

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Evaluación de 228 Líneas Endogámicas con un Probador de Estrecha Base Genética en Úrsulo Galván, Veracruz

Por:

RUDISEL GÓMEZ ROBLERO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México.

Mayo del 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación de 228 Líneas Endogámicas con un Probador de Estrecha Base
Genética en Úrsulo Galván, Veracruz

Por:

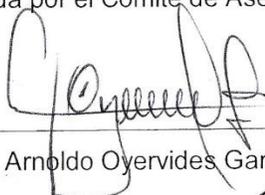
RUDISEL GÓMEZ ROBLERO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:



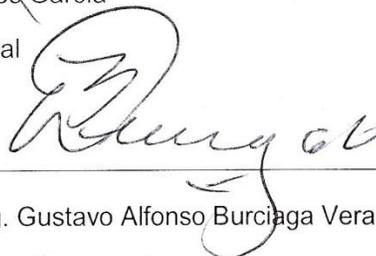
M.C. Arnoldo Oyervides García

Asesor Principal



Ing. Alejandro Arredondo Osorio

Coasesor



Ing. Gustavo Alfonso Burciaga Vera

Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales

Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.

Mayo del 2018

AGRADECIMIENTOS

A **Jehová (Dios)** principalmente por darme la oportunidad de conocer otros lugares como lo es Saltillo, Coahuila, quien por muchos años me dio alojamiento, trabajo, y amistades que nunca olvidare. Y la oportunidad de conocer la máxima casa de estudios en agricultura La Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”.

A **mi Alma Mater (UAAAN)**, que además de ser una institución fue como mi segundo hogar, me abrió sus puertas, me brindó una educación de calidad, y cosas indispensables como su comedor entre otros servicios.

Al Ingeniero M.C. Arnoldo Oyervides García, mi más sincero agradecimiento por su apoyo, consejos, paciencia, su tiempo, sus experiencias, y por su amistad. Le agradezco su disponibilidad para la elaboración de este trabajo de investigación.

Al Ingeniero Alejandro Arredondo Osorio, por su participación como coasesor y por las pláticas que tuvimos que de alguna manera ayudaron para terminar este trabajo.

Al Ingeniero Gustavo A. Burciaga Vera, por su participación como coasesor en este trabajo, también por el conocimiento que transmitió en las clases que pude llevar con él y por su amistad.

Al Ingeniero Raúl Gándara Huitron, por su participación como suplente en este trabajo, de igual manera por compartir su conocimiento en clase, ser mi tutor durante mi estancia en la carrera y por su amistad.

A todos los profesores que conforman esta universidad. A todos ellos. Gracias.

DEDICATORIA

A mis mamás.

Arsenia Guzmán Pérez (Mamá Cheni) (Que en paz descanse)

Elizabeth Roblero Guzmán (Mama Beti)

Marta Roblero Guzmán (Mama martita).

Mamá Cheni, bien merecido que te diga mama y que al mismo tiempo fuiste la mejor de las abuelas, es muy doloroso saber que no estás en vida para nosotros, donde quiera que te encuentres quiero darte las gracias por cuidarme desde muy pequeño, por enseñarme lo bueno y lo malo de esta vida, por la paciencia que me tuviste, tus consejos y tus buenos deseos hacia tu hijo, hoy madres dieron resultado tienes un hijo ingeniero lo que siempre quisiste. La forma en que tú me criaste en un futuro no muy lejano será la misma forma en que yo criare a mis hijos y les contare lo que tú fuiste en esta vida y lo que significas para mí. Sé que donde te encuentras estas muy orgullosa de mi, siempre estarás viva en mi corazón, te quiero mama cheni.

Mamá Beti, principalmente por darme la vida, talvez no estuvo conmigo cuando era pequeño, entiendo sus razones, gracias mama por estar en esta etapa de mi vida brindándome todo su apoyo, sus consejos y por quererme como yo la quiero, quiero que sepa que siempre va a contar conmigo, le pido a Dios que me la preste muchos años más.

Mamá Martita, quien junto con mama cheni me cuidó desde muy pequeño, le doy las gracias por sus consejos que me ayudaron a lograr este sueño de ser profesional, jamás dudo de mí y de mi capacidad de ser alguien en la vida, gracias por quererme como un hijo. Le estaré eternamente agradecido y primero Dios la tenga muchos años conmigo.

A mi papá.

Ángel Roblero González, le doy gracias por sus consejos, sus regaños, por sus enseñanzas del campo que fueron los que despertaron mi interés por la agricultura, por quererme como un hijo porque papa no es aquel que da la vida, sino aquel que está en las etapas más importantes de la vida como la niñez, decirle papa es un orgullo para mí porque sé que él estuvo conmigo en los momentos cuando yo ocupe de un papa, por eso y mucho más le doy las gracias y le expreso lo mucho que lo quiero papa angelito, le pido a Dios que lo tenga muchos años más conmigo, prometo cuidarlo como ustedes lo hicieron conmigo.

A mis hermanos (as).

Alex, Vanessa, Karlita, y Jorgito, quienes forman una parte muy importante de mi vida, siendo ellos y toda mi familia la razón por la cual yo decidí estudiar una carrera profesional, ahora ellos saben que tienen todo mi apoyo y deseo que más adelante puedan tener una carrera profesional.

A mis primos (as).

Blanca margarita, Ranulfo, Aldrin, Heidi, Alejandro, Clarita, Hania, Susana, Daniel, Suri, Adi, y en especial a Lic. Adileni Vázquez Roblero y la profesora Blanca Yogueni Vázquez Roblero, las cuales más que primas las considero hermanas, pase toda mi infancia con ellas viviendo muchas experiencias bonitas, compartimos demasiadas cosas por eso y mucho más las quiero, me brindaron su apoyo en todo momento más en esta etapa de mi vida a la cual yo estoy muy agradecido.

A mis tíos (as).

A mi tío el Lic. Daimer Roblero Guzmán por sus consejos, y por acompañarme a la graduación lo cual significo mucho para mí, ya que por falta de dinero u otras razones mi familia no pudo asistir. Le agradezco que haya puesto su confianza en mí y eso rindió frutos.

A mis tíos Boemar Ángel, Jorge, Areli, Mari, Bolívar, Cristina, Odilia, Oralia, quienes de muchas maneras me apoyaron en el transcurso de la carrera lo cual yo estoy muy agradecido con cada uno de ellos, cada consejo fue tomado y puesto en práctica y si recibí algún regaño yo sé que fue para bien, Dios los bendiga siempre, los quiere su sobrino.

A mis vecinos.

Con los cuales pase mucho tiempo ya que con sus hijos (as) sostuvimos una amistad que hasta la fecha la conservo, esa amistad hizo que naciera el aprecio para varias personas, una en especial que hoy en paz descansa Doña Carmen Santizo, a quien yo aprecie mucho por la forma de tratarme como un hijo por sus consejos y buenos deseos, le estaré eternamente agradecido.

A mis amigos.

Leonel Domínguez, Gamaliel Domínguez, Josué Alamilla, Dagoberto Alamilla, Itai, Ana Domínguez, Lorena Figuera, Carla, Adriana, Lorena Gálvez, Luis Enrique, Verónica Cande, y Daniel. Gracias por brindarme su amistad desde la infancia y los demás en los niveles que estudie.

Amigos y personas que conocí durante la carrera.

Carlos, Yoni, Toño, Marcelo, Rene, Elver, Miguel Abarca, Diego, Juan Carlos Balderas, Mario, Gamaliel, Bravo Sol, Andrés, Dianer, Simón, Yuritzí, Roxy, Julisa, Cristian, Manuel, Tacho, Jonathan, Ana Guadalupe, Reyes, Alberto García, Viviana. A cada uno de ellos les doy las gracias por ofrecerme su amistad, ya saben que siempre tendrán un amigo en quien contar, les deseo lo mejor es su vida profesional, Dios los bendiga.

A **Rosalva de la Cruz Díaz Rodríguez** que la considero más que una amiga porque con ella compartí muchas cosas bellas como malas pero que al final siempre estuvo conmigo, gracias por ese amor que me das. Y también a sus hermanas **Meli y Fraimi**, con las cuales compartimos muchos momentos bellos y que le daban alegría a mi vida.

A la ahora **Ingeniera Gabriela Griselda Castillo Barojas**, quien es una de las mejores amigas que he tenido, la amistad que nos une es muy grande compartimos muchos momentos los cuales jamás olvidare, gracias por tu amistad.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Maíz (Zea mays L.)	1
II. Objetivos	4
III. Hipótesis	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1 Origen del Maíz	5
4.2 Importancia del maíz en México	6
4.3 Mejoramiento genético de maíz.	7
4.4 Línea pura	10
4.5 Hibridación	12
4.6 Aptitud combinatoria	13
4.7 Heterosis	14
4.8 Probadores.	16
V. MATERIALES Y MÉTODOS	18
5.1 Material genético.	18
5.2 Descripción del área de estudio.	18
5.3 Villa Úrsulo Galván, Veracruz.	18
5.4 Manejo del cultivo.	19
5.5 Siembra.	20
5.6 Dosis de fertilización.	20
5.7 Toma de datos.	20
5.8 Días a floración macho y hembra.	20
5.9 Altura de planta.	21

5.10	Altura de mazorca.....	21
5.11	Prolificidad.....	21
5.12	Mazorca con fusarium.....	21
5.13	Número de plantas cosechadas.....	21
5.14	Número de mazorcas cosechadas.....	22
5.15	Peso de campo.....	22
5.16	Rendimiento de grano en mazorca.....	22
5.17	Rendimiento.....	23
5.18	Procedimiento estadístico.....	23
5.19	Análisis estadístico.....	23
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
VII.	CONCLUSIÓN.....	37
VIII.	LITERATURA CITADA.....	38
XI.	ANEXOS.....	43
9.1	Análisis estadístico.....	43

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características de la unidad experimental.....	19
Cuadro 2. Estructura del análisis de varianza.....	24
Cuadro 3. Concentración de cuadrados medios y significancia del análisis de varianza para rendimiento y otras características agronómicas evaluadas en villa Úrsulo Galván, Veracruz.....	27
Cuadro 4. Concentración de medias de las dos repeticiones para las características agronómicas evaluadas en villa Úrsulo Galván, Veracruz.....	31
Cuadro 5. Concentración de medias de los 20 mejores tratamientos, tomando en cuenta los valores ajustados de cada una de las variables estudiadas, ordenadas de acuerdo al mayor y menor rendimiento.....	35
Cuadro 6. Concentración de medias de los 5 tratamientos que presentaron menos incidencia de fusarium, tomando en cuenta los valores ajustados de cada una de las variables estudiadas.....	36

ÍNDICE DE ANEXOS

Cuadro 1. Análisis de varianza de días a floración macho.....	40
Cuadro 2. Análisis de varianza de días a floración hembra.....	40
Cuadro 3. Análisis de varianza de altura de planta.	40
Cuadro 4. Análisis de varianza de altura de mazorca.....	41
Cuadro 5. Análisis de varianza de mazorcas cosechadas %.....	41
Cuadro 6. Análisis de varianza de mazorcas fusarium %.....	41
Cuadro 7. Análisis de varianza de rendimiento por ha.....	41
Cuadro 8. Concentración de medias de cada uno de los tratamientos, tomando en cuenta los valores ajustados de cada una de las variables estudiadas.....	42

RESUMEN

Al comenzar un programa de mejoramiento va encaminado a una necesidad que tenga el cultivo en este caso del maíz, en sus inicios la heterosis es muy baja por lo que se debe buscar patrones heteróticos, esto lleva un cierto tiempo que incluso teniendo experiencia en hibridación se dificulta, más sin embargo es de gran importancia realizar este tipo de investigaciones ya que se enriquece y se explota el potencial genético de la planta haciéndola más eficiente. En especial el cultivo de maíz es uno de los más estudiados en país como en el mundo, está presente en la dieta de los mexicanos desde hace muchos años por lo cual se debe abastecer a una población que demanda grano, se ha puesto mucho interés en el tema de rendimiento por hectárea, para poder incrementarlo se toman en cuenta muchos factores que se estudian por aparte. En la actualidad se ha obtenido muy buenos resultados por lo que empresas privadas como públicas invierten en este tipo de proyectos. La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro a través del Instituto Mexicano del Maíz “Dr. Mario E. Castro Gil” ha ejercido desde años atrás una serie de investigaciones para contribuir a la solución de este problema de rendimientos bajos, ayudando a pequeños productores con materiales rendidores y dándolo a un precio menor a los de las empresas privadas.

El trabajo que se presenta a continuación se estableció en la región de villa Úrsulo Galván, Veracruz; en ciclo Primavera-Verano. Se evaluaron 228 líneas endogámicas en un nivel S_1 , con (1) probador. Estos se sembraron y se analizaron en un análisis de varianza de bloques al azar con dos repeticiones, considerándose las siguientes características para su evaluación, altura de planta, altura de mazorca, mazorcas por cien plantas, mazorca con fusarium y el rendimiento, siendo este último como el principal para realizar selección, además de otras características.

La investigación se realizó bajo los siguientes objetivos:

- Probar 228 líneas endogámicas de maíz de color amarillo y seleccionar las mejores 20 a través de un probador de estrecha base genética.

- Selección de los mejores 10 híbridos de cruce simple que superen al testigo.

- Dada la problemática que representa el fusarium en el cultivo de maíz, se seleccionaran las 5 mejores cruces que presenten resistencia.

Fue posible identificar las mejores 20 líneas que se muestran en cuadro 5, las cuales fueron sobresalientes, en combinación con el probador dan origen a descendientes sanos y con un mayor potencial de rendimiento que los testigos comerciales (o variedades sintéticas). De los 20 mejores tratamientos 6 superan al testigo con una diferencia que va de 2 a 3 ton/ha.

En base al cuadro 5 los mejores 10 híbridos de cruce simple que superan al testigo y a la media general fueron: 69, 83, 111, 156, 67, 52, 155, 18, 66, y el tratamiento 148.

En busca de líneas que presentaran resistencia a fusarium, se encontraron las 5 mejores las cuales son: 140, 208, 171, 164, y 210.

Palabras clave: maíz, rendimiento, hibridación, fusarium.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Maíz (Zea mays L.)

El maíz en México, desde tiempos ancestrales ha formado parte de nuestra vida adoptándolo como uno de los cultivos esenciales para la dieta mexicana, entre muchos otros usos. El origen se le otorgo a nuestro país al encontrar las muestras más antiguas, actualmente se cuenta con alrededor de 64 razas las cuales 59 las podemos considerar como nativas y 5 fueron descritas en otras regiones, pero, el país si cuenta con dichas razas. Estas se conservan en bancos de germoplasma que se ubican en varias partes del país, las cuales son accesibles a los investigadores o personas que trabajan en la mejora de este cultivo para diferentes regiones, todo esto, con el fin de contribuir a elevar el rendimiento por hectárea. (CONABIO, 2011).

El cultivo del maíz en México se produce actualmente en un amplio rango de altitud, del nivel del mar, hasta los 3,400 msnm. Donde se forman diferentes condiciones climáticas, Se siembra en zonas con escasa precipitación, en regiones templadas, en las pendientes de las montañas, en ambientes muy cálidos y húmedos, en escaso suelo, en pronunciadas laderas o en amplios valles fértiles, en diferentes épocas del año y bajo múltiples sistemas de manejo y desarrollo tecnológico. La producción de maíz en México ha experimentado un crecimiento en los últimos años, en el año de 1992 se hablaba de pocas hectáreas y un rendimiento muy bajo de aproximadamente media tonelada/ha, con el avance de la tecnología se habla de rendimientos superiores a 15 ton/ha. Esta es una de las razones por la cual se comenzaron a sembrar más hectáreas en el país ya que con la misma superficie de terreno se producía más grano. Este producto es considerado básico, uno de los más cultivables a nivel mundial y uno de los más importantes producidos en México. Dentro de los granos básicos se pueden mencionar frijol, sorgo y el maíz, de los cuales,

ocupa la mayor parte de las áreas o zonas destinadas para la agricultura. Los principales productores de grano son; Sinaloa se ubica como el principal productor de maíz en el país con una participación de 21.8 por ciento, lo cual representa un volumen de 5.3 millones de toneladas. . En segundo lugar se encuentra Jalisco con 13.5 por ciento de participación y un volumen de producción de 3.3 millones de toneladas. El tercer lugar lo ocupa el Estado de México con una participación de 8.2 por ciento del total y un volumen de 2.0 millones de toneladas. Anualmente se consumen aproximadamente 38.7 millones de toneladas, solo el 71,9% es producido nacionalmente, esto quiere decir que el país ocupa importar más del 28%. Históricamente, Estados Unidos ha sido el principal proveedor de maíz en grano a nuestro país. En el año 2015 de este país se importó 11,792.6 millones de toneladas, con un valor de 2,319.2 millones de dólares, el costo por kilogramo oscila en 3.34 pesos suponiendo que el precio del dólar es de 17 pesos. Para el 2016 se habla que en el periodo de enero-agosto se adquirieron 9,654.4 millones de toneladas con un valor de 1,819.2 millones de dólares, con esto datos podemos observar que en poco más de la mitad del año casi se alcanza el consumo anual, por lo tanto tenemos más demanda de grano. (FIRA 2016)

La producción de maíz en México no ha podido satisfacer la demanda que ha tenido el país durante las últimas décadas, ha pasado de ser autosuficiente hasta hace algunos años fue exportador en la producción de dicho cereal, a ser un país importador; por esta razón el gobierno mexicano por medio de sus organismos Oficiales de Investigación, Centros de Estudios, así también empresas privadas, se han dado a la tarea de obtener materiales genéticamente superiores a los que actualmente se encuentran en el mercado. En los últimos 5 años más de 50 compañías locales y privadas han aumentado sus ventas de semilla de híbridos de maíz, pequeños productores han comenzado a utilizar esta tecnología para incrementar la producción,

anteriormente no confiaban en la semilla por que los materiales eran obsoletos más bien así los definían, con el tiempo han podido ver mejores resultados.

En México, se cultiva semilla de maíz mejorado en tres millones de hectáreas del total de ocho millones de hectáreas destinadas al maíz”, comenta Arturo Silva, líder del Consorcio Internacional de Mejoramiento de Maíz para América Latina. “Como resultado de las iniciativas públicas y privadas, el mercado de semilla mejorada crecerá y abarcará 5.5 millones de hectáreas para 2020. (FAO 2017).

La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por su parte, tiene dentro de su sistema de educación al Instituto Mexicano de Maíz “Dr. Mario E. Castro Gil”, en el cual cuenta con un banco de germoplasma en cual se guardan materiales que han sido generados por los investigadores, también se realizan estudios de condiciones de suelo y climas que predominan en el trópico húmedo mexicano. Se ha empleado el mejoramiento para encontrar genotipos con características agronómicas superiores y adaptables a distintos ambientes.

Se han llevado acabo muchos estudios en la búsqueda de genotipos superiores de maíz con las técnicas y métodos científicos más eficientes para estimar los efectos de interacción genotipo-ambiente. El equipo del instituto de maíz sigue un procedimiento ordenado basado en la formación, evaluación y selección de los mejores materiales obtenidos en los años que llevan investigando el cultivo de maíz. La finalidad de la institución es desarrollar tanto híbridos como variedades que ayuden a la población mexicana a incrementar el rendimiento, sanidad, manejo del cultivo, etc. Tomando en cuenta que sean económicos y que esté al alcance de cualquier productor.

II. Objetivos

1.- Probar 228 líneas endogámicas de maíz de color amarillo y seleccionar las mejores 20 a través de un probador de estrecha base genética.

2- Selección de los mejores 10 híbridos de cruce simple que superen al testigo.

3- Dada la problemática que representa el fusarium en el cultivo de maíz, se seleccionaran las 5 mejores cruces que presenten resistencia.

III. Hipótesis

Hipótesis nula.

Todas las cruces de prueba, son inferiores al rendimiento del testigo comercial.

Hipótesis alterna.

Al menos una cruce de prueba o más, son iguales o superiores al testigo comercial.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Origen del Maíz

Se ha dicho y escrito mucho acerca del origen del maíz, y todavía hay discrepancias respecto a los detalles de su origen. Generalmente se considera que el maíz, fue una de las primeras plantas cultivadas por los agricultores hace entre 7 000 y 10 000 años. La evidencia más antigua del maíz como alimento humano, proviene de lugares arqueológicos de México, donde a pequeñas mazorcas de maíz, se les ha estimado, más de 5 000 años de antigüedad, las que fueron encontradas en cuevas de los habitantes primitivos (Wilkes, 1979, 1985).

Romero y Calderón (1980), Existen diferentes teorías, que tratan de explicar el origen del maíz que se cultiva en la actualidad. Mangelsdorf (1974), propuso cuatro hipótesis principales, que tratan de explicar el dicho origen, las cuales menciona:

- El origen del maíz cultivado en la actualidad, proviene del maíz tunicado, forma principal de este cultivo, en la que los granos están individualmente cubiertos por brácteas florales.
- Se originó del género más cercano, el teozintle (*Euchlaena mexicana*), probablemente por una selección directa, por una mutación o por la cruce con otra planta o zacate desconocido actualmente.
- El maíz, el teozintle y el tripsacum (parientes cercanos), descienden por líneas independientes, de un ancestro común.
- Mangelsdorf y Reeves (1939) señalan tres hipótesis:

a) El maíz se origina del maíz tunicado.

b) El teozintle es una cruce entre maíz y tripsacum.

c) La mayoría de las modernas variedades de maíz son producto de cruces entre teozintle, tripsacum o ambos.

Los avances en estudios citológicos indican que las hipótesis antes mencionadas, explican mejor el origen del maíz actual.

4.2 Importancia del maíz en México

Massieu Trigo *et al* (2002). Explican, México es lugar de origen del cultivo de maíz, es un patrimonio nacional, que cuenta con un número extenso de variedades criollas, esto hace que se tenga un reservorio genético muy grande, el cual da origen a nuevas variedades e híbridos, etc. Cada nuevo de estos genocultivares, dan uno mejor, que el anterior, el mejoramiento de este cultivo, se da año con año, encontrando mejores resultados, que ayudan a contribuir a elevar el rendimiento de grano. México ocupa el primer lugar a nivel mundial como consumidor de maíz, con un consumo per cápita de 38.7 millones de toneladas, dado que está incluido como la principal fuente de carbohidratos en la dieta de las familias mexicanas.

Estos autores mencionan que, en la búsqueda de mayor rendimiento en el cultivo de maíz, se habla de un empobrecimiento genético, dado que se pierden variedades y la biodiversidad del mismo.

Fernández Suárez *et al.* (2013). El maíz sigue siendo el sustento de las familias rurales mexicanas, se cultiva para autoconsumo y para alimento de animales, esto quiere decir, que gran parte de las hectáreas sembradas en México son de pequeños productores, los cuales venden su grano en baja proporción, por lo que no se satisface el consumo de maíz en el país, por lo

tanto, lleva a la importación para complementar esa necesidad, ocasionando la correspondiente pérdida por divisas.

En zonas rurales, se ha implementado la protección y conservación de maíces nativos, por la importancia que tienen como patrimonio biocultural, se les ha capacitado, para un mejor manejo agrícola, esto para proporcionar una producción suficiente para sus familias y abasto nacional.

Luna Mena *et al.* (2012). Basándose en la creciente necesidad de producir más, llevo a productores a optar por semillas mejoradas, se menciona que un 30% de toda la superficie sembrada de este cultivo, utilizan semillas previamente mejoradas, con esta tecnología se obtuvieron muy buenos resultados en rendimiento, esta semilla se obtiene con un costo mayor al que están acostumbrados, pero los beneficios son muchos. El sector privado es el que tiene más campo de investigación, como son las grandes empresas transnacionales en la industria semillera y esto se ha consolidado como oligopolio. Por lo que el sector público, propone crear y apoyar a las pequeñas empresas productoras de semillas locales y regionales, esto con el fin de ampliar la superficie sembrada con semilla mejorada, generar nuevas variedades, mayor producción, asesoría técnica y comercialización de maíz.

4.3 Mejoramiento genético de maíz.

La diversidad genética de los cultivos que es crucial para alimentar a la humanidad, para el ambiente y para el desarrollo sostenible. La producción y la seguridad alimentaria dependen de la utilización responsable y de la conservación de la biodiversidad agrícola y de los recursos genéticos. Los cultivos y sus parientes silvestres abarcan lo que son recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, la variabilidad genética que proporciona la

materia prima para conseguir nuevas variedades de cultivos, mediante el fitomejoramiento clásico y con métodos biotecnológicos, en respuesta a los cambios ambientales y demográficos. (Esquinas, 2005).

Márquez (1988). Como ciencia aplicada, el mejoramiento genético o fitomejoramiento como también se le conoce, lleva acabo su propósito por diferentes medios, se tiene un enfoque clásico, basado en leyes mendelianas, en la que explica la incorporación de características benéficas, estas de tipo cualitativas que están dadas por un par de genes. La cual consiste en cruzamientos, donde las plantas que carezcan de una característica se cruza con otras que las posean, dando como resultado una F1 la cual ya estará dotada de esos genes y esta permitirá hacer más cruzamientos para fijar genes dominantes o recesivos.

Otro enfoque, es el citogenético (mutagenesis) que va más allá de cruzamientos, esta pretende incorporar genes deseables para crear nuevas combinaciones, con el uso de tratamientos químicos se obtienen mutaciones las cuales pueden ser de beneficio para el uso en variedades mejoradas.

El hombre, busca mejorar plantas de su interés buscando caracteres cuantitativos, métricos, poligénicos o multifactoriales en el contexto genético-estadístico.

Se explica que los caracteres métricos son aquello que:

1. Son determinados por “muchos” genes.
2. El efecto de un gen es pequeño y acumulativo
3. Estos tienen relación con el medio ambiente.
4. La expresión fenotípica varía en una distribución normal.

En la actualidad existen diversas fuentes de germoplasma de maíz disponibles en la actualidad, en la forma de poblaciones, variedades mejoradas, variedades sintéticas, híbridos, líneas puras, etc. Cada uno de ellos representa la fuente de materiales genéticos más usados en los programas de mejoramiento. Estos representan una minúscula fracción de diversidad genética, por lo tanto, es de esperarse que estos mismos continuaran siendo recursos genéticos importantes para el mejoramiento del maíz, con mayor impacto si los bancos de germoplasma de los mejoradores tienen una buena colección de distintas fuentes. (Paliwal *et al.* 2001).

Antuna *et al* (2003). Mencionan que cuando se está trabajando en un programa de mejoramiento, se debe ver la asociación que existe entre los caracteres que se evalúan en campo, indicadores de calidad de semilla y los componentes genéticos que poseen, esto para ampliar el germoplasma.

Para poder obtener semillas de mejor calidad fisiológica se tiene que explotar características favorables del material, es de gran importancia recabar datos como días a floración, altura de planta, atura de mazorca, rendimiento, entre muchas otras, estas nos servirán para conocer cada material. De esta manera se van obteniendo semillas de calidad fisiológica, algunos caracteres están dados por efectos aditivos como lo es altura de planta y mazorca, los efectos no aditivos son el componente principal en la expresión de días a floración y rendimiento de grano.

De la Rosa *et tal* (2006). Dan a conocer que en el proceso de identificación de híbridos con valor genético que en esta investigación son para iniciar un programa de mejoramiento genético, se deben realizar varias evaluaciones en diferentes ambientes para ver el comportamiento de líneas,

hacer selección de líneas superiores y obtener las mejores cruzas que dan como resultado híbridos con muy buenas características para una región.

En este trabajo se realizaron cruzas para la identificación de pares heteróticos y diversidad genética entre cada material. En cada crusa se obtienen resultados favorables como no favorables, pero son parte del mejoramiento de cultivos y la experimentación, los resultados que se obtienen dan bases para poder descartar líneas y dejar las que mejores híbridos produce.

4.4 Línea pura

Márquez (1988). La define como la progenie de un individuo en el momento que se considere homocigoto, los cambios o variación que tenga una línea pura será exclusivamente por influencia ambiental o bien la interacción genotipo-ambiente.

Se menciona que para obtener homocigosis práctica se deben hacer 4 generaciones de autofecundación esto a partir de una población heterogénea-heterocigótica, en la cual supone que el coeficiente de endogamia es igual a cero. Para que una línea pura sea declarada variedad mejorada su homocigosis debe ser mucho mayor, debe pasar alrededor de 6 generaciones y con la séptima es más que suficiente para considerarla completamente homocigotas.

Por lo tanto Chávez (1995) da a conocer que para la obtención de líneas autofecundadas, recomienda que sea a partir de poblaciones previamente seleccionadas con base en su amplia variabilidad genética, esto para favorecer

y tener una población conformada por genes favorables o más bien por genes superiores.

Marvin (1985) explica que para conseguir homocigosis en una línea se logra mediante autofecundación en repetidas veces, es hasta la sexta o séptima generación de autofecundación se considera genéticamente pura. En la búsqueda de un material que tenga todas las características deseables como por ejemplo rendimiento, sanidad, precocidad, etc. Se llega a topar con una limitante que es la endogamia, esta hace que algunas características disminuyan considerablemente, la endogamia provoca que aparezcan genes desfavorables en condición homocigota recesiva, la acumulación de estos provoca la pérdida del vigor.

Chávez y López (1990) En su trabajo de investigación sobre la línea pura, explican que la línea pura es originada generalmente por autopolinizaciones consecutivas y selección, esto se realiza hasta que se obtienen plantas aparentemente homocigotas, esto requiere de cinco a siete generaciones de autofecundación.

Una nueva técnica de obtención de líneas puras que menciona Prasanna *et al* (2013) es la de dobles haploides (DH), una de las tantas ventajas que ofrece esta tecnología es que acorta el ciclo de mejoramiento, por que hace posible el desarrollo de líneas completamente homocigotas (en 2 o 3 generaciones) acortando así del método tradicional que consta de 6 a 8 generaciones.

4.5 Hibridación

En la obtención de híbridos de maíz, se requiere de dos progenitores (parentales) previamente fecundados, líneas que son genéticamente diferentes, para esto uno de los progenitores será definido como macho (el que va a polinizar) y la hembra (productora de semilla), en la etapa de floración se debe tener mucho cuidado para evitar contaminación se debe emascular la hembra y cubrir los jilotes. La floración juega un papel importante ya que debemos tener en cuenta la coincidencia o sincronización masculina y femenina para que de esta manera llevar un control de la polinización, también tener en cuenta que para que haya fecundación debe haber estigmas receptivos. (Espinoza et al., 2001).

Valdivia (2000) menciona que la semilla híbrida aumenta el rendimiento de maíz dado a que se le ha realizado años de investigación, el creciente costo de los híbridos limitan la obtención de esta tecnología, los productores prefieren sembrar criollos o algún híbrido de segunda generación para reducir costos. Las grandes empresas la mayoría extranjeras tienen el mercado muchos híbridos compitiendo cada uno de ellos mejor al anterior. Es por ello que nacen las estancias públicas para poder disminuir el precio de estos generando materiales que estén a bajo costo y rendimientos poco más bajo al comercial.

Ortiz *et al.* 2010. Explican que el aspecto práctico del mejoramiento por hibridación está basado en el desarrollo de líneas endogámicas y posteriormente someter estas a evaluación de la aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE), esto nos dará como resultado híbridos de alto rendimiento.

Ramírez (2006) hace mención sobre la explotación de la heterosis con fines comerciales se tienen que hacer patentes de las variedades híbridas. Al encontrar materiales rendidores se protegen registrándolos.

4.6 Aptitud combinatoria

Márquez (1988). Menciona que es la capacidad que tiene un individuo o una población de combinarse con otros, esta capacidad es medida por su progenie.

En el trabajo de Sprague y Tatum (1942) se utilizan por primera vez los términos de Aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE), en la que explica que la ACG es el comportamiento que tiene una línea cuando se le hacen combinaciones híbridas, y la ACE cuando se realizan combinaciones estas pueden mejorar o empeorar en base al promedio de las líneas involucradas, en pocas palabras la ACE es definida como el rendimiento relativo de una cruce en específico.

Garay (1995). En un su trabajo de investigación cita a Sánchez Monge, (1974). Explica que la aptitud combinatoria es la capacidad que tiene un individuo para dar descendencia a nuevos individuos con características superiores a los progenitores, explotando su heterosis a un nivel alto en ciertos caracteres.

Roberto *et al* (1993). En la búsqueda de mejores combinaciones híbridas se tiene como objetivo determinar la aptitud combinatoria de 24 líneas de grano blanco y 4 líneas simples en 10 localidades de centro américa.

Los resultados de la presente investigación demuestran una superioridad notable en el comportamiento de los nuevos híbridos formados. El autor menciona que tanto la diversidad genética como la aptitud combinatoria específica son componentes esenciales para obtener altos valores de heterosis

en la formación de híbridos de maíz. La aptitud combinatoria general nos proporciona información sobre que líneas pueden producir los mejores híbridos cuando se cruzan con muchas otras líneas.

Gutiérrez *et al* (2004). Menciona que la aptitud combinatoria ha sido utilizada en el mejoramiento genético para estimar que acción controla a los diferentes caracteres, en el caso de días a floración están dados son por efectos genéticos aditivos, el rendimiento está dado por efectos no aditivos.

4.7 Heterosis

Es la manifestación del vigor de un híbrido en relación a sus progenitores, el individuo como tal es superior en caracteres de importancia como tamaño, fructificación, velocidad de desarrollo, resistencia a plagas y enfermedades, etc. Esto es resultado de organismos cruzados comparados con organismos endogámicos, en los resultados se debe tener una mejora en comparación con sus progenitores. (Márquez, 1988).

De León (2017) explica que la heterosis es el desarrollo superior que los descendientes expresan en relación de sus progenitores.

En la actualidad existen teorías que tratan de explicar la heterosis:

1.- La sobre-dominancia esta se basa en la complementariedad de los alelos cuando están en homocigosis en el individuo.

2.- La dominancia, esta teoría se basa en que los descendientes estarán constituidos por un mayor número de alelos dominantes que el de sus progenitores.

3.- la expresión de genes silenciados, por efecto de la divergencia.

Robles (1986). El concepto de heterosis es muy amplio, existe mucha información en la cual se trata de explicar, el autor menciona que existe un libro cuyo tema es "heterosis" en él se trata de explicar dicho concepto, para entender este tema se debe tener conocimientos sobre genética de poblaciones y cuantitativa.

En forma general explica que existen dos teorías para poder entender que es heterosis, una de ella propone efectos de heterosis, el vigor del híbrido debe superar el promedio de ambos progenitores, la otra asume que el vigor del híbrido debe superar al mejor de sus progenitores.

De la rosa *et al.* (2000). Para el desarrollo de híbridos y variedades es necesario tener claro conocimientos como lo es la habilidad combinatoria, la diversidad genética y la heterosis del germoplasma con el que se está trabajando. En este trabajo se pretende iniciar un programa de mejoramiento identificando híbridos con valor genético esto para producir híbridos y variedades y demostrar que es factible.

También mencionan, por medio de los diseños dialélicos como los propuestos por Griffing (1956) o por el diseño de Gardner y Eberharth (1966), son formas para estimar o calcular parámetros genéticos como diversidad genética, heterosis, Habilidad combinatoria general y específica. La heterosis es un parámetro muy importante que muestra que tanto supera a los progenitores un individuo, siempre nos dará los que son superiores,

4.8 Probadores.

González (1999). Menciona que cuando se inicia un programa de hibridación en una región no se cuenta con patrones heteróticos o heterosis, el no contar con suficientes recursos limita el trabajo, más sin embargo este trabajo es importante porque va dirigido a necesidades del programa y las cuales nos ayudan a complementar en esta investigación.

Concluye que un probador es una excelente herramienta para identificar líneas sobresalientes con un potencial de rendimiento alto a los testigos comerciales. Realiza una discriminación de líneas con la cual se pueden identificar las posibles cruzas para la obtención de híbridos.

De la cruz *et al* (2003). Realizaron investigaciones en la Comarca lagunera con el objetivo de estimar la aptitud combinatoria específica (ACE) y aptitud combinatoria general (ACG), de seis líneas del programa de mejoramiento genético de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro- Unidad laguna, para esto se empleó el método 2 de efectos fijos del dialélico de Griffing (1956). El análisis que se realizó, indicó alta significancia para ACE en cada una de las variables evaluadas, en cambio para ACG no se encontró significancia, con estos resultados se pudieron identificar las mejores combinaciones híbridas, entre los diferentes materiales.

Lobato Ortiz *et al* (2003). Mencionan que es de gran importancia, contar con un probador confiable y eficiente de la aptitud combinatoria general (ACG). El trabajo se realizó, con el propósito de aportar evidencia experimental para elegir el mejor probador de la ACG, en líneas autofecundadas de maíz. Se usaron 50 líneas S_1 , derivadas de la variedad Compuesto Universal original (variedad original), más cuatro líneas de alta y cuatro de baja ACG. Al analizar

los resultados, encontraron que la línea de baja ACG fue el mejor probador de la aptitud combinatoria general, de líneas autofecundadas de maíz, la variedad original, también fue un buen probador, pero con un valor menor discriminatorio.

Sierra Mauro *et al* (2000). Mencionan que, en un programa de hibridación, se deben tener probadores, que discriminen líneas en base a su buena aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE), y a su comportamiento per-se para rendimiento, los probadores permiten al mejorador, conocer características agronómicas deseables, obtener las mejores líneas y poder definir grupos heteróticos. Con la información obtenida en la utilización de probadores, puede ser usada para la formación de híbridos y/o sintéticos.

Sierra Macías *et al.* (2004) El uso de probadores, permite separar grupos de líneas e identificar las más sobresalientes, el efecto de estos, es diferente en cada grupo. Estos autores mencionan que durante sus investigaciones, pudieron identificar 14 híbridos simples que fueron formados de diferentes grupos heteróticos. Un probador es una estrategia metodológica alternativa, en la selección de líneas, para la formación de híbridos.

Torres Flores *et al.* (2011). Buscando incrementar la heterosis, en el rendimiento de grano y la estabilidad, de los maíces que se siembran en los Valles Altos de México, Utilizaron germoplasma, proveniente de diferentes instituciones de investigación, se evaluaron diferentes genotipos de maíz, bajo la metodología de probadores, los cuales fueron sobresalientes, estos obtuvieron rendimientos de 9.3 t ha^{-1} el cual está arriba del rendimiento de los testigos y de los 15 híbridos más sobresalientes.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Material genético.

Se formaron 228 cruzas, a partir de 228 líneas cruzadas con un probador común, en el ciclo de riego de 2013 A.

5.2 Descripción del área de estudio.

El experimento se estableció en Úrsulo Galván, en terrenos facilitados al Programa de Mejoramiento Genético del Instituto Mexicano del Maíz de esta Universidad, por el Instituto Tecnológico Úrsulo Galván, del estado de Veracruz.

5.3 Villa Úrsulo Galván, Veracruz.

La localidad de Villa Úrsulo Galván, Veracruz está situada en la zona central costera del Estado, donde limita con los Municipios de Actopan, Puente Nacional, José Cardel, La Antigua, y con el Golfo de México, ocupando una extensión de 149.70 kilómetros cuadrados.

Se localiza geográficamente en las coordenadas 19° 24' 17" latitud Norte, 102° 46' 28" latitud Este y 29 msnm. La temperatura media anual es de 25.8 °C y tiene una precipitación media anual de 1017.7 mm, con lluvias abundantes en verano y principios de otoño, características que corresponde a un área con un clima tropical húmedo. Su suelo es de tipo Feozem y Vertisol, el primero se caracteriza por una capa superficial oscura, suave y rica en materia orgánica y nutrientes, el segundo, presenta grietas anchas y profundas, en época de sequía tienen tonalidades grises y rojizas, son suelos muy duros,

arcillosos y masivos. Su vegetación, es de tipo bosque alto o mediano tropical perennifolio. En esta área se cultiva maíz, frijol, chile, caña de azúcar, papaya y mango.

Cuadro 1. Características de la unidad experimental.

Características	V. Úrsulo Galván.
FECHA DE SIEMBRA	Junio 2013
No. DE TRATAMIENTOS	228
No. DE REPETICIONES	2
No. DE SURCOS/PARCELA	2
LONGITUD DE SURCO (m)	4.62
DISTANCIA ENTRE SURCOS (m)	0.92
DISTANCIA ENTRE PLANTAS (m)	0.22
PLANTAS POR SURCO	21
SEMILLAS SEMBRADAS POR GOLPE	2
ACLAREO	1
ÁREA DE LA PARCELA EXPERIMENTAL (m)	8.31
ÁREA DE PARCELA ÚTIL (m)	7.92
DENSIDAD POBLACIONAL (planta/ha)	49,407
DOSIS DE FERTILIZACIÓN	130-100-30

5.4 Manejo del cultivo.

Las labores de preparación del terreno que se realizaron fueron, barbecho, rastreo y surcado.

5.5 Siembra.

Esta labor fue realizada manualmente. Se estableció 2 surcos por parcela con una distancia de 0.92 m. entre surcos, depositando dos semillas por golpes cada 0.22 m, donde posteriormente se hizo el aclareo dejando una sola planta. La siembra se realizó en junio de 2013 B, una vez que iniciaron las lluvias en localidad, en la cual la densidad de población fue de 49,407 plantas por ha.

5.6 Dosis de fertilización.

Se usó la fórmula o dosis 130 - 100 - 30; (fertilización inicial fue de 65 - 100 - 30) y (fertilización complementaria fue la 65 - 00 - 00). El fertilizante se aplicó en forma manual a la siembra y en el segundo cultivo o escarda.

De esta forma se aplicó el 50 por ciento del Nitrógeno y el 100 % del Fósforo (P) y del potasio (K) al momento de la siembra y el 50% del Nitrógeno restante se aplica en el segundo cultivo.

5.7 Toma de datos.

Las variables que fueron medidas en los genotipos evaluados fueron las siguientes.

5.8 Días a floración macho y hembra.

El número de días se toman desde que se realizó la siembra, y se recaba este dato hasta que la floración se presente, esto aplica para macho y hembra

5.9 Altura de planta.

Comprende la media que nos arroja el muestrear diez plantas al azar por parcela y medirlas desde la base del tallo hasta la inserción de la hoja bandera, se expresa en cm.

5.10 Altura de mazorca.

Promedio de diez plantas muestreadas al azar por parcela desde la base del tallo hasta la inserción de la mazorca principal, expresada en cm.

5.11 Prolificidad.

Dato expresado como número de mazorcas por 100 plantas, que resulta de:

$$Maz. x 100 plantas = \frac{\text{No. de maz. cosechadas} \times 100}{\text{No. de plantas. cosechadas}}$$

5.12 Mazorca con fusarium.

Se contaron las mazorcas que se encontraban dañadas parcial o totalmente por este hongo, también expresado en por ciento.

5.13 Número de plantas cosechadas.

Total de plantas cosechadas en la parcela experimenta útil. Este dato se tomó al momento de la cosecha.

5.14 Número de mazorcas cosechadas.

Dato correspondiente al total de mazorcas cosechadas dentro de cada parcela útil utilizándose como un fiel indicador de la prolificidad de los materiales.

5.15 Peso de campo.

Se presenta el total de mazorcas cosechadas por parcela con la humedad presente al momento de la cosecha.

5.16 Rendimiento de grano en mazorca.

Se pesó el total de mazorcas por parcela; con este valor se obtiene el rendimiento por parcela útil, y posteriormente se transformó a rendimiento expresado en ton/ha. En mazorca, se obtiene al multiplicar el factor conversión (FC) a ton/ha.

$$FC = 10,000m^2. / APU \times 1000$$

Donde:

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

APU = Área de la parcela útil (distancia entre surcos x distancia entre plantas x número óptimo de plantas por parcelas).

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

5.17 Rendimiento.

Se calculó multiplicando el peso seco de la mazorca de cada parcela por el factor de conversión a toneladas por hectárea.

5.18 Procedimiento estadístico.

Es importante mencionar que para realizar los Análisis de Varianza de las características estimadas en por ciento, fue necesario hacer una transformación, para la cual se utilizó la siguiente expresión matemática:

$$Y = \sqrt{x}$$

Donde:

Y = Valor de la variable transformada

\sqrt{x} = Raíz cuadrada de la variable observada expresada en por ciento.

5.19 Análisis estadístico.

Se utilizó, un diseño experimental en bloques al azar con dos repeticiones, cuyo modelo estadístico es el siguiente.

Métodos.

$$y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$i = 1, 2, \dots, t$ (tratamiento).

$j = 1, 2, \dots, r$ (repetición).

y_{ij} = Observación del i -ésimo tratamiento en el j -ésima repetición.

Cuadro 2. Estructura del análisis de varianza.

F.V.	G.L.	SC.	CM.	FM
Total	$tr-1$	SCI	CM4	CM4/CM1
Repeticiones	$(r-1)$	SC r/l	CM3	CM3/CM1
Tratamientos	$t-1$	SC t	CM2	CM2/CM1
Error Exp.	$(t-1)(r-1)$	SC e	CM1	

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 3 se presenta la concentración de los cuadrados medios y su significancia de las características agronómicas evaluadas.

La fuente de variación de repeticiones presento significa al uno y cinco por ciento en la variable de altura de planta, altura de mazorca, mazorcas cosechadas, mazorcas con fusarium y rendimiento. En días a floración no presento significancia.

En el cuadro 4 se presentan las medias de las dos repeticiones. En la característica agronómica de días a floración, se observó en el análisis de varianza que no hubo diferencias significativas, lo cual, nos quiere decir que son iguales, en las dos repeticiones se obtuvo una media de 55 días respectivamente, en la floración de macho podemos decir que no existe diferencia en cada una de las repeticiones, floreó en el mismo número días. Esto se puede deber a que se le ha dado un previo mejoramiento para que coincidan o sincronicen las plantas, este dato es importante tomarlo con la mayor veracidad para obtener buenos resultados en la polinización, en algunos casos las plantas no tienen sincronía por lo que tiende a bajar el rendimiento final. Esto concuerda con lo que menciona López (2010) uno de los principales problemas es el desfaseamiento o asincrónica en la etapa de floración, esto provoca una deficiente o nula formación de semilla, y por ende una reducción de la calidad genética de la misma, por lo que muchas veces es difícil la producción de grano.

La variable días a floración de la hembra el análisis de varianza mostro diferencias no significativas por lo que se dice que son iguales, la media de la primera repetición fue de 57 días y en la segunda repetición fue de 58 días, teniendo poca diferencia de menos de un día, como se mencionó en la floración de machos esto puede deberse al previo mejoramiento que se ha realizado a las plantas. López (2010) es necesario contar con una información relevante de cada uno de los órganos reproductores de las plantas, como fecha de producción de polen en la parte masculina, así como también la aparición de los estigmas en la parte femenina. Cuando se tiene fechas de floración diferentes, la práctica más usada es la siembra diferencial para promover la floración simultánea.

Cuadro 3. Concentración de cuadrados medios y significancia del análisis de varianza para rendimiento y otras características agronómicas evaluadas en villa Úrsulo Galván, Veracruz.

	Días a Floración		Altura de Planta cm.	Altura de Mazorca cm.	Mazorcas cosechadas %	Mazorcas Fusarium %	Rto. Ton/Ha
	M	H					
Tratamientos	0.9482572 NS	2.1982669 NS	305.2194 4*	141.876 06*	3.5984743*	93.13342*	240.6540 4*
Repetición	3,1666667 NS	5,7039474 NS	1184,703 95*	750,493 42*	83.5549521**	483.63757**	0,45948*
Media	55,67982	58,03289	186,5899	91,7877 28	13,1118421	3,94736842	3287,815 97
C.V.	1,646707	2,398493	9,048163	13,2374 6	10.12007	25.04544	17,50199

**= Significante al (0.01 y 0.05) de probabilidad, NS= No significativo, Días a floración macho (M) y hembra (H), CV= Coeficiente de variación, RTO= Rendimiento (t/ha⁻¹).

Otra característica evaluada que es la altura de planta, el análisis de varianza nos indica, que tienen diferencias significativas, la media de la primera repetición es 188 cm, la segunda repetición presentó una media de 184 cm, que es una planta de tamaño promedio, la diferencia entre repeticiones es de 4 cm. Esto puede deberse que en la primera repetición el suelo favoreció al crecimiento de la planta o bien a factores ambientales, lo cual la segunda repetición se pudo haber colocado en un suelo menos rico en nutrientes. En el trabajo de tesis de licenciatura de Ramírez (2013) hace mención de la relación que existe entre la altura de planta y mazorca, en su investigación, afirma que existe una correlación con el rendimiento donde la tendencia es negativa y significativa. Es decir, que la altura de la planta y mazorca parecen influir de manera negativa en el rendimiento, las plantas que presentan gran altura de planta y mazorca son de rendimiento bajo, esto se puede atribuir a que las plantas más altas fueron las más tardías y con problemas de sincronización floral, que impidió una polinización normal. En tanto las plantas con altura promedio muestran, buenos rendimientos. Esto ofrece ventajas del punto de vista fenotípico y tolerancia al acame característica importante en presencia de vientos fuertes, sin embargo, en este trabajo las diferencias entre la altura de planta y mazorca de una repetición a otra es mínima no reflejándose esto como causa de diferencia del rendimiento y se atribuye más que todo a un mejor efecto ambiental de la repetición uno

En altura de mazorcas, el análisis de varianza indicó diferencias significativas, en la primera repetición la media fue 93 cm y la segunda repetición la media fue 90 cm, con una diferencia 3 cm entre las dos repeticiones. La importancia de la altura de mazorca se debe a fines prácticos, una es que esta no esté muy arriba y dificulte la cosecha, otra es que esta no se encuentre muy cerca del suelo y entre en contacto con microorganismos que la puedan afectar como lo son hongos. Ramírez (2011) menciona que el estudio de la altura de mazorca, encontró una correlación con altura de planta, la cual

menciona que la planta debe tener una altura promedio, en altura de mazorcas se considera que esta no esté muy lejos del polen para que haya una buena polinización.

La característica evaluada de mazorcas cosechadas, en la primera repetición se obtuvo una media de 66 % de mazorcas cosechadas, en la segunda repetición la media fue de 58 % de mazorcas cosechadas. Esto se pudo deber a que en donde se estableció la primera repetición hubo menos pérdida de plantas o bien más plantas con cuateo. Es pertinente señalar que las variables que se registran en porcentaje (mazorcas cosechadas y mazorcas con fusarium) Esta condición que puede tener varias causas, entre ellas la falta de normalidad de los datos. Una opción para buscar una supuesta normalidad de este tipo de datos, es aplicar alguno de los métodos de transformación de datos, que toma los datos reales y los transforma en datos que se utilizan para aplicar el método de análisis de varianza. En este trabajo de tesis, a pesar de la aplicación de uno de los métodos de transformación (señalado en Materiales y Métodos), los C.V. rebasaron con mucho el límite convencional de 20%. Espinoza (2013) menciona que siendo el número de mazorcas por planta un componente directo e importante del rendimiento, es la razón por la cual se ve impactado a la baja.

Al el valuar la característica de mazorcas con fusarium vemos que las medias se encuentran en 18 % en las dos repeticiones, como se explicó en el carácter mazorcas cosechadas, este dato se expresa en porcentaje, las mazorcas presentaron incidencia de fusarium, Esto concuerda con el trabajo de investigación de Pérez *et al* (2001) la pudrición de la mazorca causada por *Fusarium moniliforme* ocasiona cuantiosas pérdidas en maíces (*Zea mays* L.), se registraron datos del porcentaje de infección de la mazorca en la cual iba de un 11 a un 26 por ciento de incidencia, la producción de grano de maíz, se menciona que es afectada por diversas enfermedades; entre éstas destaca, por

las pérdidas que ocasiona en el rendimiento, la pudrición de la mazorca causada por *Fusarium moniliforme*.

Cuadro 4. Concentración de medias de las dos repeticiones para las características agronómicas evaluadas en villa Úrsulo Galván, Veracruz.

	Días a Floración		Alt. Plant.	Alt. Maz.	Maz. Cos.	Maz. Fus.	Rto.
	M	H	cm.	cm.	%	%	Ton/Ha
Repetición 1	55.59649	57.92105	188.201754	93.07018	66.57	18.95	3377
Repetición 2	55.76316	58.14474	184.97807	90.50439	58.47	18.57	3176

Alt. Plant.= altura de planta, Alt. Maz.= altura de mazorca, Maz. Cos.= mazorcas cosechadas, Maz. Fus.= mazorcas con fusarium.
Rto Ton/Ha= Rendimiento Toneladas Por Hectárea.

La característica agronómica evaluada de rendimiento, muestra diferencias significativas en el análisis de varianza, la primera repetición tiene una media de 3.377 ton/ha, la segunda repetición tiene una media de 3.176 ton/ha, esto pudo deberse al ambiente o a la composición genética del individuo, la condición del suelo puede que también influya en el rendimiento, así como la pérdida por plagas y enfermedades u otros microorganismos

En las repeticiones se obtuvieron medias de 3.377 y 3.176 ton/ha., las cuales se encuentran casi iguales. Palomo (2011) hace mención en su investigación que el rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) está en función de dos factores fundamentales, el ambiente y la genética de cada individuo, así como su potencial para reaccionar a las diferentes condiciones ambientales en las cuales se está desarrollando. Algunos de estos factores ambientales pueden ser manipulados por el hombre por medio de un buen manejo agronómico, tal es caso de la elección de fechas de siembra adecuada y la selección de genotipos con alta productividad. La combinación de estos dos factores puede ser determinante para obtener altos rendimientos de materia seca y su distribución adecuada al órgano de interés, (mazorca, tallos, hojas) de acuerdo a su uso (grano o forraje), además de la obtención de un producto de buena calidad y en este caso se debe a efectos ambientales, entre repeticiones. Quiroga (1992) menciona también que el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como el rendimiento dependen de varios factores, uno de los que más limita un buen rendimiento, es la falta de humedad disponible en el suelo, a causa de la escasa o irregular precipitación. Esto generalmente causa daños severos a la planta, reduciendo generalmente la producción, el agua está presente en altas proporciones como constituyente de la planta, siendo un elemento vital para el desarrollo de procesos fisiológicos y bioquímicos que le permiten realizar todas sus etapas fenológicas.

Para la fuente de variación tratamientos se encontraron diferencias significativas al cinco por ciento en las características de altura de planta, altura de mazorca, porcentaje de mazorcas, mazorcas con fusarium y en el caso de rendimiento tuvo significancia al 10% lo cual quiere decir que si realizamos 90 veces el experimento se espera tener los mismos resultados. No siendo así para las variables días a floración macho y hembra, las cuales no presentan significancia.

Las características que presentaron significancia al 1 y al 5% muestran que existen diferencias notables entre los materiales con los que se trabajó, así como el probador involucrado y los testigos, es decir que existe variabilidad genética entre los materiales que se evaluaron, por lo que se considera justificable el presente trabajo, esta información recabada concuerda con el trabajo de Calixto (1990) donde menciona que es importante que en cruza de prueba se haga la elección de un buen probador para que haya una mejor discriminación de los genotipos superiores y así obtener información de mayor precisión.

En base al cuadro 5 se presentan las medias de los mejores 20 tratamientos, ordenados de acuerdo a su rendimiento de mayor a menor.

El mejor tratamiento (69) con 9.183 ton/ha, supera en (5,776 ton/ha) a la media general 3.407 ton/ha; además supera al mejor testigo (tratamiento 125) con 3.015 ton/ha, con estos resultados podemos observar la importancia que tienen estos híbridos y seguirlos evaluando. De los tratamientos evaluados son híbridos simples (o cruza simples) estas presentan muchas diferencias entre ellos, todo esto debido a que su constitución genética es diferente. Estas diferencias entre los tratamientos permiten al mejorador una selección adecuada de los mejores genotipos que darán resultados mejores en cada ciclo de selección.

Los primeros 10 tratamientos son los que mostraron las mejores características agronómicas y una de las cuales se busca en este trabajo, es que tengan un buen rendimiento que supere a los testigos, ya obtenidos los

resultados y analizándolos, se puede seguir ampliando la población o bien generar híbridos triples, variedades sintéticas, etc. El mejorador debe tomar decisiones para seguir generando materiales superiores que tengan impacto en el mercado y así poder competir.

Roblero (2016) en su trabajo de licenciatura explica que la evaluación de líneas con un probador para las distintas características agronómicas, dan buen resultado ya que este explota toda la expresión genética de los materiales evaluados, dando la oportunidad de elegir los mejores en cada una de las variables agronómicas, menciona que dependiendo los objetivos del trabajo se eligen los mejores materiales ya sea si se busca resistencia enfermedades, mejores rendimientos, etc. Para este trabajo evaluaron 18 híbridos experimentales de los cuales se permitieron elegir los mejores 4 en base a rendimiento estos superaron a los testigos comerciales, concluye que las líneas presentaron un comportamiento agronómico muy bueno y se tomaran en cuenta para generar una variedad sintética.

En el cuadro 6 Se muestran los tratamientos que tuvieron menos incidencia de fusarium, fueron los siguientes 140, 208, 171, 164, y 210, presentaron de 0 a 17% de incidencia, quizás no fueron los mejores tratamientos en cuanto a rendimiento, pero mostraron resistencia a fusarium. El tratamiento 140 presento 0% de incidencia, es un dato muy importante ya que este material puede mejorar plantas que sean susceptibles, en este caso se puede cruzar con materiales rendidores y así fijar la resistencia a fusarium. En el trabajo de Velázquez (2008) menciona que encontró presencia de fusarium con una incidencia relativamente alta en los diferentes tratamientos, la media de incidencia fue de 13%, fueron pocos tratamientos en este trabajo que tuvieron resistencia a fusarium. Esto concuerda con el presente trabajo en el cual se encontró presencia de fusarium con una media de 18%, algunos tratamientos tuvieron incidencia baja, pero llamo la atención el que presento 0% de fusarium.

Cuadro 5. Concentración de medias de los 20 mejores tratamientos, tomando en cuenta los valores ajustados de cada una de las variables estudiadas, ordenadas de acuerdo al mayor y menor rendimiento.

Entrada	Origen U. G. 2013. A.	Días a Floración		Altura de Planta cm.	Altura de Mazorca cm.	Mazorcas Cosechadas %	Mazorcas Fusarium %	Rto. Ton/Ha
		M	H					
69	0414x0101	55	57	197,5	97,5	15,238	20,9753	9183,3889
83	0507x0101	57	60	185	85	15,625	20,2705	7940,5921
111	0617x0101	55	57	182,5	87,5	15,465	19,6335	7143,6304
156	0823x0101	56	58,5	185	87,5	15,621	19,7027	6632,4736
67	0412x0101	55	57	177,5	90	15,31	19,7041	6377,6196
52	0318x0101	56	58,5	190	92,5	15,772	20,5902	6123,0625
125	DK-370	55	57	190	90	13,273	20,583	6123,0625
155	0822x0101	55	57	197,5	107,5	15,833	20,0918	6123,0625
18	0123x0101	56	58,5	180	92,5	15,425	19,6771	5867,56
66	0410x0101	55	57	187,5	90	15,27	19,6291	5867,56
148	0813x0101	55	57	172,5	85	15,8	18,7268	5867,56
169	0914x0101	55	57	177,5	90	16,038	19,0365	5867,56
180	1003x0101	55	57	210	100	15,387	19,0721	5733,5184
104	0608x0101	55	57	175	90	14,567	19,5055	5447,9161
95	0522x0101	56	58,5	185	92,5	13,676	19,5587	5424,3225
30	0217x0101	56	58,5	185	90	15,759	19,5099	5356,7761
86	0510x0101	56	58,5	197,5	100	14,268	19,3853	5356,7761
140	0803x0101	55	57	195	95	10	19,0633	5353,8489
65	0409x0101	55	57	215	117,5	15,709	20,597	5291,1076
162	0905x0101	55	57	202,5	107,5	14,459	19,6091	5209,9524

Media de rendimiento general: 3,407 Ton/Ha.

Cuadro 6. Concentración de medias de los 5 tratamientos que presentaron menos incidencia de fusarium, tomando en cuenta los valores ajustados de cada una de las variables estudiadas.

Entrada	Origen U. G. 2013 A.	Días a Floración		Altura de Planta	Altura de Mazorca	Mazorcas Cosechadas %	Mazorcas Fusarium %	Rto. Ton/Ha
		M	H					
140	0803x0101	55	57	195	95	16.655	0.000	5353.8489
208	1113x0101	57	60	190	100	17.820	11.547	2973,5209
171	0917x0101	57	60	180	85	17.427	13.656	3606,0025
164	0908x0101	56	58,5	190	92,5	17.165	16.156	3081,3601
210	1115x0101	56	58,5	185	97,5	15.930	16.994	2973,5209

Rto Ton/Ha= Rendimiento Toneladas Por Hectárea.

VII. CONCLUSIÓN

Tomando como base los objetivos e hipótesis planteados en el presente trabajo y de acuerdo a los resultados obtenidos concluimos que:

Fue posible identificar las mejores 20 líneas que se muestran en el cuadro 5, las cuales fueron sobresalientes, en combinación con el probador dan origen a descendientes sanos y con un mayor potencial de rendimiento que los testigos (Híbridos ó Variedades Sintéticas). De los 20 mejores tratamientos 6 superan al testigo con una diferencia que va de 2 a 3 ton/ha.

En base al cuadro 5 los mejores 10 híbridos de cruce simple que superan al testigo y a la media general fueron: 69, 83, 111, 156, 67, 52, 155, 18, 66, y el tratamiento 148.

En busca de líneas que presentaran resistencia a fusarium, se encontraron las 5 mejores las cuales son: 140, 208, 171, 164, y 210. Estas serán tomadas en cuenta para hacer un proyecto de investigación en la cual se buscará obtener descendientes que sean resistentes a fusarium y que sean rendidores. El mejor tratamiento fue el 140 con 0% de incidencia, se cumplió el objetivo planteado al inicio de este trabajo, generando información muy útil para seguir haciendo mejoramiento.

VIII. LITERATURA CITADA

- Antuna, O., Rincón, F., Gutiérrez, E., Ruiz, N. A. Bustamante, L.** 2003. Componentes genéticos de caracteres agronómicos y de calidad fisiológica de semillas en líneas de maíz. Revista Fitotecnia Mexicana, vol. 26, núm. 1, enero-marzo, 2003, pp. 11-17.
- Calixto, V. V.** 1990. Evaluación de líneas S₂ de maíz (*Zea mays* L.) en cruza con tres probadores de estrecha base genética para el trópico seco mexicano. Tesis licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila. P 32.
- Chávez A. J. L.** 1995. Mejoramiento de plantas II. 2da. Ed. Editorial trillas. México, DF.
- Chávez, A. J. L. y López P.** 1990. Apuntes de mejoramiento de plantas II. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México. P. 91 – 104.
- CONABIO** (2010). Argumentación para conservar las razas de maíces nativos de México. Taller con especialistas en maíces nativos, realizado los días 17 y 18 de marzo de 2010 en las instalaciones de la CONABIO. México, D. F.
- De la Cruz, L., Gutiérrez del R., Palomo G., Rodríguez H.** (2003). APTITUD COMBINATORIA Y HETEROSIS DE LÍNEAS DE MAÍZ EN LA COMARCA LAGUNERA. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN). Revista Fitotecnia. Dom. Conocido, Buenavista. C.P. 25315. Saltillo, Coah. México. Rev. Mex. Vol. 26 (4). P. 279 – 284.
- De la Rosa, A., De León, H., Martínez, G., Rincón, F.** (2000). Heterosis, habilidad combinatoria y diversidad genética en híbridos comerciales de maíz (*Zea mays* L.) Agronomía Mesoamericana, vol. 11, núm. 1. P. 113-122.

- De la Rosa, L. A., De León C. H., Rincón S. F., Martínez Z. G.** 2006. Efectos genéticos, heterosis y diversidad genética entre híbridos comerciales de maíz adaptados al bajío mexicano. *Revista Fitotecnia Mexicana*, vol. 29, núm. 3. P. 247-254.
- De León C. H.** 2017. Apuntes curso “mejoramiento de plantas III. Clave FIT 470. UAAAN. Saltillo Coahuila, México.
- Esquinas, A. J.** 2005. Proteger la diversidad genética de los cultivos para la seguridad alimentaria: desafíos políticos, éticos y técnicos. *Nature Reviews*. V (6). P. 2.
- Espinoza, A. M., Tadeo, H., Medina J. R., Gutiérrez y M. Luna.** 2001. Alternativas para favorecer la polinización y producción de semilla híbrida H-11 de maíz. *Agronomía Mesoamérica*. Vol. 12. P. 229-235.
- Espinoza, M. E. A.** 2013. Selección de líneas de maíz (*Zea mays* L.) por número de mazorcas por planta. Tesis maestría. UNIVERSIDAD PARA EL DESARROLLO ANDINO (UDEA). Perú. P.
- FAO** (2017). Estadísticas agrícolas. <https://blogagricultura.com/estadisticas-maiz-produccion/>. (05, mayo, 2018).
- FIRA.** 2016. Panorama Agroalimentario. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200637/Panorama_Agroalimentario_Ma_z_2016.pdf. (10, abril, 2018).
- Garay, S. G.** 1995. Evaluación de diferentes ciclos de selección recurrente en dos poblaciones sintéticas de maíz. Universidad de leída. Tesis doctoral. P. 17-21.
- González, G. C.** 1999. 40 Líneas de Maíz del CIMMYT, Cruzadas con un Probador Común de la UAAAN. Tesis de licenciatura. Pag. 67-69.
- Gutiérrez, E., Espinoza, A., Palomo G., A. Lozano, J. J., Antuna, O.** 2004. Aptitud combinatoria de híbridos de maíz para la comarca lagunera. *Revista Fitotecnia Mexicana*, vol. 27, núm. Es1. pp. 7-11.

- Lobato, O. R.; Molina G. J. D.; López R. Mejía J. J. Contreras J. A. Reyes L. D.** 2010. Criterios para elegir el mejor probador de la aptitud combinatoria general para rendimiento de grano de líneas autofecundadas de maíz. *Agrociencia*. Vol. 4. Num.1. p. 17-30.
- López, C. D.** 2010. Evaluación de cuatro productos comerciales para adelantar la floración en maíz (*Zea mays* L.). Tesis de licenciatura. UAAAN. Saltillo Coahuila. P 1-31.
- Luna M, B. M., Hinojosa R, M. A., Ayala G. Ó. J., Castillo G. F., & Mejía C. J. A.** 2012. Perspectives of the maize seed industry development in Mexico. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 35(1), 1-7.
- Fernández, S. R., Morales C. L. A., & Gálvez M. A.** 2013. Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional: Una revisión indispensable. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36(Supl. 3-a). 275-283.
- Márquez, S. F.** 1988. *Genotecnia Vegetal*. Primera Edición. AGT Editores. S. A. México. P. 5-15.
- Massieu, T. Y. & Lechuga M. J.** 2002. El maíz en México: biodiversidad y cambios en el consumo. *Análisis Económico*, XVII (36), 281-303.
- Marvin F. Lindsay.** 1985. Línea endogámica de maíz, Dekalb-Pfizer genética. Patentes.
- Paliwal, R. L., & Sprague E. W.** 1981. *Improving Adaptation and Yield Dependability in Maize in the Developing World*. México, D.F. CIMMYT.
- Palomo, G. A.** 2011. Potencial de producción de grano, forraje y biomasa en híbridos elite de maíz. Tesis maestría. Torreón Coahuila. P. 25-35.
- Pérez, B. D.; Jeffers, D.P.; González de L. D.; Khairallah, M. M.; Cortés C., M.; Velázquez C., G.; Azpiroz, S.; Srinivasan, G.** 2001. Cartografía de QTL de la resistencia a la pudrición de la mazorca (*Fusarium Moniliforme*) en maíz de Valles Altos, México. *Revista Agrociencia*. V 35. 2. P. 181-196.

- Quiroga, C. O. A.** 1992. Análisis de Senderos para Características Relacionadas con resistencia a Sequia en 12 Genotipos de Maíz (*Zea mays* L.). Tesis Maestría. UAAAN. Buenavista, saltillo, Coahuila, México. P. 1- 63.
- Ramírez, L. J.** 2013. Relación de altura de planta y mazorca con rendimiento en maíz (*Zea mays* L.). Tesis licenciatura. Torreón, Coahuila. P. 33.
- Roberto F. M, Quemé J. L, Rodas P. C.** 1993. Efectos de aptitud combinatoria general e identificación de híbridos triples de maíz (*Zea mays* L) grano blanco. Programa Regional de Maíz (PRM), 1991. Revista mesoamericana. Vol. 4. P. 75-76.
- Robles S. R.** 1986. Genética elemental y fitomejoramiento práctico. ED. Limusa S. A de C.V. Balderas 95, primer piso, México D.F. Primera edición. P. 209-212.
- Roblero, M. E. G.** 2016. Evaluación de líneas endogámicas de maíz amarillo para el sureste de Coahuila. Tesis licenciatura. Saltillo, Coahuila. P. 56.
- Romero, P. G. & Calderón A. R.** 1980. El cultivo del maíz en México. Centro de Investigaciones Agrarias Aquiles Serdán 28, México D.F. P. 12-13.
- Sierra, M., Márquez, F., Valdivia, R., Cano, O., Rodríguez, F.** 2000. Aptitud combinatoria general y específica de líneas tropicales de maíz usando probadores. Agronomía Mesoamericana, vol. 11, núm. pp. 103-112
- Sierra, M. M., Márquez, S. F., Valdivia B. R., Córdova, O. H., Lezama G. R. Pescador, R. A.** 2004. Uso de probadores en la selección de líneas para formar híbridos de maíz (*Zea mays* L.) Agricultura Técnica en México, vol. 30, núm. 2. pp. 169-181.
- Torres, F. J. L., Morales, R. E. J., González, H. A., Laguna, C. A., & Córdova O. H.** 2011. Respuesta de híbridos trilineales y probadores de maíz en Valles Altos del centro de México. Revista Mexicana de ciencias agrícolas. 2(6), 829-844.

- Valdivia, R., & Vidal, V., & Sierra, M.** (2000). Selección de progenitores de maíz para la obtención de semilla híbrida por pequeños agricultores. *Agronomía Mesoamericana*, 11 (2), 85-89.
- Velázquez, R. R.** 2008. Detección de *Fusarium verticillioides* en tres materiales de maíz del estado de Veracruz y Guanajuato. Tesis de licenciatura. UAAAN. P. 25.
- Wilkes, H. G.** 1979. México and Central América as a center for the origin of agriculture and the evolution of maize. *Crop Improv*, 6(1): 1-18.
- Wilkes, H. G.** 1985. Teosinte: the closest relative of maize revisited. *Maydica*, XXX: 209-223.

XI. ANEXOS

9.1 Análisis estadístico.

Cuadro 1 Análisis de varianza de días a floración macho.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	227	215.2543860	0.9482572	1.13	0.1825NS
REPETICIÓN	1	3.1666667	3.1666667	3.77	0.0535NS
ERROR	227	190.8333333	0.8406755		
TOTAL	455	409.2543860			
C.V. = 1.646707					

Cuadro 2 Análisis de varianza de días a floración hembra

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	227	499.0065789	2.1982669	1.13	0.1710NS
REPETICIÓN	1	5.7039474	5.7039474	2.94	0.0876NS
ERROR	227	439.7960526	1.9374275		
TOTAL	455	944.5065789			
C.V. = 2.398493					

Cuadro 3 Análisis de varianza altura de planta

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	227	69284.81360	305.21944	1.07	0.3033*
REPETICIÓN	1	1184.70395	1184.70395	4.16	0.0426*
ERROR	227	64702.7961	285.0343		
TOTAL	455	135172.3136			
C.V. = 9.048163					

Cuadro 4 Análisis de varianza altura de mazorca

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	227	32205.86623	141.87606	0.96	0.6176*
REPETICIÓN	1	750.49342	750.49342	5.08	0.0251*
ERROR	227	33512.00658	147.62998		
TOTAL	455	66468.36623			
C.V. = 13.23746					

Cuadro 5 Análisis de varianza mazorcas cosechadas %

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	227	816.8536673	3.5984743	1.10	0.2335*
REPETICIÓN	1	83.5549521	83.5549521	25.58	<.0001**
ERROR	227	741.588222	3.266908		
TOTAL	455	1641.996842			
C.V. = 7.877902					

Cuadro 6 Análisis de varianza mazorcas fusarium %

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	227	21141.28547	93.13342	1.30	0.0248*
REPETICIÓN	1	483.63757	483.63757	6.74	0.0100**
ERROR	227	16281.31891	71.72387		
TOTAL	455	452.4134257			
C.V. = 4.818368					

Cuadro 7 Análisis de varianza rendimiento por ha

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	227	565597994.9	2491621.1	1.18	0.1022*
REPETICIÓN	1	4679573.8	4679573.8	2.22	0.1373*
ERROR	227	477773289	2104728		
TOTAL	455	1048050858			
C.V. = 17,50199					

Cuadro 8. Concentración de medias de cada uno de los tratamientos, tomando en cuenta los valores ajustados de cada una de las variables estudiadas.

Entrada	Origen U. G. 2013 A.	Días a Floración		Altura de Planta cm.	Altura de Mazorca cm.	Mazorcas cosechadas %	Mazorcas fusarium %	Rto./Ha
		M	H					
69	0414x0101	55	57	197,5	97,5	20.309	31.883	9183,3889
83	0507x0101	57	60	185	85	18.953	34.238	7940,5921
111	0617x0101	55	57	182,5	87,5	17.737	33.525	7143,6304
156	0823x0101	56	58,5	185	87,5	17.869	34.824	6632,4736
67	0412x0101	55	57	177,5	90	17.881	32.095	6377,6196
52	0318x0101	56	58,5	190	92,5	19.570	35.783	6123,0625
125	Dk-370	55	57	190	90	19.552	19.107	6123,0625
155	0822x0101	55	57	197,5	107,5	18.610	35.905	6123,0625
18	0123x0101	56	58,5	180	92,5	17.820	33.604	5867,56
66	0410x0101	55	57	187,5	90	17.729	31.868	5867,56
148	0813x0101	55	57	172,5	85	16.034	35.486	5867,56
169	0914x0101	55	57	177,5	90	16.604	38.214	5867,56
180	1003x0101	55	57	210	100	16.672	32.632	5733,5184
104	0608x0101	55	57	175	90	17.493	27.185	5447,9161
95	0522x0101	56	58,5	185	92,5	17.611	21.577	5424,3225
30	0217x0101	56	58,5	185	90	17.501	36.705	5356,7761
86	0510x0101	56	58,5	197,5	100	17.269	25.352	5356,7761
140	0803x0101	55	57	195	95	16.655	0.000	5353,8489
65	0409x0101	55	57	215	117,5	19.617	34.829	5291,1076
162	0905x0101	55	57	202,5	107,5	17.695	26.485	5209,9524
114	0620x0101	55	57	200	87,5	18.488	31.880	5165,2969

9	0112x0101	56	58,5	182,5	90	16.399	22.851	5135,1556
100	Dk-370	55	57	190	85	19.697	31.648	5133,7225
13	0117x0101	56	58,5	207,5	105	17.891	34.164	5102,2449
16	0120x0101	55	57	187,5	95	16.572	25.612	5102,2449
51	0317x0101	56	58,5	205	95	19.271	29.691	5102,2449
135	0722x0101	55	57	200	110	18.033	30.714	5102,2449
221	1208x0101	56	58,5	197,5	112,5	17.609	31.063	5099,3881
183	1007x0101	55	57	182,5	90	19.673	30.644	4973,0704
68	0413x0101	56	58,5	197,5	100	18.406	29.328	4933,6576
120	0703x0101	55	57	190	100	16.278	21.671	4846,9444
142	0805x0101	57	60	190	85	14.963	31.482	4846,9444
176	0923x0101	56	58,5	177,5	87,5	17.914	26.485	4844,16
185	1009x0101	55	57	180	85	17.314	40.132	4833,0304
48	0313x0101	55	57	205	95	21.173	32.761	4777,5744
141	0804x0101	55	57	190	90	17.952	27.312	4719,69
46	0213x0101	57	60	172,5	82,5	19.146	34.374	4677,1921
7	0109x0101	55	57	185	90	17.992	27.791	4591,4176
59	0402x0101	55	57	185	90	18.007	36.922	4591,4176
128	0713x0101	57	60	190	100	14.611	36.699	4591,4176
133	0719x0101	55	57	205	100	14.963	26.565	4591,4176
90	0515x0101	56	58,5	192,5	105	16.775	24.633	4588,7076
157	0824x0101	56	58,5	175	85	17.287	31.226	4517,1841
201	1104x0101	56	58,5	205	100	15.323	34.728	4463,5761
214	1120x0101	56	58,5	182,5	90	17.652	31.421	4463,5761
186	1010x0101	56	58,5	195	100	16.941	32.953	4462,24
178	0925x0101	55	57	175	95	19.368	29.414	4440,8896
87	0512x0101	55	57	207,5	92,5	17.858	33.976	4419,5904
161	0904x0101	56	58,5	185	95	18.286	29.236	4350,7216
122	0705x0101	55	57	195	90	18.435	25.659	4336,2225

131	0717x0101	55	57	115	115	21.200	24.840	4336,2225
62	0405x0101	55	57	207,5	100	17.432	35.264	4333,5889
212	1118x0101	55	57	175	85	15.762	31.994	4333,5889
60	0403x0101	55	57	187,5	95	18.046	33.511	4283,7025
79	0502x0101	56	58,5	205	102,5	19.204	30.947	4275,8521
36	0224x0101	55	57	180	95	20.507	22.500	4209,4144
97	0524x0101	56	58,5	175	80	16.657	33.001	4155,0916
115	0622x0101	55	57	187,5	95	17.357	39.546	4129,3476
82	0505x0101	55	57	185	97,5	17.858	27.885	4115,2225
119	0702x0101	56	58,5	210	97,5	18.516	36.947	4089,6025
182	1005x0101	57	60	202,5	105	17.607	27.345	4088,3236
20	0125x0101	57	60	202,5	97,5	17.768	36.513	4081,9321
28	0213x0101	56	58,5	177,5	85	15.797	40.278	4081,9321
45	0310x0101	55	57	190	95	17.607	33.971	4081,9321
132	0718x0101	55	57	185	90	17.548	18.435	4081,9321
191	1017x0101	55	57	182,5	87,5	16.604	36.513	4044,96
96	0523x0101	55	57	200	92,5	18.123	33.673	4017,0244
32	0219x0101	56	58,5	195	97,5	19.466	33.251	4005,6241
181	1004x0101	55	57	187,5	100	16.773	31.179	3996,7684
145	0809x0101	55	57	190	85	18.435	36.544	3986,6596
175	Dk-370	55	57	205	110	18.260	33.543	3979,0864
130	0715x0101	55	57	190	85	16.951	32.842	3953,8944
205	1109x0101	56	58,5	180	100	18.193	25.203	3952,6369
43	0308x0101	55	57	187,5	102,5	18.292	29.041	3945,0961
196	1023x0101	55	57	182,5	97,5	16.727	31.605	3945,0961
110	0615x0101	55	57	187,5	95	18.608	32.897	3877,5529
153	0819x0101	56	58,5	200	107,5	17.820	38.309	3868,84
47	0312x0101	56	58,5	197,5	102,5	20.520	28.679	3830,3721
144	0808x0101	55	57	195	102,5	18.150	29.674	3826,6596

166	0910x0101	55	57	200	105	17.858	19.616	3826,6596
173	0919x0101	55	57	192,5	100	18.171	36.610	3826,6596
215	1122x0101	56	58,5	200	87,5	17.093	33.150	3788,4025
94	0520x0101	57	60	202,5	92,5	16.635	29.680	3729,5449
38	0302x0101	55	57	187,5	90	19.926	25.835	3699,0724
35	0223x0101	56	58,5	195	97,5	17.858	29.179	3697,8561
184	1008x0101	56	58,5	192,5	70	16.325	33.881	3689,3476
168	0913x0101	56	58,5	192,5	102,5	16.412	30.545	3671,1481
99	0602x0101	56	58,5	190	85	17.858	21.265	3659,0401
209	1114x0101	56	58,5	187,5	82,5	18.091	31.420	3659,0401
165	0909x0101	56	58,5	177,5	87,5	16.790	29.333	3644,5369
93	0519x0101	55	57	185	90	17.555	30.915	3634,8841
154	0820x0101	55	57	192,5	95	14.806	34.973	3634,8841
42	0307x0101	55	57	192,5	90	18.608	32.632	3615,6169
203	1107x0101	56	58,5	170	70	19.916	36.357	3607,2036
206	1110x0101	56	58,5	187,5	90	17.340	28.203	3607,2036
171	0917x0101	57	60	180	85	17.427	13.656	3606,0025
207	1112x0101	55	57	185	80	18.796	36.288	3586,8121
124	0708x0101	55	60	190	85	17.742	33.690	3571,2576
58	0325x0101	56	58,5	175	75	18.579	33.839	3566,4784
190	1015x0101	56	58,5	195	97,5	16.621	41.610	3560,5089
23	0205x0101	55	57	180	87,5	18.112	38.079	3553,3521
103	0607x0101	55	57	192,5	92,5	17.946	26.682	3553,3521
160	0903x0101	55	57	187,5	105	16.422	34.053	3553,3521
223	1210x0101	56	58,5	177,5	97,5	17.314	31.551	3502,2724
151	0817x0101	56	58,5	190	102,5	17.652	38.190	3499,9056
61	0404x0101	56	58,5	185	77,5	19.579	23.848	3478,6404
53	0319x0101	56	58,5	200	100	18.865	34.905	3432,7881
226	1215x1201	56	58,5	195	85	17.844	36.741	3414,0649

139	0802x0101	55	57	190	90	18.435	35.264	3316,6081
143	0807x0101	55	57	195	95	18.435	31.091	3316,6081
219	1203x0101	56	58,5	185	102,5	18.115	31.063	3294,76
227	1217x0101	56	58,5	197,5	87,5	16.971	39.349	3271,84
118	0625x0101	56	58,5	210	97,5	17.165	31.288	3188,8609
163	0907x0101	55	57	190	100	17.073	34.103	3188,8609
217	1134x0101	56	58,5	192,5	87,5	17.820	28.098	3188,8609
63	0407x0101	56	58,5	215	115	19.704	35.388	3187,7316
164	0908x0101	56	58,5	190	92,5	17.165	16.156	3081,3601
25	Dk-370	56	58,5	195	95	15.304	30.000	3061,4089
41	0305x0101	55	57	200	97,5	21.494	37.230	3061,4089
123	0707x0101	55	57	195	90	20.463	31.482	3061,4089
129	0714x0101	57	60	165	85	21.766	37.087	3061,4089
40	0304x0101	56	58,5	185	67,5	19.926	27.620	3055,8784
64	0408x0101	56	58,5	185	95	19.146	33.679	3055,8784
57	0324x0101	55	57	202,5	87,5	18.132	27.638	3050,3529
11	0114x0101	56	58,5	170	85	17.432	45.000	3039,3169
27	0212x0101	56	58,5	202,5	95	18.631	36.084	3039,3169
159	0902x0101	55	57	180	95	17.432	31.373	3039,3169
216	1123x0101	56	58,5	177,5	92,5	18.435	35.302	3003,04
208	1113x0101	57	60	190	100	17.820	11.547	2973,5209
210	1115x0101	56	58,5	185	97,5	15.930	16.994	2973,5209
88	0513x0101	56	58,5	190	90	16.967	33.373	2932,2225
222	1209x0101	56	58,5	192,5	92,5	19.370	34.284	2932,2225
174	0920x0101	55	57	200	107,5	16.241	41.665	2922,4836
200	Dk-370	55	57	172,5	85	18.608	36.513	2922,4836
14	0118x0101	55	57	182,5	95	19.025	38.045	2921,4025
150	Dk-370	56	58,5	195	87,5	19.016	37.734	2898,7456
98	0525x0101	55	57	180	92,5	19.146	34.479	2882,6161

197	1024x0101	55	57	195	92,5	18.435	43.151	2869,7449
189	1014x0101	55	57	167,5	87,5	16.673	30.664	2855,8336
31	0218x0101	57	60	192,5	92,5	16.921	32.632	2852,6281
147	0812x0101	55	57	190	92,5	18.112	32.331	2839,8241
113	0619x0101	55	57	187,5	90	18.902	30.842	2833,4329
26	0210x0101	55	57	200	97,5	17.607	41.043	2805,8209
80	0503x0101	55	57	175	97,5	17.898	26.577	2805,8209
134	0720x0101	55	57	195	80	18.435	28.711	2805,8209
54	0320x0101	57	60	182,5	97,5	18.639	37.566	2800,5264
91	0517x0101	56	58,5	190	87,5	19.271	36.797	2800,5264
187	1012x0101	55	57	182,5	100	17.350	41.043	2800,5264
152	0818x0101	55	55,5	200	87,5	19.668	39.553	2753,1009
22	0204x0101	55	57	185	97,5	15.886	40.850	2739,4756
106	0610x0101	55	57	177,5	90	17.876	29.680	2710,2436
167	0912x0101	56	58,5	182,5	87,5	16.865	36.037	2653,2801
202	1105x0101	55	57	170	95	18.712	34.164	2605,0816
92	0518x0101	56	58,5	187,5	90	17.778	27.197	2602,0201
2	0103x0101	55	57	177,5	82,5	16.668	28.361	2551,2601
105	0609x0101	57	60	172,5	90	17.516	34.053	2551,2601
89	0514x0101	55	57	197,5	92,5	20.762	29.355	2544,1936
102	0605x0101	56	58,5	210	95	17.729	36.196	2544,1936
1	0102x0101	56	58,5	185	87,5	17.269	37.500	2525,0625
24	0207x0101	56	58,5	190	82,5	17.314	49.291	2517,0289
50	Dk-370	56	58,5	187,5	85	20.339	19.616	2492,0064
179	1002x0101	56	58,5	192,5	75	17.517	41.119	2492,0064
101	0604x0101	56	58,5	182,5	90	17.287	32.141	2455,2025
228	1218x0101	57	60	190	87,5	18.798	39.960	2454,2116
55	0322x0101	56	58,5	200	110	18.166	38.921	2444,3136
29	0215x0101	56	58,5	182,5	95	19.217	45.000	2421,6241

44	0309x0101	55	57	195	100	17.778	36.397	2421,6241
49	0314x0101	55	57	200	100	19.724	43.405	2421,6241
85	0509x0101	57	60	187,5	92,5	14.800	50.585	2421,6241
4	0105x0101	56	58,5	180	95	18.414	36.646	2407,8649
15	0119x0101	56	58,5	200	100	17.641	29.219	2407,8649
76	0423x0101	56	58,5	187,5	87,5	18.547	37.553	2391,21
12	0115x0101	56	58,5	172,5	92,5	17.729	32.149	2338,6896
77	0424x0101	55	57	182,5	87,5	17.632	27.788	2338,6896
213	1119x0101	56	58,5	177,5	82,5	16.548	38.656	2305,9204
121	0704x0101	57	60	170	85	16.621	35.264	2296,3264
126	0710x0101	55	57	170	75	17.346	37.761	2296,3264
204	1108x0101	55	57	182,5	85	19.570	39.105	2267,6644
211	1117x0101	57	60	172,5	80	17.185	40.132	2250,5536
146	0810x0101	56	58,5	172,5	92,5	19.016	36.142	2230,6729
194	1020x0101	56	58,5	180	97,5	17.673	45.201	2227,84
112	0618x0101	56	58,5	200	92,5	15.979	37.230	2220,2944
33	0220x0101	55	57	167,5	87,5	17.933	37.813	2194,9225
172	0918x0101	56	58,5	175	82,5	14.628	36.288	2194,9225
177	0924x0101	56	58,5	195	97,5	15.971	36.563	2194,9225
70	0415x0101	55	57	175	72,5	17.816	39.105	2192,1124
71	0417x0101	56	58,5	170	90	18.834	46.903	2168,7649
137	0724x0101	57	60	195	95	18.435	37.087	2168,7649
170	0915x0101	55	57	190	105	17.782	38.990	2166,9025
199	1102x0101	56	58,5	177,5	95	17.946	40.132	2166,9025
188	1013x0101	57	60	185	92,5	16.377	41.381	2151,1044
81	0504x0101	56	58,5	187,5	97,5	18.001	38.450	2120,6025
3	0104x0101	56	58,5	162,5	82,5	18.895	40.700	2100,3889
37	0225x0101	56	58,5	185	87,5	19.483	44.265	2100,3889
17	0122x0101	57	60	172,5	95	18.805	51.549	2072,0704

78	0425x0101	56	58,5	177,5	92,5	20.151	34.238	2072,0704
220	1204x0101	56	58,5	165	80	18.288	36.188	2072,0704
107	0612x0101	55	58,5	162,5	80	17.280	36.563	2041,2324
195	1022x0101	57	60	192,5	87,5	18.435	33.881	2041,2324
10	0113x0101	55	57	192,5	90	16.525	42.975	2033,1081
149	0814x0101	56	58,5	195	95	18.205	32.632	2033,1081
192	1018x0101	56	58,5	190	77,5	18.528	45.000	2033,1081
109	0614x0101	55	57	185	85	17.713	37.424	2008,8324
198	1025x0101	56	58,5	182,5	82,5	17.154	29.837	2008,8324
116	0623x0101	56	58,5	192,5	90	18.519	36.513	2005,2484
19	0124x0101	57	60	187,5	82,5	15.468	49.941	2004,3529
158	0825x0101	55	57	177,5	95	19.247	39.041	1980,25
224	1212x0101	57	60	197,5	92,5	17.356	34.699	1886,1649
225	1213x0101	57	60	195	87,5	17.356	37.352	1886,1649
108	0613x0101	56	58,5	167,5	82,5	21.265	45.000	1858,4721
127	0712x0101	55	57	195	90	18.435	33.211	1785,9076
136	0723x0101	57	60	170	95	16.194	40.893	1785,9076
73	0419x0101	56	58,5	180	85	17.468	42.185	1776,6225
138	0725x0101	55	57	175	90	19.370	42.392	1658,1184
56	0323x0101	56	58,5	190	100	15.345	33.178	1635,3936
193	1019x0101	55	57	185	90	15.254	39.327	1635,3936
21	0202x0101	56	58,5	162,5	77,5	14.366	51.528	1593,6064
84	0508x0101	57	60	187,5	92,5	17.607	32.898	1593,6064
117	0624x0101	55	57	180	92,5	17.992	39.105	1588,8196
218	1125x0101	56	58,5	160	80	17.820	39.327	1578,4729
8	0110x0101	55	57	167,5	80	18.567	34.616	1528,0281
74	0420x0101	56	58,5	172,5	90	18.567	44.265	1517,8816
5	0107x0101	57	60	167,5	75	15.127	37.248	1486,8736
39	0303x0101	55	57	155	85	15.792	32.632	1460,7684

72	0418x0101	56	58,5	167,5	80	18.482	42.947	1449,3249
75	Dk-370	57	60	157,5	72,5	16.444	42.947	1376,41
6	0108x0101	57	60	167,5	90	16.080	32.761	1274,49
34	0222x0101	55	57	175	82,5	18.435	38.241	1092,9636