1	8.8	-6.0	-0.08	3.9
10	1706	2103	-0.04	-0.1	6.2	-0.9	1.7	1.3	-1.8	-1.2	-11.7	0.05	3.9
11	1706	2105	-0.04	0.9	-8.4	-6.2	1.5	0.1	1.4	0.4	1.7	0.1	4.4
12	1706	2113	-0.04	-0.4	2.8	0.9	1.5	-1.7	-0.6	-7.9	16.0	-0.1	2.9
13	1708	2101	0.7	1.1	-5.6	-0.6	-6.9	-2.4	-3.2	6.7	3.1	0.01	4.2
14	1708	2103	-0.4	-0.6	3.7	12.1	1.7	-1.5	-1.9	-4.0	8.9	0.7	4.8
15	1708	2105	0.5	0.4	-0.9	-3.1	6.0	3.9	0.4	11.9	-7.2	-0.9	3.5
16	1708	2113	-0.9	-0.9	2.8	-8.4	-0.8	0.05	4.7	-14.6	-4.8	0.1	3.4
17	1711	2101	-0.2	0.1	10.6	5.0	-9.2	1.4	0.1	-12.8	-7.5	0.5	4.4
18	1711	2103	0.5	0.8	-7.5	-2.1	-1.8	-0.9	1.9	2.6	24.2	-0.2	3.3
19	1711	2105	-0.4	-1.0	0.3	5.0	5.6	-1.4	1.2	-2.4	-13.8	-0.05	4.0
20	1711	2113	0.07	0.04	-3.4	-7.8	5.3	0.9	-3.3	12.5	-2.8	-0.2	2.6
21	1714	2101	-0.9	-1.0	-6.2	-13.1	0.1	1.8	-0.6	-12.9	1.9	1.2	5.7

22	1714	2103	0.8	0.7	-6.8	-7.8	-5.4	-0.6	1.0	-5.9	-12.2	-0.6	3.7
23	1714	2105	-0.1	-0.1	3.4	-0.6	-0.6	-3.4	1.6	-8.9	-10.3	0.3	5.0
24	1714	2113	0.3	0.4	9.6	21.5	5.9	2.3	-1.9	27.9	20.7	-0.9	2.6
25	1715	2101	0.5	0.4	1.2	3.7	18.0	2.8	2.3	14.5	-5.7	-1.0	3.3
26	1715	2103	-0.6	-0.7	5.6	-0.9	-4.3	-2.6	-1.3	-10.2	9.3	0.4	4.8
27	1715	2105	-0.1	-0.1	0.9	1.2	-14.1	-1.9	-5.2	-2.9	4.7	0.5	5.2
28	1715	2113	0.3	0.4	-7.8	-4.0	0.4	1.7	4.2	-1.3	-8.3	0.01	3.5
29	1717	2101	-0.1	-0.2	-2.5	-3.7	-1.4	-0.6	2.6	-2.5	-1.8	-0.1	4.0
30	1717	2103	-0.2	-0.01	-10.6	-5.9	-1.6	2.5	-0.5	6.5	-6.3	0.4	4.4
31	1717	2105	-0.2	-0.3	4.6	11.2	-0.7	-1.3	0.7	-8.9	11.1	0.2	4.7
32	1717	2113	0.7	0.6	8.4	-1.5	3.7	-0.5	-2.8	4.9	-2.9	-0.4	2.8

Altpta- altura planta, altmz- altura mazorca, mzpod %- porcentaje de mazorca podrida, fuzmz %, porcentaje de mazorca con fusarium, mz x100

ptas- mazorcas por cada cien plantas, rendmz ton/ha- rendimiento de mazorca toneladas por hectárea.

El cuadro 4.7 menciona que los mejores híbridos se seleccionaron en base de las variables días a floración de macho y hembra, altura de planta, altura de mazorca, porcentaje de acame en raíz y tallo, porcentaje de mazorca podrida y de mazorca con fusarium, mazorcas por cien plantas y rendimiento tonelada por hectárea, se considera de importancia los días a floración tanto masculina como femenina para poder determinar que sincronía tienen, por otra parte es importante también la altura de la planta, lo que interesa es que sean de porte medio para poder reducir la susceptibilidad al acame de tallo y raíz; la otra variable se refiere a las mazorcas podridas pues es muy importante eliminar esta característica para tener una mayor producción ya que los granos podridos ya no sirven para otras siembras; otra variable mencionada es la de mazorca con fusarium aquí se debe al hongo que causa el mal llenado de granos afectando el desarrollo de la semilla y al rendimiento.

Se procedió a seleccionar los cuatro mejores híbridos que contrastan a los otros y estos son: El primer híbrido con más rendimiento fue el de la cruce 1714 x 2101 con 5.7 ton/ha; además de 200cm de altura de planta, la floración masculina fue a los 55 días tanto la femenina a los 57 días, con un 3% de mazorca podrida y un 37% de mazorca con fusarium.

El híbrido que seleccionamos en segundo lugar es la cruce de 1715 x 2105 con un rendimiento de 5.2 toneladas por hectárea, en la altura de planta tiene 202 cm, en la floración masculina es de 56 días y la femenina a los 58 días después

de la siembra, con un 1% de mazorca podrida y un 30% de mazorca con fusarium.

El tercer híbrido fue de la cruce 1714 x 2105 el cual tiene un rendimiento de 5.0 ton/ha; además de 210 cm de altura de planta, la floración masculina fue a los 56 días tanto la femenina a los 58 días, con un 7% de mazorca podrida y de mazorca con fusarium alcanzo un 30%.

El cuarto híbrido se genera de la cruce de 1715 x 2103 el cual tiene un rendimiento de 4.8 ton/ha, donde tiene una altura de planta de 205 cm, la floración masculina es de 55 días y la femenina de 57 días, además tiene un 3% de mazorca podrida y un 38% de mazorca con fusarium.

Esto quiere decir que con este experimento no se aprovechan varios híbridos los cuales tienen características muy buenas y en cuanto a rendimiento si les ganan significativamente. El híbrido que no entro en la selección es el 1709 x 2105 con un rendimiento de 5.6.

Tabla 4.7 Concentración de medias de bloques al azar para las diez variables agronómicas ubicadas en Villa de Ursulo Galván en el ciclo. Exp. 2

Entrada	Origen		Días a floración		Altpta	Altmz	Acames %		mzpod %	fusz %	mz x 100 ptas	rendmz ton/ha
	hembra	Macho	Macho	Hembra			raíz	Tallo				
1	1702	2101	56	58	202	102	18	0	1	45	132	3.7
2	1702	2103	56	59	202	107	13	2	4	47	101	4.1
3	1702	2105	57	60	200	105	16	6	6	51	110	4.3
4	1702	2113	56	59	197	107	12	2	3	46	98	4.8
5	1704	2101	57	60	212	117	23	0	3	39	95	4.5
6	1704	2103	56	59	215	120	29	3	6	62	90	3.5
7	1704	2105	56	59	212	115	31	3	4	25	100	4.6
8	1704	2113	56	59	210	120	11	3	9	50	80	3.6
9	1706	2101	56	57	195	107	5	0	4	50	94	3.9
10	1706	2103	55	57	200	102	10	1	1	45	85	3.9
11	1706	2105	55	59	187	100	16	0	6	31	95	4.4
12	1706	2113	56	57	202	107	13	0	4	49	108	2.9
13	1708	2101	57	60	207	110	5	0	0	45	99	4.2
14	1708	2103	56	58	215	125	11	1	2	40	101	4.8
15	1708	2105	57	60	212	112	22	7	6	40	82	3.5
16	1708	2113	56	58	220	107	12	4	11	40	83	3.4
17	1711	2101	57	60	210	117	10	2	2	41	83	4.4
18	1711	2103	57	60	190	112	15	0	5	62	112	3.4
19	1711	2105	56	59	200	122	29	0	5	41	70	4.0
20	1711	2113	57	60	200	110	26	3	1	82	80	2.6
21	1714	2101	55	57	200	100	14	4	3	37	103	5.7
22	1714	2103	57	59	197	107	7	2	5	49	85	3.7
23	1714	2105	56	58	210	117	18	0	7	30	84	5.0

24	1714	2113	57	59	220	140	21	7	4	93	114	2.6
25	1715	2101	57	59	202	112	38	5	6	58	91	3.4
26	1715	2103	55	57	205	110	13	0	3	38	103	4.8
27	1715	2105	56	58	202	115	10	1	1	30	95	5.2
28	1715	2113	57	59	197	110	21	6	11	57	81	3.5
29	1717	2101	56	58	200	105	16	0	2	44	89	4.0
30	1717	2103	56	58	190	105	14	3	0	58	81	4.4
31	1717	2105	56	58	207	125	21	0	2	27	95	4.7
32	1717	2113	57	59	215	112	23	2	0	67	80	2.8

Altpta- altura planta, altmz- altura mazorca, mzpod %- porcentaje de mazorca podrida, fusmz %, porcentaje de mazorca con fusarium, mz x100 ptas- mazorcas por cada cien plantas, rendmz ton/ha- rendimiento de mazorca toneladas por hectárea.

En el cuadro 4.8 (Experimento 2), se concentraron las medias de las variables días a floración de macho y hembra, altura de planta, altura de mazorca, porcentaje de acames de raíz tanto como en tallo, porcentaje de mazorca podrida y de mazorca con fusarium, mazorcas por cada cien plantas y por último y la más importante la que es el rendimiento.

Se seleccionaron dos mejores probadores que están arriba de 4 toneladas por hectárea y las 3 mejores cruzas simples las cuales también rebasan las 4 toneladas por hectárea y estas son:

En los probadores el primero de los dos mejores es el 2105 con un rendimiento de 4.4 toneladas por hectárea, en floración masculina de 56 y una femenina de 59 días después de la siembra, además de una altura de planta de 204 cm, un 5% de mazorca podrida y un 35% de mazorca con fusarium.

El segundo de los probadores es el 2101 con un rendimiento de 4.2 ton/ha, una floración masculina de 56 días y una femenina de 58 días, una altura de planta de 203 cm, también un 3% de mazorca podrida y por ultimo un 45% de mazorcas con fusarium.

La primera seleccionada de las cruza simples es la 1714 con 4.3 toneladas por hectárea de rendimiento, en los días de floración masculina es de 56 días y de femenina es de 58 días, con una altura de planta de 206 cm, con un 5% de mazorca podrida y un 52% de mazorca con fusarium.

La segunda cruza simple seleccionada es la 1702 con un rendimiento de 4.2 ton/ha, además de floración masculina de 56 días y una floración de la hembra de 59 días, una altura de planta de 200 cm, un 3% de mazorca podrida y un 47% de mazorca con fusarium.

La tercera y última de las cruza simples es la 1715 con 4.2 toneladas por hectárea de rendimiento, con una floración de 56 días en macho y en la hembra a 58 días, con 201 cm de altura en la planta, un 5% de mazorca podrida y la última variable que es mazorcas con fusarium tiene un 46%.

Tabla 4.8 Concentración de medias del análisis de varianza para las diez variables agronómicas ubicadas en Villa de Ursulo Galván en el Ciclo PV 2007. Exp 2

Probador	días a floración		Altpta	Altmz	acames %		mzpod %	fusmz %	mz x 100 ptas	rendmz ton/ha
	Macho	Hembra			raíz	Tallo				
2101	56	58	203	109	16	1	3	45	98	4.2
2103	56	58	201	111	14	1	3	50	95	4.1
2105	56	59	204	114	21	2	5	35	91	4.4
2113	56	59	207	114	17	3	5	60	91	3.3
C.S										
1702	56	59	200	105	15	2	3	47	110	4.2
1704	56	59	212	118	24	2	5	44	91	4.0
1706	55	57	196	104	11	0	4	44	95	3.7
1708	56	59	213	113	13	3	5	41	91	4.0
1711	57	59	200	115	20	1	3	56	86	3.6
1714	56	58	206	116	15	3	5	52	96	4.3
1715	56	58	201	111	20	3	5	46	92	4.2
1717	56	58	203	111	19	1	1	49	86	4.0

Altpta- altura planta, altmz- altura mazorca, mzpod %- porcentaje de mazorca podrida, fusmz %, porcentaje de mazorca con fusarium, mz x100 ptas- mazorcas por cada cien plantas, rendmz ton/ha- rendimiento de mazorca toneladas por hectárea.

V. CONCLUSIONES

Tomando en cuenta al objetivo y la hipótesis planteada en el presente trabajo y de acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que:

Los híbridos más sobresalientes como lo muestra el cuadro 4.7 que superen a los testigos y estos son el híbrido con la entrada 37, procedente de la cruce simple 1714 por el probador 2101 con un rendimiento de 5.7 ton/ha; el segundo híbrido esta con la entrada 24 procedente de la cruce 1709 por 2105 con un rendimiento de 5.6 ton/ha; después esta un testigo comercial con número de entrada 52, el cual es el DK-234 con un rendimiento de 5.4 ton/ha; el que le sigue es el de la entrada 43 procedente de la cruce 1715 por el 2105 con un rendimiento de 5.2 toneladas por hectárea; el siguiente es el que tiene la entrada 39 el cual viene de la cruce 1714 por el 2105 con un rendimiento de 5 ton/ha; el ultimo híbrido comparado con los testigos es el de la entrada 26 procedente de la cruce 1710 por el 2113 con un rendimiento de 4.8 ton/ha; el segundo testigo que es un comercial es el DK-253 con un rendimiento de 4.5 ton/ha.

De las cruizas simples o hembras las más altas son la 1714 con un efecto de ACG de 0.2 y una media de 4.3 toneladas por hectárea, tanto la otra hembra 1715 tiene un efecto de ACG de 0.2 y 4.2 toneladas por hectárea con respecto a la media, por ultimo de las más altas esta la hembra 1702 con un efecto de ACG de 0.2 y una media de 4.2 toneladas por hectárea y en el otro extremo en los rendimientos más bajos esta la hembra 1711 con un efecto de ACG de -0.4 y una media de 3.6 toneladas por hectárea.

De los probadores que se eligieron fueron dos los más altos los cuales discriminan mejor que los otros dos y son el probador 2105 que está relacionado a la ACG y que tiene un efecto de 0.4 de ACG el otro probador es el 2101 el cual tiene un efecto de 0.1 de ACG.

Los resultados de los probadores que son los que tiene más poder de discriminación en la ACG están comprobados en los resultados de los híbridos dobles generados. En los probadores el primero de los dos mejores es el 2105 con un rendimiento de 4.4 toneladas por hectárea, en floración masculina de 56 y una femenina de 59 días después de la siembra, además de una altura de planta de 204 cm, un 5% de mazorca podrida y un 35% de mazorca con fusarium. Y esto cumple la hipótesis de que al menos uno de los probadores es diferente a los demás en diferentes fuentes de variación.

VI. RESUMEN

En el presente trabajo el objetivo es seleccionar los mejores híbridos superiores en comparación a los testigos, cabe destacar que la característica que se busca superar es el rendimiento , por otra parte también es encontrar el mejor probador mediante la (ACG) y las mejores cruzas experimentales mediante (ACE) y debido a que en el trópico húmedo mexicano existen materiales con muy bajo rendimiento, deficientes en algunas otras características agronómicas de importancia, pero con un potencial productivo enorme, se aprovechó las investigaciones realizadas por la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” a través del Instituto Mexicano del Maíz Dr. Mario E. Castro Gil en esta región, para realizar el presente trabajo con la finalidad de obtener materiales que sean superiores en rendimiento por unidad de superficie en comparación con los que se encuentran disponibles en el mercado.

El presente trabajo de investigación, consistió en la evaluación y selección de híbridos de maíz. La localidad donde fue establecido el trabajo es Villa Úrsulo Galván, perteneciente al estado de Veracruz, en el ciclo Primavera-Verano del año 2007. Donde se evaluaron 51 híbridos y dos testigos desglosados esos 51 en 15 cruzas simples y 4 probadores. Dichos materiales fueron analizados en

un diseño de análisis de varianza y por medio de bloques al azar, siendo las características agronómicas analizadas: plantas cosechadas, mazorcas cosechadas, días a floración masculina, días a floración femenina, altura de planta, altura de mazorca, porcentaje de acame en raíz y tallo, porcentajes de mazorca podrida y mazorca con fusarium, mazorcas por cada 100 plantas y rendimiento tonelada por hectárea.

Los mejores híbridos se seleccionaron en base de las variables días a floración de macho y hembra, altura de planta, altura de mazorca, porcentaje de acame en raíz y tallo, porcentaje de mazorca podrida y de mazorca con fusarium, mazorcas por cien plantas y rendimiento tonelada por hectárea, esta última es la principal característica, se considera de importancia los días a floración tanto masculina como femenina para poder determinar que sincronía tienen, por otra parte es importante también la altura de la planta, lo que interesa es que sean de porte medio para poder reducir la susceptibilidad al acame de tallo y raíz; la otra variable se refiere a las mazorcas podridas pues es muy importante eliminar esta característica para tener una mayor producción ya que los granos podridos ya no sirven para otras siembras; otra variable mencionada es la de mazorca con fusarium aquí se debe al hongo que causa el mal llenado de granos afectando el desarrollo de la semilla y al rendimiento.

Explicado lo anterior se procedió a seleccionar los 5 mejores híbridos que superan a los testigos y estos son:

El híbrido con más rendimiento fue el de la cruce 1714 x 2101 con 5.7 ton/ha; además de 200cm de altura de planta, la floración masculina fue a los 55 días tanto la femenina a los 57 días, con un 3% de mazorca podrida y un 37% de mazorca con fusarium.

El híbrido que seleccionamos en segundo lugar es la cruce de 1709 x 2105 con un rendimiento de 5.6 toneladas por hectárea, en la altura de planta tiene 197 cm, en la floración masculina es de 55 días y la femenina a los 57 días después de la siembra, con un 3% de mazorca podrida y un 12% de mazorca con fusarium.

El tercer híbrido fue de la cruce 1715 x 2105 el cual tiene un rendimiento de 5.2 ton/ha; además de 202 cm de altura de planta, la floración masculina fue a los 56 días tanto la femenina a los 58 días, con un 1% de mazorca podrida y de mazorca con fusarium alcanzo un 30%.

El cuarto se genera de la cruce de 1714 x 2105 el cual tiene un rendimiento de 5 ton/ha, donde tiene una altura de planta de 210 cm, la floración masculina es de 56 días y la femenina de 58 días, además tiene un 7% de mazorca podrida y un 30% de mazorca con fusarium.

El quinto y último híbrido seleccionado fue la cruce de 1710 x 2113 con un rendimiento de 4.8 toneladas por hectárea, además tiene una altura de planta de 215 cm, con una floración masculina de 57 días y una femenina de 60 días después de la siembra, además de un 3% de mazorca podrida y un 24% de mazorca con fusarium.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Aldrich, R. S., Leng, R. E. 1974. Producción moderna de maíz. Editorial Hemisferio Sur.

Allard R.W. 1967. Principios de la mejora genética de las plantas. Edición Omega. S.A. Barcelona, España.

Betran E. J. and M. Menz. 2004. Corn Breeding In: Inorganic, History, Technology, and Production; edited by C. Wayne Smith.

Brauer H. o., 1983. Fitogenética Aplicada. Los conocimientos de la herencia vegetal al servicio de la humanidad. Sexta reimpresión. Editorial Limusa. México, D.F.

Castro G. M. 1974. Rendimiento y Heterosis en cruzas internacionales en México. Tesis de maestría. Colegio de postgraduados de Chapingo. México.

Chávez, A.J.L. 1987. Mejoramiento de plantas I. México. Editorial trillas. U.A.A.A.N.

Chávez. A.J.L. 1995. Mejoramiento de plantas II. Editorial Limusa. U.A.A.A.N. Buena vista, Saltillo, Coahuila, México.

De la Loma, J.L. 1954. Genética general y aplicada. Segunda edición. Editorial UTEHA. Chapingo. México.

Delorit, R.J. y H.L. Ahlgren. 1983. Producción Agrícola. Editorial Limusa, México. D.F.

Falconer D.S. 1980. Introducción a la genética cuantitativa. C.E.C.S.A. editoriales. México. D. F.

Horner, E. S, W. H. Chapman, H. W. Lundy and M. C. Lutrick. 1972. Commercial utilization of the products of Recurrent Selection for specific combining ability in maize. Crop. Sci. 12.

Jugenheimer, W.R. 1981. Maíz variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. 1ª edición. Editorial Limusa. México, D.F.

Jugenheimer. R. W, 1990. Maíz, Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de maíz. Folleto de divulgación. Vol. 7. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Leyva E. M. 2007. Comportamiento de híbridos triples con progenitores de diferente fondo genético para elección de dosis germoplasmicas ópticas en maíz. Tesis de licenciatura. Universidad Agraria Autónoma Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

López P. E. 1986. Comparación entre diferentes probadores para evaluar líneas de maíz. Vol.1. Núm. 7. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, México.

Márquez, S. F. 1988 Genotecnía Vegetal. Tomo II. AGT Editor, S.A. México. D. F.

Martínez G.A. 1975. Diseños y análisis de experimentos de cruzas dialélicas. Centro de estadística y calculo. Colegio de postgraduados. México.

Melchinguer A.E. and R.K. Gumber. 1998. Overview of Heterosis and heterotic groups in agronomic crops. In: Concepts and Breeding of Heterosis in crop plants. Lamkey, K.R. and J.E. Staub editorial. 1998. Madison, Wisconsin.

Molina G., J.D. y R. Lobato O. 1998. La aptitud combinatoria general de líneas autofecundadas de maíz en la estimación de Heterosis. In: P. Ramírez, V., F. Zavala G., N.O. Gómez M., F. Rincón S. y A. Mejía C. editorial Memorias del siglo XVII Congreso de Fitogenética: Notas científicas. SOMEFI. Chapingo, México.

Narro, L., Crossa., C. De Leon and F. Salazar 2003. Using Line x Tester Interaction for the Formation of Yellow Maize Synthetics Tolerant to Acid Soils. Crop.

Paz, et al. 1973. Variedades de alto y bajo rendimiento ACG de líneas autofecundadas de maíz. Agrociencia. #47. C.P. Chapingo, México.

Poehlman M.J. 1965. Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial Limusa. México, D.F.

Poehlman J.M. 1973. Mejoramiento genético de las cosechas. Universidad de Missouri. Editorial Limusa, tercera reimpression.

Poehlman, S.F. 1983. Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial Limusa. Séptima reimpression, México. D.F.

Poehlman, S.F. 1986. Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial Limusa. Séptima reimpresión, México. D.F.

Ramos G., F. y G. Moreno. 1994. Patrones heteróticos en dialelos poblacionales de maíz (*Zea mays* L.). Memorias XV congreso Nacional de Fitogenética. Monterrey, N.L., México.

Reyes C.P. 1985. Fitogenética básica y aplicada. Editorial A.G.T. Editor S.A. primera edición. México, D.F.

Robles, R.S. 1986. Genética elemental y fitomejoramiento práctico. 1ª edición. Editorial Limusa. México. D.F.

Sánchez, R.R. 1971. Terminología Fitogenética y Citogenética. De. Herrero Hermanos, Sucs. México. D.F.

Sierra M. M., F. Márquez, R. Valdivia, O. H. Córdova O., R. L. Gutiérrez, A. P. R. 2004. Uso de probadores en la selección de líneas para formar híbridos de maíz. Agricultura Técnica en Mexico. Vol. 30. Numero 2.

Sprague G. F. 1984. Organization of breeding programs. Illinois Corn Breeders School.