

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

División de Agronomía



**Evaluación de Híbridos Dobles
de Maíz Amarillo en el Trópico Húmedo**

POR:

Juan Marcos Hau Ramírez

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

Evaluación de Híbridos Dobles
de Maíz Amarillo en el Trópico Húmedo

POR:

JUAN MARCOS HAU RAMIREZ

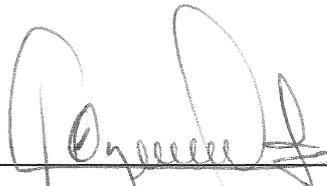
TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito

parcial para obtener el Título de:

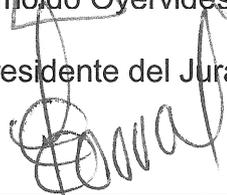
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

APROBADA:



M.C. Arnoldo Oyervides García

Presidente del Jurado



M.C. Emilio Padrón Corral

Vocal



Dr. Sergio A. Rodríguez Herrera

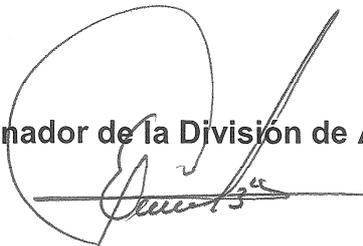
Vocal



Dr. Fernando Borrego Escalante

Vocal

El Coordinador de la División de Agronomía



Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México



Coordinación
División de Agronomía

Junio de 2009

DEDIDATORIA

Este trabajo de investigación lo dedicó a mis padres con todo respeto y admiración, **FELIPE HAU HAU** y **REYNA RAMÍREZ CHAN** principalmente, por el gran amor que me han dado, por los buenos principios que me han inculcado, por el gran esfuerzo y sacrificio que han hecho para hacer de mí un profesionalista; por eso y más; mil gracias.

Con cariño, amor y respeto a mis hermanas (os)

Guadalupe

Lourdes

Reyna

Noemí

Felipe

Keyla

Por la confianza que han depositado en mí y a quienes debo parte de mi formación al ser partícipes de este sacrificio.

A mis cuñados:

Filiberto

Rogelio

Fernando

Por la confianza y buenos consejos que siempre me brindaron

Lo dedico también a todos mis compañeros y amigos: José David, Miguel, Ariana, Abraham, David, Roel, Gabriel, Armando por haber compartido experiencias y sueños las cuales serán inolvidables y a todas las personas que formaron parte especial en mi vida durante mis estudios profesionales.

AGRADECIMIENTOS

Antes que a nadie quiero agradecerle a Dios por darme la oportunidad de vivir y por permitirme cumplir con un objetivo más, dándome salud y licencia para continuar en la vida.

Quiero expresar mi profundo agradecimiento al **M.C. Arnoldo Oyervides García**, por la oportunidad de realizar el presente trabajo de investigación, así como su amistad y consejos desinteresados para concluir este trabajo y para mi superación en la vida personal.

M.C. Emilio Padrón Corral.- Por su valiosa ayuda en la revisión, corrección, y sugerencias del presente trabajo.

Dr. Fernando Borrero Escalante.- Por su valiosa ayuda en la revisión del presente trabajo de investigación

Dr. Sergio Rodríguez Herrera.- Por su participación en la revisión, corrección y sugerencias, del presente trabajo de tesis.

Agradezco de manera muy especial a mi **ALMA TERRA MATER** la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ya que me brindo la oportunidad de realizar mis estudios profesionales, proporcionándome las herramientas necesarias durante mi estancia en esta institución.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CUADROS	vii
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
Cruzas Dialélicas.....	4
Líneas Puras.....	5
Hibridación.....	7
Híbridos.....	8
Híbridos Simples.....	10
Híbridos Triples.....	11
Híbridos Dobles.....	12
Heterosis.....	13
Aptitud Combinatoria.....	15
Aptitud Combinatoria General.....	16
Aptitud Combinatoria Específica.....	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS	20
Material Genético.....	20
Área de Estudio.....	21
Descripción de Úrsulo, Galván, Veracruz.....	21

Características Experimentales.....	21
Prácticas Culturales.....	22
Labores Culturales.....	23
Toma de Datos.....	23
Análisis Estadístico.....	26
Análisis de Varianza Individual.....	27
Análisis de Varianza para el Dialélico.....	29
Estimación de Componentes de Varianza Genética.....	30
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
V. CONCLUSIÓN.....	44
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	46
VII. APENDICE.....	49

ÍNDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 3.1. Características de la parcela experimental.....	21
Cuadro 3.2. Formato para el análisis de varianza bloques al azar individual....	27
Cuadro 3.3. Formato para el análisis de varianza de los dialélicos.....	29
Cuadro 4.1. Concentración de cuadrados medios del análisis de varianza para características evaluadas en maíz amarillo en la villa Úrsulo, Galván, Veracruz, 2007.....	34
Cuadro 4.2. Medias generales de las características agronómicas de los mejores 10 híbridos en base a su rendimiento en la localidad de Úrsulo, Galván, 2007.....	36
Cuadro 4.3. Cuadrados medios del análisis de varianza dialélico de las 72 cruzas para rendimiento de grano.....	39
Cuadro 4.4. Concentración efectos de aptitud combinatoria general y específica.....	42

RESUMEN

Por las grandes importaciones de maíz amarillo, que en los últimos años ha venido realizando el gobierno de México, es necesario la incorporación de más tierras e incrementar los trabajos de investigación en mejoramiento genético de maíz amarillo y así, obtener materiales con mayor rendimiento y características específicas, para las diferentes regiones maiceras del país.

El Instituto Mexicano del Maíz “Dr. Mario E. Castro Gil” de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; ha venido promoviendo la investigación, en sus programas de mejoramiento genético, enfocada al mejoramiento poblacional y la hibridación, así mismo en la generación de paquetes tecnológicos, para maximizar el rendimiento del cultivo.

Los objetivos planteados en el presente trabajo son:

- 1.- Seleccionar un híbrido doble de grano amarillo.
- 2.- Estimar la aptitud combinatoria específica, de cruza simple progenitoras de híbridos dobles.
- 3.- Estimar la aptitud combinatoria general de cruza simple.

Así mismo las hipótesis planteadas son:

- 1.- Al menos un Híbrido Doble generado, tendrá el rendimiento igual o mayor que el híbrido comercial que se utilizó como testigo.

2.- Al menos dos cruza simples en combinación tendrán un híbrido doble con buena aptitud combinatoria específica.

3.- Al menos una cruza simple presentara buena aptitud combinatoria general al combinarse.

El presente trabajo de investigación consistió en la selección de híbridos dobles experimentales de Maíz amarillos. La localidad utilizada fue Úrsulo Galván en el Estado de Veracruz. En el ciclo agrícola otoño-invierno 2007A se realizaron las cruza dobles obteniéndose 80 híbridos y 2 testigos para evaluar en el ciclo primavera-verano 2007B.

Los materiales antes mencionados fueron analizados en un diseño de bloques al azar con 2 repeticiones, siendo las características agronómicas analizadas: altura de planta, altura de mazorca, días a floración masculina y femenina, acame de raíz, acame de tallo, mazorcas podridas, mazorcas con Fusarium, y rendimiento.

Se cumplió con los objetivos, al encontrar híbridos dobles experimentales como; 1112 x 1114, 1120 x 1115, 1120 x 1114, 1119 x 1112, 1117 x 1115, 1115 x 1114, 1112 x 1115, 1117 x 1118, 1116 x 1114, y 1117 x 1114. tan rendidores como los testigos comerciales.

Los progenitores que presentan, mayor Aptitud Combinatoria General son: 1115 con valor de 0.237675 y 1114 con valor de 0.217997. Mientras que los

progenitores con menor comportamiento son: 1120 con valor de -0.267360 y 1122 con valor de -0.202646 .

Las cruzas simples que mayor Aptitud Combinatoria Específica presentan al combinarse para formar al Híbrido Doble son: 1112 x 1119, 1115 x 1120, 1115 x 1122, 1116 x 1117 y 1114 x 1122. Mientras que las de menor son: 1116 x 1120, 1112 x 1115 y 1116 x 1119.

Palabras clave: híbridos dobles, maíz amarillo, cruzas dialélicas, parámetros genéticos

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del maíz (*Zea maíz* L.) es uno de los cultivos de suma importancia para la dieta alimenticia, económica y social del pueblo mexicano, ocupando el primer lugar en superficie sembrada con 8 millones de hectáreas (blanco y amarillo), las cuales se producen bajo las más diversas condiciones agroclimáticas como: de humedad residual, temporal y riego.

Por lo general, de acuerdo al color de grano, en nuestro país se producen principalmente dos tipos; el blanco y el amarillo. En México se demandan más de 10 millones de toneladas de maíz amarillo, pero hasta el 2005 sólo se producen poco más de 1 millón de toneladas, por lo que se tiene que recurrir a las importaciones siendo Estados Unidos de Norteamérica el principal proveedor de este cereal a nuestro País. En cuanto a la producción de maíz amarillo a nivel nacional son cuatro entidades las que contribuyen con el 94% de la producción total, siendo Chihuahua el principal productor con el 35%, Jalisco con el 25%, Tamaulipas con el 21% y Chiapas con el 13%. (SIAP).

En el 2007, México importó poco más de 7 millones de toneladas de maíz amarillo, equivalente al 96% que se consume a nivel nacional. El dinamismo de las importaciones, obedece a la creciente demanda de la industria pecuaria, así como la de almidones, y de la fructosa principalmente.

Para reducir la creciente importación de este cereal por nuestro país, se debe trabajar en la incorporación de más tierras para la producción de este grano, y sembrar materiales genéticos que sean buenos rendidores.

Cabe hacer la aclaración, de que los híbridos de maíz amarillo en uso, en contadas excepciones, igualan o superan el rendimiento de los mejores híbridos comerciales de grano blanco y se considera que la adaptación y adaptabilidad es el factor principal que limita el rendimiento de granos de maíces amarillos.

Ante esta grave situación, el gobierno mexicano mediante sus organismos oficiales de investigación, universidades e institutos y/o empresas privadas, se han dado a la tarea de obtener materiales que genéticamente sean superiores en rendimientos o resistentes a plagas y enfermedades que los maíces sembrados tradicionalmente, con lo que se obtiene mayor margen de productividad.

Teniendo conocimiento del gran potencial productivo que representa el trópico húmedo mexicano y la deficiencia que presenta nuestro país en la producción de maíz amarillo, el Instituto Mexicano del Maíz “Dr. Mario E. Castro Gil” de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en su afán por obtener y evaluar híbridos superiores genera programas o proyectos para el mejoramiento de los mismos.

El presente trabajo de investigación es un fragmento de dichos programas, consistiendo básicamente en la evaluación de híbridos de maíz amarillos en la etapa experimental.

Los objetivos e hipótesis del presente trabajo de investigación son los siguientes:

Objetivos:

- 1.- Seleccionar un híbrido doble de grano amarillo.
- 2.- Estimar la aptitud combinatoria específica, de las cruzas simples progenitoras de híbridos dobles.
- 3.- Estimar la aptitud combinatoria general de cruzas simples

Hipótesis:

- 1.- Al menos un Híbrido Doble generado tendrá el rendimiento igual o mayor que el Híbrido Comercial que se utilizó.
- 2.- Al menos dos cruzas simples en combinación tendrán un híbrido doble con buena Aptitud Combinatoria específica.
- 3.- Al menos una craza simple presentará buena aptitud combinatoria general al combinarse.

II. REVISION DE LITERATURA

Cruzas Dialélicas

En genética vegetal, cuando los investigadores disponen de una muestra de P líneas y efectúan cruzas simples entre ellas llamadas cruzas dialélicas, los diseños de cruzamientos de Griffing (1956) son de gran utilidad para evaluar diferentes aspectos genéticos asociados con las cruzas, apoyándose para ello en la realización de pruebas de hipótesis y en la estimación de parámetros. En ciertas especies vegetales es posible utilizar a las líneas que participan en una determinada craza como padres, madres, o para efectuar autofecundaciones. La elección de alguno de los diseños de Griffing, depende de las cruzas que se incluyan en el experimento.

La información que se obtiene de los cruzamientos dialélicos puede ser utilizada. (Vasal, 1986).

1.- Como base para la identificación de materiales específicos que combinen bien para la formación de híbridos, convencionales y no convencionales.

2.- Para agrupar el germoplasma de maíz, el cual facilita la formación de grupos heteróticos, para futuro mejoramiento.

Chávez (1995), son todos los cruzamientos posibles entre un grupo de líneas, variedades o razas. Se utiliza para determinar la aptitud combinatoria entre líneas; es decir, para determinar la capacidad productiva entre el cruzamiento de dos líneas (híbridos).

Reyes *et al* (2004), evaluaron 45 cruzas simples posibles entre diez líneas S₁ derivadas de la raza Tuxpeño. A esta población se le estimaron las varianzas genéticas aditiva y de dominancia. Concluyeron que en la muestra de 10 líneas derivadas de la raza Tuxpeño, la varianza de los efectos aditivos ($\sigma^2_A = 37.36$) fue mayor que la varianza de los efectos no aditivos (dominancia, $\sigma^2_D = 6.75$). Este resultado coincide con Caballero y Cervantes (1990) quienes informan que en la variedad Rocamex V-520C de la raza Tuxpeño, la varianza aditiva resultó mayor que la varianza de dominancia. En otras razas mexicanas de maíz, Sahagún *et al.* (1991) también encontraron que en la variedad Zac-58 original (Cónico Norteño) la varianza aditiva fue mayor que la de dominancia.

Líneas Puras

Grupo de individuos clasificados como autógamos genéticamente puros (homocigotos), son el resultado de sucesivas autofecundaciones que se utilizan para mejorar genéticamente a una población de plantas, siempre que se realice selección durante el proceso de autofecundación. En cambio una población de individuos autógamos son necesariamente una línea pura. (Sánchez, 1971).

Brauer (1988). Define a una línea pura como el conjunto de individuos que descienden de un solo individuo autofecundado sucesivamente.

Márquez (1988). Define a una línea autofecundada como la población en una generación obtenida al cabo de la autofecundación de una planta en cada

generación, así mismo como línea ondagámica al conjunto de individuos resultantes, en una generación dada, de un sistema de apareamiento endogámico.

Chávez (1995), plantas homocigotas son aquellas originadas generalmente por autopolinizaciones sucesivas y selección. Esto por lo general requiere de cinco a siete generaciones de autofecundación. El mismo autor menciona que para la formación de buenas líneas autofecundadas, es necesario partir de poblaciones previamente seleccionadas con base en su amplia variabilidad genética.

El procedimiento general para la obtención de líneas consiste en:

1. Sembrar un lote de una hectárea con la población seleccionada de amplia variabilidad genética.
2. En la floración, autofecundar plantas sobresalientes en cuanto a características agronómicas deseables.
3. Cosechar en forma individual cada una de las mazorcas autofecundadas (líneas S_1) a la que se adjudica una genealogía.
4. Sembrar cada una de las líneas S_1 en surcos de 10 m para hacer selección entre y dentro de las líneas, donde se autofecundan dos o tres plantas en cada línea seleccionada.
5. Seleccionar en la cosecha la o las mejores plantas autofecundadas (S_2) y manejarlas en forma independiente.
6. Repetir los puntos 4 y 5 del procedimiento hasta obtener líneas S_6 o S_7 .

Hibridación

De la Loma (1954), el objetivo inmediato de la hibridación es la producción de poblaciones heterocigotas que presenten nuevas combinaciones o agrupaciones de caracteres que generalmente son de mayor vigor y producción, por ambas causas constituye un método de gran interés, cuya aplicación se ha extendido de modo notable por todo el mundo. El mismo autor menciona que en algunas ocasiones se obtienen híbridos que se reproducen muy difícilmente o son completamente estériles, a veces no logran compatibilidad entre los caracteres favorables, sino los adversos y los híbridos, lejos de superar a sus progenitores, son inferiores a ellos.

Márquez (1988), define a la hibridación como un método genotécnico aplicado a las plantas, para el aprovechamiento de la generación F1, normalmente es el cruzamiento entre dos poblaciones homogéneas homocigotas que presentan heterosis entre sí, y obteniendo una población homogénea heterocigota, con una estructura genotípica acorde a los objetivos que se persiguen.

Chávez (1995), menciona que la hibridación es el acto de fecundar los gametos femeninos de un individuo con gametos masculinos que proceden de otro individuo. En el mejoramiento de cultivos alógamos, la hibridación se realiza con los siguientes objetivos:

- Explotar el vigor híbrido (heterosis).

- Formar ideotipos (arquetipos) específicos para determinados ambientes.
- Provocar variabilidad y selección de nuevos materiales.
- Seleccionar los materiales que intervendrán como progenitores en las cruzas.
- Seleccionar la craza adecuada y deseable de acuerdo con las exigencias del consumidor.

Estos objetivos se logran por medio de la utilización de líneas endogámicas de buena aptitud combinatoria; es decir, que los genotipos que intervienen en los diferentes cruzamientos híbridos pueden ser líneas, híbridos, etcétera. Para la formación de híbridos superiores en maíz se requiere:

- Obtener líneas autofecundadas (polinización controlada)
- Determinar qué líneas producen combinaciones superiores.

Utilizar comercialmente las líneas y cruzas para la producción de semilla.

Híbridos

Allard (1980), define a un híbrido como el aumento de tamaño o en vigor de un individuo con respecto a sus progenitores.

Tut (2004), evaluó ocho maíces amarillos (Pioneer, Berentsen y Monsanto) y cinco testigos blancos. Se realizó bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Como resultado se obtuvo que un híbrido de Monsanto logro mejor rendimiento, los genotipos amarillos fueron similares y algunos

materiales obtuvieron menor rendimiento respecto a los testigos blancos. En general los híbridos respecto a los testigos, son de cuatro a seis días más precoces, de menor altura de planta y mazorca, más tolerantes al acame de raíz y tallo y de mayor porcentaje de prolificidad.

Alfaro *et al.* (2003), reportaron en un trabajo de cruzas dialelicas, la evaluación de diez híbridos de maíz amarillo y un testigo comercial, en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, en las localidades de Yaritagua y Guarabao (estado Yaracuy), Camilero y Tucupido (estado Guárico) y CENIAP (estado Aragua) en Venezuela. Los datos de las variables agronómicas y componentes de rendimiento fueron analizados estadísticamente mediante el análisis de la varianza. Se realizó la prueba de homogeneidad de varianzas para proceder a la ejecución del análisis combinado por localidad a objeto de determinar el comportamiento promedio de los híbridos a través de las localidades y el efecto de la interacción genotipo x ambiente. En este trabajo de investigación encontraron que existió un efecto significativo en la interacción genotipo x ambiente. Se evidencio diferencias significativas entre los híbridos para las variables de floración masculina y femenina, altura de planta. altura de mazorca y rendimiento de grano. El rendimiento fluctuó entre 8.420 y 3.740 kg ha⁻¹, con la información del comportamiento agronómico seleccionaron a los mejores híbridos los cuales fueron: INIA 41, INIA 49, INIA 57, INIA 59 e INIA 45 los cuales se obtuvieron en las localidades de Guarabao, estado Yaracuy y CENIAP estado Aragua.

Híbridos Simples

Jugenheimer (1981), una cruce simple, (A x B), se hace combinando dos líneas puras. Las cruces simples tienden a ser de rendimiento ligeramente mayor y más uniformes en las características de la planta y la mazorca que otros tipos de híbridos.

Es el cruzamiento entre dos individuos diferentes, dos líneas puras. Se utiliza para formar cruces dobles. (Chávez, 1987).

Chávez (1995), es un híbrido creado mediante el cruzamiento de dos líneas endogámicas, la semilla del híbrido F1 es la que se vende a los agricultores para la siembra, por lo común los híbridos simples son más uniformes y tienden a presentar un mayor potencial de rendimiento en condiciones ambientales favorables.

Hurtado *et al* (2004), evaluaron el rendimiento de 20 cruces simples y 26 cruces triples, en dos localidades, en la zona de Zapopan, Jalisco, y en Republica Mexicana. Se evaluaron en un diseño experimental de bloques al azar con dos repeticiones. Las variables medidas fueron el rendimiento, días a floración, altura de planta y mazorca, porcentaje de acame. Los resultados indican que existió diferencia significativa para la variable rendimiento en ambos ensayos. Como resultado obtuvieron que para la mejor variedad en el ensayo uno (Zapopan) fue el testigo Tigre (Asgrow) seguido por otro testigo Dekalb 2020 y la cruce CML 150 x CML 503 con 11.735, 10.529 y 9.890 t ha⁻¹,

respectivamente. Para el ensayo dos, las mejores cruzas fueron CML 503/CML491//CLQRCWQ97 de alta calidad de proteína y CML142/LUDG03//CLQRCWQ97 con 10.684 y 10.557 t ha⁻¹, respectivamente, siendo superiores a los testigos cuyo rendimiento fue de 10.136 t/ha para el Tigre y de 9.040 t/ha para el 2020 de Dekalb. Concluyeron que los híbridos de alta calidad de proteína pueden competir con los maíces de grano normal en rendimiento y que se pueden formar híbridos de buen aspecto y rendimientos entre líneas normales y de alta calidad de proteína.

Híbridos Triples

Allard (1967), el híbrido F1 es cruzado con una línea pura para producir un híbrido tres vías (A x B) x C. El híbrido simple se utiliza como progenitor femenino, y, para que la línea pura utilizada como progenitor masculino dé buenos resultados, debe ser una excelente productora de polen.

Generalmente, la semilla de cruzas de tres vías, (AxB) x C, es menos costosa de producir que la de cruzas simples, aunque más cara que la de cruzas dobles. Las cruzas de tres elementos tienden a ser más uniformes y a tener un rendimiento ligeramente superior que el de las cruzas dobles. (Jugenheimer, 1981).

Es el cruzamiento resultante entre un híbrido simple (F1 de la crusa simple) con una tercera línea. Se utiliza en siembras comerciales para la producción de grano. (Chávez, 1987).

Chávez (1995), estos híbridos se forman con tres líneas autofecundadas, es decir, son el resultado de un cruzamiento entre una cruce simple y una línea autofecundada. La cruce simple como hembra y la línea como macho. Con frecuencia, se puede obtener mayores rendimientos con una cruce triple que con una cruce doble, aunque las plantas de una cruce triple no son tan uniformes como las de la cruce simple. Esto se debe a que en la mayoría de los casos no es posible que combinen bien todos los pares de genes de la tres líneas para caracteres favorables.

Híbridos Dobles

Allard (1967), menciona que un híbrido doble es la F1 de dos híbridos simples. Así, si A,B,C, y D representan líneas puras, uno de los híbridos simples posibles puede estar representado por AxB y uno de los posibles híbridos dobles por (AxB) (CxD). En un híbrido doble la semilla utilizada para la siembra comercial se produce sobre uno de los híbridos sencillos que produce dos o tres veces más que cualquier línea pura. El otro híbrido sencillo produce polen en abundancia y por tanto hay que concederle menos terreno que si el progenitor masculino fuese una línea pura. El mismo autor menciona que aunque la primera producción comercial de un híbrido doble tuvo lugar en 1921, transcurrió un considerable periodo de tiempo antes de que el maíz híbrido llegase a ser un factor importante en la agricultura. En 1933, menos del 1% de la superficie sembrada de maíz lo era de maíces híbridos, y en tanto que para 1944 las variedades híbridas ocupaban más del 80% de la superficie.

Chávez (1995), el híbrido doble se forma a partir de cuatro líneas autofecundadas, es decir, es la progenie híbrida obtenida de una cruce entre dos cruces simples. Las cruces no son tan uniformes como las cruces simples, debido a que las cuatro líneas no siempre combinan bien en todos sus pares de genes; por tal motivo, hay mayor variabilidad de plantas en este tipo de cruces. Asimismo, es importante señalar que una cruce simple produce mayor rendimiento que una triple y ésta, a su vez más que la doble, en la mayoría de los casos. Menciona también que para formar las cruces dobles son necesarios los siguientes pasos:

1. Formación de líneas autofecundadas homocigóticas uniformes.
2. Cruzamientos entre estas líneas en combinaciones que produzcan híbridos simples uniformes y productivos.
3. Cruzamientos entre las cruces simples en combinaciones que produzcan híbridos productivos de cruce doble.

Heterosis

La heterosis también denominado vigor híbrido es de vital importancia en el mejoramiento genético, es un fenómeno biológico de superioridad característico de las especies y se presenta al cruzar dos individuos necesariamente diferentes fenotípica y genotípicamente entre si.

Jones (1952), señaló que la heterosis tiene dos modos generales de expresión: En uno, hay un incremento del tamaño y del número de las partes. Generalmente, este es el resultado de un gran número de células, y de una mayor rapidez de la división celular y de las actividades celulares. En el otro hay un incremento de la eficiencia biológica, como la tasa reproductiva y la capacidad de sobrevivencia.

Sánchez (1971), encontró, que la heterosis o vigor híbrido, de un híbrido F_1 , cae fuera del intervalo de sus progenitores, con respecto a uno o varios caracteres. Generalmente se aplica en tamaño, velocidad de crecimiento o buenas características agronómicas generales; vigor aumentado que resulta de un cruzamiento entre dos progenitores genéticamente diferentes.

Jugenheimer (1981), menciona que la heterosis es un fenómeno en el cual el cruzamiento de dos poblaciones diferentes producen híbridos que son superiores en crecimiento, tamaño, rendimiento, o en vigor general. El mismo autor menciona que la heterosis se manifiesta a sí misma principalmente en las plantas de la generación F_1 .

Poehlman (1987), definió el vigor híbrido o heterosis, como el incremento en tamaño o en vigor de un híbrido con respecto a sus progenitores (o con respecto al promedio de sus progenitores). También propuso, el término de heterosis, para denotar el incremento en tamaño y vigor, después de los

cruzamientos. Menciona también que el vigor híbrido es el resultado de reunir genes dominantes favorables.

Aptitud Combinatoria (AC)

Genéricamente el término de aptitud combinatoria significa la capacidad que tiene un individuo o una población de combinarse con otros, dicha capacidad es medida por medio de su progenie, sin embargo, para que la AC tenga sentido en el contexto genotécnico debe determinarse no en un solo individuo de la población, si no en varios individuos, a fin de poder realizar la selección de aquellos que exhiban la más alta AC. Márquez (1998) Gutiérrez (2002). Este comportamiento en los híbridos se divide en dos categorías: para aptitud combinatoria general (ACG) o para aptitud combinatoria específica (ACE).

Brauer (1987), menciona como primordial importancia para los programas de mejoramiento, la estimación de los valores de ACG de las líneas y los valores de ACE de las mismas ya que dichos valores permiten conocer la relación de su estructura genética de las líneas por mejorar y sobre el origen de la heterosis exhibida al ser cruzadas.

Gutiérrez *et al.* (2004), mencionan que mediante el conocimiento de la aptitud combinatoria de los progenitores, el mejorador logrará una mayor eficiencia en su programa de mejoramiento, pues le permite seleccionar líneas con un buen comportamiento promedio en una serie de cruzamientos e

identificar combinaciones híbridas específicas con un comportamiento superior a lo esperado.

García (2004), evaluó 10 líneas sobresalientes del programa del CIMMYT. Se realizaron 45 cruzas posibles directas, de acuerdo al diseño de apareamiento genético dialélico (Griffing 1956) método 4. El diseño utilizado para su evaluación fue de bloques al azar con dos repeticiones. Se encontró que las cruzas más sobresalientes para rendimiento de mazorca (RMZ) y rendimiento de grano (RG) son la 12 x 20, 15 x 20, y 11 x 13. En cuanto a las cruzas que mostraron el mayor efecto de aptitud combinatoria específica para RMZ y RG fueron 12 x 20, 15 x 20, y 11 x 13, por lo que es muy importante explotar el potencial genético de estas cruzas para la formación de híbridos comerciales.

Aptitud Combinatoria General (ACG)

Jungenheimer (1985), menciona que la ACG, es el desempeño promedio de una línea pura presenta en algunas combinaciones híbridas y proporciona información sobre que líneas puras deben producir las mejores combinaciones cuando se cruzan con muchas otras líneas.

La ACG es el efecto promedio que una línea imparte a sus cruzas, medido como desviación de la media general, o sea, es lo que una línea hereda a sus progenies en promedio de muchas cruzas. (Chávez,1995).

De la Cruz et al. (2005), evaluaron 28 cruzas directas provenientes de un cruzamiento dialélico entre 8 líneas de maíz de alta calidad de proteína (QPM), con un diseño en bloques completos al azar con dos repeticiones. Las variables evaluadas fueron; producción de forraje verde (PFV), materia seca total (MST) porcentaje de mazorca (PM) y digestibilidad in vitro de la materia seca (DIV). Encontraron que las cruzas son diferentes entre sí para las variables PFV, MST y PM; al respecto Gutiérrez et al (2002) encontraron que a medida que incrementa la diversidad genética de las líneas, se incrementa las diferencias entre sus híbridos. Encontraron que los mayores efectos de ACG lo obtuvieron las líneas CML 144 para PFV; CML 146 para PM; CML 148 para MST y CLQ6203 para DIV. Mientras que los mayores efectos de ACE para PFV y MST lo presentó las cruzas CML 148 x CML 173 y CML 173 x CML 144 respectivamente y para las variables PM y DIV correspondieron a las cruzas CML 173 x CML 144 y CML 146 x CLQ6203 respectivamente.

Aptitud Combinatoria Específica (ACE)

La aptitud combinatoria específica es el desempeño individual de una línea pura en una combinación híbrida específica. Por lo tanto, pueden usarse probadores adecuados para determinar qué líneas pueden sustituirse en los híbridos actuales o usarse en nuevos híbridos prometedores. Jungenheimer (1985).

Chávez (1991), menciona que la ACE es el resultado del efecto conjunto de dos líneas en particular, la cual se mide como desviación de la suma de la

media general más las aptitudes combinatorias de los progenitores implicados en la cruce.

Se puede obtener información sobre la ACE de las líneas, esto se realiza mediante el ensayo comparativo de las cruces simples entre ellas. Se cruzan 10 o más de las líneas originales entre ellas para formar cruces simples en todas las combinaciones posibles (también se llama cruzamiento dialélico). Se compara el comportamiento de las progenes de las cruces simples, para determinar la ACE de las líneas.

De la Cruz *et al* (2006), trabajaron con 8 poblaciones de maíz tropical y sus 28 cruces directas, las cuales provienen de un sistema dialélico, en un diseño experimental de bloques al azar con dos repeticiones. La variable medida fue rendimiento de grano en dos fechas diferentes de siembra. Encontraron efectos significativos entre fechas lo que puede atribuirse a diferencias de precipitación entre los experimentos. Con respecto a las cruces encontraron efectos significativos debidas a la diversidad genética de las poblaciones de maíz tropical utilizados como progenitores. Al respecto Vergara *et al* (2002) y Gutiérrez *et al* (2002) encontraron que a medida que se incrementa la diversidad genética de los progenitores, se incrementa las diferencias entre sus cruces tanto en características agronómicas como fisiológicas. Para efectos de ACG, las poblaciones 23 y 43 fueron las mas importantes, por lo tanto sugieren que ambas poblaciones tienen una alta contribución en la expresión del rendimiento en sus respectivas progenes y que los efectos de tipo aditivos son

importantes. Al respecto Preciado et al (2005) señalaron que al detectarse efectos mayores de ACG, es factible explotar la proporción aditiva de la varianza genética disponible mediante cualquier variante de la selección recurrente. Mientras que para los efectos de ACE los mejores resultados los obtuvieron la cruza VS- 536 x Pob 32, Pob 22 x Pob 43, Pob 23 x Pob 49 y Pob 43 x Pob 49.

III MATERIALES Y METODOS

Material Genético.

El presente trabajo de investigación, inicio con una población de maíz amarillo considerada de amplia variabilidad genética, la cual se sembró en el Centro Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 17 en la localidad de Úrsulo Galván en el Estado de Veracruz, al comienzo de su etapa reproductiva se seleccionaron las mejores plantas para ser autofecundadas, y obtener así las líneas S1.

Para la formación de familias de medios hermanos y hermanos completos, se seleccionaron 50 mazorcas cristalinas y 300 mazorcas dentadas, las primeras tomadas como machos y la segunda como hembras respectivamente.

Las cruzas simples utilizadas como progenitores en este trabajo de investigación fueron tomadas del trabajo de Luis Hernández San Juan, Estimación de Componentes de Varianza Genética y Heredabilidad en una población de maíz amarillo Tropical en el año 2005.

En el ciclo agrícola otoño-invierno 2007A se realizaron las cruzas dobles obteniéndose 80 híbridos mas 2 testigos comerciales, para evaluar en el ciclo primavera-verano 2007B. Para fines de cruzas dialélicas se utilizaron solo los progenitores que coincidieron en todos los cruzamientos y en este caso fueron 72 cruzas.

Área de estudio.

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario (CBTA) No. 17 ubicado en Villa Úrsulo Galván en el Estado de Veracruz. Las ubicaciones geográficas de ese lugar son; 99° 01' de longitud oeste y 18° 40' de latitud Norte.

La temperatura media anual de esta localidad es de 30 °C, con una precipitación de 800 mm y a una altitud de 85 msnm.

Descripción de Úrsulo, Galván, Veracruz

La localidad está situada en la zona central costera del Estado de Veracruz, limitando con los municipios de Actopan, Puente Nacional, José Cardel, La antigua y el Golfo de México, la cual ocupa una extensión de 149.70 km².

Características experimentales

El presente trabajo de investigación se realizó bajo un diseño experimental en bloques al azar con 2 repeticiones.

Las características de la unidad experimental se presenta en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1. Características de la parcela experimental

LOCALIDAD	VILLA ÚRSULO GALVÁN
Fecha de siembra	Junio de 2007A.
Longitud de surcos	4.82 m
Distancia entre surcos	.90m

Matas por surco	21
A.P.U.	8.316m
Distancia entre plantas	.22 m
Plantas por matas	
En siembra	2
Al aclareo	1
Repeticiones	2
Densidad de plantas/ha	50,505
Fertilización	130-100-20
No. Tratamientos	80
Fecha de cosecha	Noviembre 2007B.
Surcos por parcela	2

A.P.U. = Área de parcela útil

Prácticas culturales

Las prácticas culturales se realizaron de acuerdo al paquete tecnológico del Instituto Mexicano del Maíz, el cual se describe a continuación.

Se sembraron dos semillas por golpe, posteriormente se aclaró a una planta, para asegurar el número de plantas que se requieren en cada ambiente y parcela.

La aplicación de fertilizantes se realizó a una dosis de 130 - 100 - 20 de Urea como fuente de Nitrógeno y como fuente de fósforo el superfosfato de amonio. Las cantidades de fertilizantes se distribuyeron de la siguiente manera.

Al momento de la siembra se aplicó el 50% de nitrógeno y toda la cantidad de fósforo; el restante 50% del nitrógeno se aplicó al momento del primer cultivo.

El trabajo se llevó a cabo bajo condiciones de temporal. Las aplicaciones de plaguicidas se realizaron de acuerdo a la infestación de insectos y enfermedades y para el control de malas hierbas se realizaron aplicaciones con herbicidas específicos.

Labores culturales

Estas labores se realizaron principalmente durante el ciclo vegetativo del cultivo, en el momento oportuno, generalmente dando prioridad a las primeras etapas de crecimiento y desarrollo de tal manera que se mantuvo libre de malezas al cultivo, realizándose con el equipo requerido para dichas actividades.

Toma de datos

Las características agronómicas que se evaluaron, son las que se considero de mayor importancia para poder efectuar la selección de los mejores materiales experimentales, las cuales se describen a continuación.

Altura de planta.- Distancia medida en centímetros, desde el suelo hasta la base de la espiga, en una planta representativa de cada parcela. Después del estado lechoso del grano.

Altura de mazorca.- Distancia medida en centímetros, desde la base de la planta hasta el nudo de inserción de la mazorca principal, tomada en una planta representativa de cada parcela. Después del estado lechoso del grano.

Acame de raíz.- Número de plantas que presentaban una inclinación mayor de 30° con respecto a la vertical por parcela, datos tomados dos semanas antes de la cosecha, y evaluadas en porcentaje con respecto al total de plantas.

Acame de tallo.- Es el número de plantas expresado en porcentaje, que presentaron el tallo quebrado por debajo de la mazorca principal tomado dos semanas antes de la cosecha.

Mazorcas podridas.- Número de mazorcas que se observaron total o parcialmente con granos podridos, evaluadas en por ciento respecto al número total de mazorcas cosechadas por parcela.

Mala cobertura.- Número de mazorcas que se encontraron descubiertas totalmente por las brácteas por parcela, y evaluada en %, en relación con el total de las mazorcas cosechadas en cada parcela.

Días a floración Femenina.- Se tomaron en consideración los días transcurridos a partir de la fecha en que se sembró hasta el momento en que más del 50% de la parcela presentaba estigmas receptivos.

Días a floración masculino.- Se determino tomando en cuenta los días transcurridos desde la fecha de siembra hasta que el 50% de las plantas de la parcela se encontraban en antesis.

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

Mazorcas con Fusarium.- Número de mazorcas que se observaron total o parcialmente con síntomas del hongo, evaluadas en por ciento respecto al numero total de mazorcas cosechadas por parcela.

Rendimiento. Es la producción estimada por parcela experimental reportada en $t\ ha^{-1}$ de mazorcas al 12 % de humedad. Éste se obtuvo al multiplicar el peso seco (PS) por el factor de conversión.

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

Donde: % H = porcentaje de humedad del grano a la cosecha por parcela y
PC= peso de campo en gr. El factor de conversión se presenta por:

$$FC = \frac{10,000\ m^2}{APU \times 0.88 \times 1000}$$

Donde:

APU= área de parcela útil. Es el producto de la distancia entre surcos por la distancia entre matas por el número exacto de plantas por parcela; 0.88= constante para transformar el rendimiento de peso seco al 12 % de humedad; 1000 = constante para obtener el rendimiento en t ha⁻¹; y 10,000= valor correspondiente a la superficie de una hectárea en m².

Análisis Estadístico

La evaluación de los híbridos dobles amarillos incluyó 80 tratamientos más 2 testigos comerciales con dos repeticiones por tratamiento.

Los análisis de varianza se hicieron para las características de días a floración masculina, días a floración femenina, altura de planta, altura de mazorca, numero de plantas cosechadas, número de mazorcas cosechadas, mazorcas podridas, mazorcas con Fusarium, acame de raíz, acame de tallo, peso de campo, y rendimiento en toneladas por hectárea. El cual se realizó mediante el paquete computacional Diseños Experimentales de la Universidad Autónoma de Nuevo León en su Versión 2.5. Las características evaluadas es para determinar si existen diferencias significativas entre los híbridos evaluados y los testigos comerciales.

Análisis de Varianza Individual

El modelo lineal utilizado para obtener el análisis de varianza individual fue el de bloques al azar el cual se describe a continuación.

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$i = 1, 2, \dots, t$ (repetición)

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

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

μ = Efecto de la media general del experimento.

β_i = Efecto de la i -ésima repetición.

τ_j = Efecto del j -ésimo tratamiento.

ε_{ij} = Efecto aleatorio de la interacción del tratamiento j en la repetición i que es equivalente al error experimental.

Cuadro 3.2. Formato para el análisis de varianza bloques al azar individual

FV	GL	SC	CM	FC
Tratamiento	$t - 1$	$\frac{\sum Y_{i.}^2}{r} - FC$	$\frac{SC_t}{GL_t}$	$\frac{CM_t}{CM_e}$
Repetición	$r - 1$	$\frac{\sum Y_{.j}^2}{t} - FC$	$\frac{SC_r}{GL_r}$	$\frac{CM_r}{CE_e}$
Error	$(t - 1)(r - 1)$	$SCT - SC_t - SC_r$	$\frac{SC_e}{GL_e}$	
Total	$tr - 1$	$\sum \sum Y_{ij}^2 - FC$		

$$FC = \frac{Y_{..}^2}{rt}$$

Para ver la confiabilidad del trabajo, se procedió a calcular el coeficiente de variación para cada una de las características evaluadas con la siguiente fórmula.

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

Donde:

C.V.= Coeficiente de variación.

CMEE= Cuadrado medio del error.

X = Media general

100= Valor constante.

Se realizaron comparaciones entre medias para cada una de las características estudiadas, mediante la prueba de rango múltiple (D.M.S.), en los análisis de varianza individuales mediante la siguiente fórmula.

$$D.M.S = t_{\alpha/2}(\text{glee}) \sqrt{\frac{2CMEE}{r}}$$

Donde:

$t_{\alpha/2}(\text{glee})$ = Valor de t a un valor de probabilidad α y los grados de libertad del error experimental.

r= Número de repeticiones.

CMEE = Cuadrado medio del error experimental.

Análisis de Varianza para el Dialélico

Además, del análisis individual que se realizó, se llevó a cabo el análisis de varianza para el dialélico mediante la metodología descrita por Ángel Martínez Garza el cual se presenta a continuación.

Cuadro 3.3. Formato para el análisis de varianza de los dialélicos

F.V.	G.L.	SC	Valores de los CM
Repeticiones	r-1	$\sum_k \frac{Y^2_{..k}}{p(p-1)} - \frac{Y^2_{...}}{rp(p-1)}$	
Cruzas	P(p-1) - 1	$\sum_{i \neq j} \frac{Y^2_{ij.}}{r} - \frac{Y^2_{...}}{rp(p-1)}$	
ACG	P - 1	$\sum_i \frac{G^2_i}{2r(p-2)} - \frac{4Y^2}{2rp(p-2)}$	$\sigma^2_e + 2r\sigma^2_s + 2r(p-2)\sigma^2_g$
ACE	P(p-3)/2	$\sum_{i > j} \sum_{i < j} \frac{(Y_{ij.} + Y_{ji.})^2}{2r} - \frac{Y^2_{...}}{rp(p-1)} - SC(ACG)$	$\sigma^2_e + 2r\sigma^2_s$
EM	P - 1	$\sum_i \frac{[\sum_{j \neq i} (Y_{ij.} - Y_{ji.})]^2}{2rp}$	$\sigma^2_e + 2r\sigma^2_r + 2rp\sigma^2_m$
ER	(p-1)(p-2)/2	$\sum_{i < j} \sum_{i < j} \frac{(Y_{ij.} - Y_{ji.})^2}{2r} - SC(EM)$	$\sigma^2_e + 2r\sigma^2_r$
Error	Por diferencia	Por diferencia	σ^2_e
Total	rp(p-1) - 1	$\sum_i \sum_j \sum_k Y^2_{ijk} - \frac{Y^2_{...}}{rp(p-1)}$	

Estimaciones de componentes de varianza genética

La estimación de los componentes de varianza aditiva (σ^2_A) y la varianza de dominancia (σ^2_D), así como la heredabilidad (h^2) se realizó utilizando las esperanzas de cuadrados medios del análisis de varianza de la variable de respuesta. Utilizando la metodología propuesta por Ángel Martínez Garza.

Los componentes de varianza del diseño se estimaron como sigue:

$$\sigma^2_e = \text{CM (Error)}$$

$$\sigma^2_r = \frac{\text{CM (ER)} - \text{CM (Error)}}{2r}$$

$$\sigma^2_m = \frac{\text{CM (EM)} - \text{CM (ER)}}{2rp}$$

$$\sigma^2_s = \frac{(\text{CM (ACE)} - \text{CM (Error)}) p^2}{2r (p^2 - p + 1)}$$

$$\sigma^2_g = \frac{1}{2rp} [\text{CM (ACG)} - \frac{2r (p - 1)}{p} \sigma^2_s - \sigma^2_e]$$

La varianza fenotípica total, es dada por:

$$\sigma^2_p = 2 \sigma^2_e + \sigma^2_s + 2 \sigma^2_m + \sigma^2_r + \sigma^2_e$$

Los componentes de varianza genética se estimaron de la siguiente manera:

$$\text{Cov (M. H.)} = \sigma^2_g$$

$$\text{Cov (M.C.)} = \sigma^2_s + 2 \text{Cov (M.H.)}$$

$$\sigma^2_A = 4 \text{Cov (M. H.)} = 4 \sigma^2_s$$

$$\sigma^2_D = 4 \text{Cov (M.C.)} - 2 \sigma^2_A = 4 \sigma^2_s$$

Por consiguiente el estimador de la varianza genotípica total, σ^2_G , esta dada por:

$$\sigma^2_G = \sigma^2_A + \sigma^2_D$$

De los componentes de varianza del diseño, la heredabilidad en sentido estricto se calculó de la siguiente manera:

$$h^2 = \frac{100 \sigma^2_A}{\sigma^2_P}$$

IV RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de los cuadrados medios de las variables agronómicas evaluadas en la Villa, Úrsulo, Galván en el Estado de Veracruz se presentan en el Cuadro 4.1 donde se observó que para la fuente de variación tratamientos, se tiene que cinco de nueve variables presentan diferencias significativas ya sea al cinco por ciento o al uno por ciento, dichas variables agronómicas evaluadas son: altura de mazorca, días a floración masculino, y acame de raíz que presentan un nivel de significancia al cinco por ciento mientras que para las variables días a floración femenina y rendimiento, mostraron diferencias significativas al uno por ciento. Siendo las variables altura de planta, acame de tallo, mazorcas podridas y mazorcas con Fusarium, las variables que no presentaron diferencias significativas.

Por otro lado, para la fuente de variación repeticiones se tiene que para todas las variables evaluadas ninguna presentó significancia, esto quiere decir dos cosas: en primer lugar que el modelo matemático no llegó a detectar la diferencia entre repeticiones. Segundo que realmente la condición ambiental de una repetición a otra repetición realmente son iguales en características ambientales como; temperatura, humedad relativa, viento o bien el tipo de suelo es muy uniforme en características físicas como: textura, estructura, y químicas como: Ph, nutrientes, salinidad.

En lo que respecta al coeficiente de variación (CV) se puede observar en el cuadro 4.1 que los valores más altos los obtuvieron las variables altura de mazorca y rendimiento con 11.60% y 22.33% respectivamente, el resto de las variables evaluadas presentaron valores de 8.32% correspondiente a altura de planta, mientras que para días a floración masculino y días a floración femenino fue de 1.51% y 1.56% respectivamente. Mientras que para las variables evaluadas en porcentaje los valores son altos, presentando el valor más alto la variable acame de tallo con 124.36 por ciento, le sigue mazorcas podridas con 93.21 por ciento, y la variable mazorcas con Fusarium presentó un coeficiente de variación de 35.29 por ciento por lo que se debe tomar medidas urgentes en cuanto a esta enfermedad ya que la presencia de éste en las plantas se ve reflejado en los términos de rendimientos; y 59.55, por ciento correspondiente a acame de raíz.

Cuadro 4.1. Concentración de cuadrados medios del análisis de varianza para características evaluadas en maíz amarillo en la villa Úrsulo, Galván, Veracruz, 2007.

F.V.	G.L.	AP cm	AM cm	DFM días	DFF días	ACAME Raíz (%)	ACAME Tallo (%)	Mazorcas Pod. (%)	Mazorcas Fus. (%)	REND Ton/ha
Trat.	81	302.191345n/s	234.876541*	1.118056 *	1.709877 **	25.049685 *	4.368037n/s	2.299985n/s	36.568287n/s	0.966416 **
Rep.	1	88.000000n/s	478.000000n/s	1.187500n/s	2.000000n/s	15.244141n/s	4.445099n/s	0.737793n/s	0.496094n/s	0.592957 n/s
Error	81	308.481476	162.925919	0.713735	0.814815	15.490813	4.099443	2.268669	27.222271	0.323995
Total	163	49552.500000	32700.000000	149.562500	206.000000	3299.024414	690.310974	370.798767	5167.531250	105.116211
Medias		210.8	110	56	57	6.6	1.4	1.6	14.7	2.490
C.V.		8.32	11.60	1.51	1.56	59.55	124.36	93.21	35.29	22.33
D.M.S. 0.05		17.50	12.72	0.84	0.89	3.92	2.02	1.50	5.20	0.566
0.01		23.22	16.87	1.11	1.19	5.20	2.67	1.99	6.89	0.751

*Significativo al 5%, ** Altamente Significativo al 1%, N/S No Significativo.

AP= Altura de Planta, AM= Altura de Mazorca, DFM= Días a Floración Masculino, DFF= Días a Floración Femenina, REND= Rendimiento.

De acuerdo a los valores promedios concentrados en el Cuadro 4.2, el cual presenta a los mejores 10 tratamientos y los testigos comerciales, donde se observa que todos los tratamientos experimentales superaron considerablemente a la media general el cual presentó un valor de 2.490 ton/ha en rendimiento promedio. En cuanto a los testigos comerciales el tratamiento 82 (mejor testigo comercial) presentó un rendimiento de 4.089 ton/ha; en comparación con el mejor híbrido experimental que fue de 3.847 ton/ha que corresponde al tratamiento 39, mostrando una diferencia de 0.242 ton/ha menos que el testigo comercial.

De acuerdo a la Diferencia Mínima Significativa (DMS), ya sea al 1 por ciento o al 5 por ciento, los 10 tratamientos que manifestaron los mejores rendimientos, estadísticamente son iguales respecto a los testigos comerciales.

Los valores promedios demuestran que los híbridos experimentales además de ser estadísticamente iguales a los testigos comerciales, lograron manifestar mejores características agronómicas como son: altura de planta, altura de mazorca (los valores más altos le corresponden a los tratamientos 38 y 30 con valores de 130 cm respectivamente, en comparación con el mejor testigo que presentó 123 cm), días a floración masculina, días a floración femenina, porcentajes iguales o bajos en cuanto a; acame de raíz, acame de tallo, y mazorcas podridas.

Esta situación nos ofrece grandes posibilidades de éxito para la selección de híbridos experimentales.

Cuadro 4.2. Medias generales de las características agronómicas de los mejores 10 híbridos en base a su rendimiento en la localidad de Úrsulo, Galván. 2007.

Tratamientos	Origen U.G. 2007	AP cm	AM cm	DFM días	DFF días	ACAME Raíz (%)	ACAME Tallo (%)	Mazorcas Pod. (%)	Mazorcas Fus. (%)	REND Ton/ha
39	1122 x 1114	222.5	117.5	56	58	2.5	2.5	1	15	3.847
46	1120 x 1115	222.5	112.5	55.5	57	3.5	0.5	2	11	3.667
38	1120 x 1114	225	130	56.5	59	1	0	2.5	14.5	3.607
30	1119 x 1112	225	130	55	57	3.5	1	2	13.5	3.487
43	1117 x 1115	207.5	102.5	55.5	57	4.5	1	0	11.5	3.426
34	1115 x 1114	202.5	102.5	56	57	6.5	0	1	9	3.366
47	1122 x 1115	197.5	100	55.5	57.5	6	1	0.5	9	3.306
20	1117 x 1118	222.5	105	55	57	8.5	1	0.5	12	3.186
35	1116 x 1114	190	107.5	55	56.5	3	1	2	11.5	3.186
36	1117 x 1114	220	115	56	57.5	4	0.5	1.5	10.5	3.126
82 (T)	DK-353	230	125	57	59	3	0.2	0.3	8.2	4.089
81 (T)	DK-234	223	116	57	60	1.3	0	1.6	15.8	3.775
53	1115 x 1119	220	110	57	59	7	0	1.5	20	1.533
74	1114 x 1122	195	107.5	57	59	5.5	3	1	12	1.502
59	1114 x 1120	195	90	57	58	7	4	3	16.5	1.322
MEDIA		210.8	110	56	57	6.6	1.4	1.6	14.7	2.490
D.M.S										
0.05		17.50	12.72	0.84	0.89	3.92	2.02	1.50	5.20	0.566
0.01		23.22	16.87	1.11	1.19	5.20	2.67	1.99	6.89	0.751

T= Testigo, AP= Altura de Planta, AM= Altura de Mazorca, DFM= Días a Floración Masculino, DFF= Días a Floración Femenino.

El análisis de varianza (ANVA) para los dialélicos detectó diferencias no significativas y altamente significativas (1%) para las fuentes de variación de interés los cuales se presentan en el cuadro Cuadro 4.3.

Para la fuente de variación repeticiones no se encontraron efectos significativos, lo que quiere decir, que la condición ambiental de una repetición a otra repetición realmente son estadísticamente iguales en características ambientales como; temperatura, humedad relativa, luz, viento o bien el tipo de suelo es muy uniforme en características físicas como: textura, estructura, y químicas como: Ph, nutrientes, salinidad.

En cuanto a la fuente de variación cruza se encontraron diferencias altamente significativas, esto quiere decir que existen cruza que presentan buen comportamiento en combinaciones, debidas a la diversidad genética de la población que se utilizó como progenitor. Al respecto Vergara *et al* (2001) y Gutiérrez *et al* (2002) encontraron que a medida que se incrementa la diversidad genética de los progenitores, se incrementan las diferencias entre sus cruza tanto en características agronómicas como fisiológicas.

Al desglosar la fuente de variación cruza en los efectos de ACG y ACE, se encontró que la ACE no presentó efectos significativos, en tanto que fueron altamente significativos para la ACG, lo que indica que fueron de mayor magnitud que los cuadrados medios de ACE. Dicha significancia sugiere que la

mayor proporción de la variabilidad genética observada en las poblaciones esta asociada con efectos aditivos, lo que indica que en el control de la expresión del rendimiento, los efectos aditivos fueron los más importantes para el germoplasma que se utilizó.

Para la fuente de variación efectos maternos presentó diferencias altamente significativas en tanto que efectos recíprocos no presentó significancia. En cuanto al Coeficiente de Variación resultó con un 23.98%.

Cuadro 4.3 Cuadrados medios del análisis de varianza dialélico de las 72 cruzas para rendimiento de grano.

FV	GL	SC	CM	F
Repeticiones	1	0.743042	0.743042	2.291069 n/s
Cruzas	71	45.517029	0.641085	1.976698 **
ACG	8	7.605565	0.950696	2.931341 **
ACE	27	7.842294	0.290455	0.895579 n/s
Dialelo	35	15.447857	0.441367	
E M	8	19.97081044	2.496351	6.921657**
E R	28	10.09836156	0.360658	1.112040
Error	71	23.026794	0.324321	
Total	143	69.286865		

C.V. = 23.98 %

Es muy importante contar con un criterio de selección para identificar progenitores que cuenten con buena Aptitud Combinatoria, ya que en México como en otras áreas del mundo es muy común el empleo de híbridos dobles. En este caso el estudio realizado es a partir de cruzas simples el cual nos permite identificar híbridos simples experimentales con potencial para ser empleados como progenitores para la formación de nuevos híbridos.

Con los valores medios del rendimiento de grano, se obtuvieron los efectos de ACG y ACE como se muestra en el cuadro 4.4 donde se observa que los mejores progenitores que mostraron efectos positivos de ACG son; 1115 con valor de 0.237675 y 1114 con valor de 0.217997. Los resultados sugieren que ambas poblaciones tienen una alta contribución en la expresión del rendimiento en sus respectivas progenies y que los efectos de tipo aditivos son importantes. Al respecto Preciado *et al* (2005) señalaron que al detectarse efectos mayores de la ACG, es factible explotar la proporción aditiva de la varianza genética disponible mediante cualquier variante de la selección recurrente. Por otra parte, los progenitores que peor ACG tienen son: 1120 con valor de -0.267360 y 1122 con valor de -0.202646.

Para los efectos de ACE se encontró que las cruzas que mejor comportamiento tienen en combinación son: 1112 x 1119 que presenta un valor de 0.593776, 1115 x 1120 con valor de 0.481526, 1115 x 1122 con valor de 0.341312, 1116 x 1117 con valor de 0.323097 y 1114 x 1122 con valor de

0.285740. Por otro lado, las cruzas que peor comportamiento tienen son: 1116 x 1120 que tiene un valor de -0.60081, 1112 x 1115 y 1116 x 1119 con valores de -0.392296 y -0.361295 respectivamente.

Es interesante notar que el progenitor 1115, que mostró el mejor efecto de ACG dio lugar a dos de las cinco cruzas con mejores efectos de ACE (1115 x 1120 y 1115 x 1122). Reyes *et al* (2004) menciona que las cruzas con mayor ACE, son aquellas que resultan de cruzar al menos un progenitor con alta ACG.

Desde el punto de vista de la identificación de germoplasma con propósitos de utilización en programas de mejoramiento genético, deben de considerarse tanto los efectos de ACG como los de ACE, dependiendo de los objetivos planteados. De esta manera, los progenitores 1115 y 1114 con base en los efectos de ACG podrían utilizarse en un programa de mejoramiento poblacional. Así mismo, las cruzas identificadas con los mayores efectos de ACE podrían considerarse en un programa de mejoramiento para la formación de híbridos comerciales.

Cuadro 4.4. Concentración de efectos de Aptitud Combinatoria General y Específica

	1112	1114	1115	1116	1117	1118	1119	1120	1122	ACG
1112		-0.330867	-0.392296	0.208597	0.180419	0.058347	0.593776	0.009490	-0.327474	0.124961
1114	- 0.330867		0.055919	-0.094689	0.001383	0.043311	-0.100760	0.139954	0.285740	0.217997
1115	- 0.392296	0.055919		0.096133	-0.092045	-0.294867	-0.195688	0.481526	0.341312	0.237675
1116	0.208597	-0.094689	0.096133		0.323097	-0.017224	-0.361295	-0.60081	-0.094546	0.087783
1117	0.180419	0.001383	-0.092045	0.323097		0.127597	-0.043724	-0.238510	-0.258224	0.040711
1118	0.058347	0.043311	- 0.294867	- 0.017224	0.127597		-0.045796	-0.090581	0.219204	-0.092467
1119	0.593776	-0.100760	- 0.195688	-0.361295	-0.043724	-0.045796		0.038848	0.114633	-0.146646
1120	0.009490	0.139954	0.481526	-0.060081	-0.238510	-0.090581	0.038848		-0.280653	-0.267360
1122	-0.327474	0.285740	0.341312	- 0.094546	-0.258224	0.219204	0.114633	- 0.280653		-0.202646

En cuanto a los resultados del análisis de parámetros genéticos para la variable rendimiento de grano son: σ^2_A = Varianza aditiva presentó un valor de 0.239372, σ^2_D = Varianza de dominancia con un valor de -0.037577 mientras que para heredabilidad (h^2) en sentido estricto es 42.56 %. Estos resultados concuerdan con los resultados de Reyes et al (2004) donde la varianza aditiva ($\sigma^2_A = 37.36$) fue mayor que la varianza de dominancia, ($\sigma^2_D = 6.75$) . Mientras que Caballero y Cervantes (1990) informan que en la variedad Rocamex V-520C de la raza Tuxpeño, la varianza aditiva resultó mayor que la varianza de dominancia. En otras razas mexicanas de maíz, Sahagún *et al.* (1991) también encontraron que en la variedad Zac-58 original (Cónico Norteño) la varianza aditiva fue mayor que la de dominancia.

V. CONCLUSIÓN

Para concluir con la presente investigación se puede reafirmar, que de acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de varianza y discusión fue posible identificar las cruzas simples que mejor se comportaron cuando se combinaron para formar las cruzas dobles que son estadísticamente iguales a los testigos comerciales y sobre todo se cumplieron con los objetivos propuestos para este trabajo de investigación por lo cual se hace mención de las cinco cruzas dobles que mejor se comportaron en el análisis, las cuales son:

1122 x 1114

1120 x 1115

1120 x 1114

1119 x 1112

1117 x 1115

Los progenitores que mayor Aptitud Combinatoria General presentan son: 1115 con valor de 0.237675, 1114 con valor de 0.217997, mientras que los peores resultados lo tienen los progenitores; 1120 con valor de -0.267360, 1122 con valor de -0.267360.

Las cruzas simples que mayor Aptitud Combinatoria Específica presentan al combinarse para formar híbridos dobles son: 1112 x 1119 con valor de 0.593776, 1115 x 1120 con valor de 0.481526, 1115 x 1122 con valor de 0.341312, mientras que las peores cruzas son: 1116 x 1120 con valor de -

0.60081, 1112 x 1115 con valor de -0.392296, 1116 x 1119 con valor de -0.361295.

Los valores de varianza genética aditiva fueron mayores a los de dominancia: σ^2_A = Varianza aditiva presentó un valor de 0.239372, σ^2_D = Varianza de dominancia con un valor de -0.037577 mientras que para heredabilidad (h^2) en sentido estricto es 42.56 %.

VI. BIBLIOGRAFÍA

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

Alfaro, Y., Segovia, V., Mireles, M., Monasterios, P., Alejos, G. y Pérez, M. 2003. El maíz amarillo para la molienda húmeda. Revista Digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela. Numero 6. Venezuela. Disponible en http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n6/arti/alfaro_y/arti/alfaro_y.html.

Brauer, H.O.1987. Fitogenética aplicada. Edición. De. Limusa. México, D. F. 518 p.

Chávez A. J. L. (1987). Mejoramiento de plantas I. México. Editorial trillas: UAAAN. 146 p.

Chávez A. J. L. (1995). Mejoramiento de plantas II. Métodos específicos de plantas alógamas. México. Editorial trillas: UAAAN, 1995. 143 p.

De la Loma, J. L. 1954. Genética General y Aplicada. Segunda Edición. Editorial UTEHA. Chapingo. México. 688 p.

De la Cruz L. E., Rodríguez H. S. A., Palomo G. A., López B. A., Robledo T. V., Gómez V. A., Osorio O. R. Aptitud Combinatoria de Líneas de Maíz de alta calidad de Proteínas para características Forrajeras. División Académica de Ciencias Agropecuarias Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Disponible en:

<http://www.ujat.mx/publicaciones/uciencia/junio-2007/6%20-%20261uc.pdf>.

De la Cruz G. P., Lázaro C. E., Nájera C. G., Osorio O. R., Manzano B. N. P., Del Río L. A., Noverola L. U. 2005. Aptitud Combinatoria General y Específica de Germoplasma Tropical de Maíz. División Académica de Ciencias Biológicas Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Disponible en:

<http://www.veterinaria.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/viewFile/219/15>.

Díaz, D. H. D. 2005. Aptitud Combinatoria en Líneas Braquíticas de Maíz (*Zea mays L.*). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Torreón, Coahuila, México.

García, T. J. 2007. Aptitud Combinatoria General y Específica entre líneas elite de Maíz. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Torreón, Coahuila, México.

Importancia del Maíz en el Sector Agropecuario. Disponible en:

http://w4.siap.sagarpa.gob.mx/sispro/IndModelos/SP_AG/Maíz/Descripci%c3%B3n.pdf.

Jungenheimer, R. W. 1981. Maíz: Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semilla. Editorial Limusa. México. D.F.

Peña, D. A. Z. 2006. Estimación de la Aptitud Combinatoria de Líneas de Maíz para Generar Híbridos con Adaptación en Altitudes de 1500 – 2000 msnm. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Poehlman, J. M. 1987. Mejoramiento genético de las cosechas. De. Limusa. Séptima Reimpresión. México, D. F.

Reyes L. D., Molina G. J. D., Oropeza R. M. A., Moreno P. E. del C. 2004. Cruzas dialélicas entre líneas autofecundadas de maíz derivadas de la raza Tuxpeño. Revista Fitotecnia Mexicana. Chapingo, México. Pp. 49-56.

Sánchez R. R. 1971. Terminología fitogenética y citogenética. De. Herrero Hermanos, Sucs. México D. F.

San J. L. H., Estimación de componentes de varianza genética y heredabilidad en una población de maíz amarillo tropical. Tesis Maestro en Ciencias. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

VII. APENDICE

Cuadro VIII.1. Concentración de medias de variables agronómicas evaluadas en Ursulo, Galván, Ver., 2007

Trat.	Cruzas	AP cm	AM cm	DFM días	DFD días	ACAME Raíz (%)	ACAME Tallo (%)	Mz Pod. (%)	Mz Fus. (%)	REND Ton/ha
1	1114 x 1116	202,5	100	55,5	57	16	1.5	2.5	17	1.984
2	1115 x 1116	187,5	105	55,5	57	8.5	1	1.5	15	2.765
3	1117 x 1116	210	122,5	55,5	57	13	1	1.5	14	2.585
4	1118 x 1116	207,5	102,5	56	57,5	7	2.5	2	17.5	2.465
5	1119 x 1116	227,5	115	55,5	57,5	10	3.5	2	12.5	2.284
6	1120 x 1116	212,5	95	56	58	7	0.5	1.5	17	2.465
7	1122 x 1116	220	125	56	57,5	9	3	1.5	13	2.645
8	1112 x 1117	217,5	107,5	55,5	57,5	8.5	1.5	3	17	2.915
9	1114 x 1117	215	107,5	56	58,5	12.5	0.5	1	12	2.524
10	1115 x 1117	187,5	90	56	58	14.5	4	2	14.5	2.194
11	1116 x 1117	210	117,5	55	57	10	1.5	2.5	17.5	3.066
12	1118 x 1117	212,5	105	56,5	58,5	6.5	3	1	9.5	1.713
13	1119 x 1117	207,5	117,5	56,5	58	9.5	4	3	15.5	2.104
14	1120 x 1117	207,5	102,5	56,5	58	5.5	1.5	1.5	20	2.014
15	1122 x 1117	215	117,5	56	57,5	7.5	1.5	0	11.5	1.923
16	1112 x 1118	185	90	57	58	11	1	2	18	2.224
17	1114 x 1118	202,5	97,5	55	57	14.5	0	1	17	2.344
18	1115 x 1118	212,5	97,5	56	57,5	5	2	1.5	17	1.923
19	1116 x 1118	207,5	110	56,5	57,5	6	1.5	2	18.5	2.239
20	1117 x 1118	222,5	105	55	57	8.5	1	0.5	12	3.186
21	1119 x 1118	212,5	102,5	55,5	57,5	8	4	2.5	17.5	1.893
22	1120 x 1118	220	110	56	57,5	4.5	4	3.5	14	1.983
23	1122 x 1118	205	107,5	55	56,5	8.5	3	2.5	18	2.465
24	DK- 234	225	125	58,5	60,5	2	0	2	11	3.487
25	DK-353	242,5	132,5	57,5	59,5	1	0	0.5	7.5	4.328
26	1115 x 1112	217,5	117,5	56	57,5	5	0	0.5	12	2.164
27	1116 x 1112	230	120	55,5	57,5	2.5	1	1	11.5	2.885
28	1117 x 1112	212,5	130	56	58	2	0	2	7.5	2.524
29	1118 x 1112	212,5	117,5	55	57,5	5	0	1.5	13.5	2.705
30	1119 x 1112	225	130	55	57	3.5	1	2	13.5	3.487
31	1120 x 1112	220	100	56	57	2.5	0	0	10.5	2.164
32	1122 x 1112	215	107,5	56	57	7	1	1	10	1.833
33	1112 x 1114	202,5	125	55,5	57	5.5	1	1	19.5	2.525
34	1115 x 1114	202,5	102,5	56	57	6.5	0	1	9	3.366
35	1116 x 1114	190	107,5	55	56,5	3	1	2	11.5	3.186
36	1117 x 1114	220	115	56	57,5	4	0.5	0	12	3.126
37	1119 x 1114	202,5	102,5	55,5	58	1.5	0.5	1.5	10.5	3.066
38	1120 x 1114	225	130	56,5	59	1	0	2.5	14.5	3.607
39	1122 x 1114	222,5	117,5	56	58	2.5	2.5	1	15	3.847
40	1112 x 1115	202,5	100	55,5	57	3.5	1.5	1	17.5	2.524
41	1114 x 1115	207,5	102,5	55,5	57	6	1	1	17.5	2.404
42	1116 x 1115	210	115	56	57	3	1	1.5	12.5	2.825

43	1117 x 1115	207,5	102,5	55,5	57	4.5	1	0	11.5	3.426
44	1118 x 1115	220	115	56	57	3.5	0	2	13.5	2.525
45	1119 x 1115	207,5	105	55,5	57,5	3.5	0	0	9	3.005
46	1120 x 1115	222,5	112,5	55,5	57	3.5	0.5	2	11	3.667
47	1122 x 1115	197,5	100	55,5	57,5	6	1	0.5	9	3.306
48	1112 x 1116	205	115	55,5	57,5	3.5	1	2	15.5	2.705
49	DK- 234	235	115	56	58	1	0	1.5	13	3.607
50	DK- 353	230	125	56,5	58,5	4	0	0.5	10	3.532
51	1112 x 1119	210	107,5	56	58	5	2	1.5	15.5	2.405
52	1114 x 1119	235	117,5	56,5	58,5	9	5	2	11	1.623
53	1115 x 1119	220	110	57,5	59	7	0	1.5	20	1.533
54	1116 x 1119	215	117,5	56,5	57,5	6.5	6	1.5	16.5	1.623
55	1117 x 1119	217,5	117,5	56,5	58,5	19	3	1	11	2.344
56	1118 x 1119	217,5	110	57	59	11	1	0	12	2.284
57	1119 x 1119	200	110	56	57	6.5	1.5	2	28	2.405
58	1120 x 1119	225	127,5	56,5	57,5	14	0	2.5	15	1.893
59	1114 x 1120	195	90	57	58	7	4	3	16.5	1.322
60	1115 x 1120	210	105	56	57,5	6.5	2.5	2	17	1.984
61	1116 x 1120	180	82,5	56	57	8	1	1	15	1.803
62	1117 x 1120	205	117,5	56	58,5	8	1	6	17.5	1.803
63	1118 x 1120	215	112,5	57	59,5	6.5	0	1	21	1.863
64	1119 x 1120	215	105	56,5	58,5	5	1	2	14.5	2.104
65	1122 x 1120	205	97,5	56	57,5	8.5	4	1	12	1.563
66	1112 x 1121	200	100	55	57	5.5	0.5	3	19.5	2.525
67	1115 x 1121	195	90	56	58	9	1.5	2.5	22.5	2.765
68	1116 x 1121	190	92,5	56,5	58,5	9	2	2	15	2.314
69	1117 x 1121	205	112,5	56,5	57,5	6.5	1	1.5	16	2.104
70	1118 x 1121	212,5	112,5	56	58	6.5	2.5	4	25.5	2.104
71	1119 x 1121	200	110	56	58	8	2	1	14	2.405
72	1120 x 1121	217,5	115	56	57,5	7.5	4	4	23.5	1.803
73	1112 x 1122	195	95	56	58	8	1.5	4.5	22.5	2.104
74	1114 x 1122	195	107,5	57	59	5.5	3	1	12	1.502
75	1115 x 1122	230	125	56,5	58,5	7.5	3	1.5	17	2.194
76	1116 x 1122	215	112,5	56	57	5	2	1	21	1.683
77	1117 x 1122	200	105	56,5	58,5	5.5	0	0.5	7.5	1.984
78	1118 x 1122	195	100	56,5	59	9	0	2	13.5	2.104
79	1119 x 1122	215	117,5	57	58,5	4.5	1	0.5	11.5	2.043
80	1120 x 1122	212,5	130	57	58,5	5.5	1.5	0.5	14	1.683
81	DK – 234	210	110	58,5	61,5	1	0	1.5	23.5	4.239
82	DK- 353	220	120	58,5	61	4	0.5	0	7	4.405
MEDIAS		210	110	56	57	6.6	1.4	1.6	14.7	2.490

**Cuadro VIII.2. Análisis de Varianza individual para la característica agronómica
Altura de Planta**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P > F
Tratamientos	81	24477.500000	302.191345	0.9796	0.537
Bloques	1	88.000000	88.000000	0.2853	0.601
Error	81	24987.000000	308.481476		
Total	163	49552.500000			

C.V.= 8.32 %

**Cuadro VIII.3. Análisis de Varianza individual para la característica agronómica
Acame de Raíz.**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P > F
Tratamientos	81	2029.024414	25.049685	1.6171	0.016
Bloques	1	15.244141	15.244141	0.9841	0.676
Error	81	1254.755859	15.490813		
Total	163	3299.024414			

C.V.= 59.55 %

**Cuadro VIII.4. Análisis de Varianza individual para la característica agronómica
Acame de Tallo**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P > F
Tratamientos	81	353.810974	4.368037	1.0655	0.308
Bloques	1	4.445099	4.445099	1.0843	0.301
Error	81	332.054901	4.099443		
Total	163	690.310974			

C.V.= 124.36%

Cuadro VIII.5. Análisis de Varianza individual para la característica agronómica Mazorcas Podridas

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P > F
Tratamientos	81	186.298767	2.299985	1.0138	0.476
Bloques	1	0.737793	0.737793	0.3252	0.577
Error	81	183.762207	2.268669		
Total	163	370.798767			

C.V.= 93.21%

Cuadro VIII.6. Análisis de Varianza individual para la característica agronómica Mazorcas con Fusarium

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P > F
Tratamientos	81	2962.031250	36.568287	1.3433	0.093
Bloques	1	0.496094	0.496094	0.0182	0.888
Error	81	2205.003906	27.222271		
Total	163	5167.531250			

C.V.= 35.29 %

Cuadro VIII.7. Análisis de Varianza individual para la característica agronómica Altura de Mazorca

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P > F
Tratamientos	81	19025.000000	234.876541	1.4416	0.051
Bloques	1	478.000000	478.000000	2.9338	0.087
Error	81	13197.000000	162.925919		
Total	63	32700.000000			

C.V.= 11.60 %

Cuadro VIII.8. Análisis de Varianza individual para la característica Días a Floración Masculino

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P > F
Tratamientos	81	90.562500	1.118056	1.5665	0.022
Bloques	1	1.187500	1.187500	1.6638	1.198
Error	81	57.812500	0.713735		
Total	163	149.562500			

C.V.= 1.51 %

Cuadro VIII.9. Análisis de Varianza individual para la característica agronómica de Días a Floración Femenina

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P > F
Tratamientos	81	138.500000	1.709877	2.0985	0.001
Bloques	1	2.000000	2.000000	2.4545	0.117
Error	81	66.000000	0.814815		
Total	163	206.000000			

C.V.= 1.56 %

Cuadro VIII.10. Análisis de Varianza individual para Rendimiento de grano de Mazorca

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P > F
Tratamientos	81	53.886292	0.665263	3.0711	0.000
Bloques	1	0.596985	0.596985	2.7559	0.097
Error	81	17.546326	0.216621		
Total	163	72.029602			

C.V.= 22.33 %