

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



Híbridos Dobles de Maíz para el Trópico Húmedo de México.

POR:

HUMBERTO CRUZ ESTEBAN

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo Fitotecnista

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio de 1999.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

HÍBRIDOS DOBLES DE MAÍZ PARA EL TRÓPICO HÚMEDO DE MÉXICO.

POR:

HUMBERTO CRUZ ESTEBAN

TESIS

QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRONOMO EN LA ESPECIALIDAD DE FITOTECNIA.

A P R O B A D A

EL PRESIDENTE DEL JURADO

---

M. C. ARNOLDO OYERVIDES GARCÍA

---

M.C. TOMAS MANZANARES AGUIRRE  
1er. SINODAL

---

M.C. HUMBERTO DE LEÓN CASTILLO  
2do. SINODAL

---

M.C. MARIANO MENDOZA ELOS  
3 er. SINODAL

EL COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

---

M. C. REYNALDO ALONSO VELASCO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Junio de 1999.

## **DEDICATORIA**

A Dios nuestro Señor quien vive y reina en las alturas de los cielos; por darnos el Don de vida, la Fe y esperanza a través de sus bendiciones por que es, pues, la fe la sustancia de las cosas que se esperan, la demostración de las cosas que no se ven –2Co. 4:18.

### **A mis padres**

Teresa Esteban de Cruz

Y

Reyes Cruz Vázquez

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 mi un profesionista; por eso y mas; gracias mil...

### **Con cariño, amor y respeto a mis hermanos**

Judith

Carlos

Bertha (q.e.p.d.)

Clara

Arturo

Miguel

Carolina

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

### **A mis cuñadas (os)**

M<sup>a</sup> del Carmen  
Rosario

Lorenzo  
Alvaro

### **A mis sobrinos**

Lorenzo  
Teresa Isabel

Alba Iyari  
Edgar Alonso

Christian  
J. Carlos  
Tonatiuh

Reina Ithzel

### **A la memoria de mis abuelos**

Guadalupe Vázquez de Cruz (q.e.p.d.)  
Felix Cruz (q.e.p.d.)

Manuela Sosa de Esteban  
Felipe Esteban (q.e.p.d.)

### **A mis tíos (as)**

Por sus sabios consejos para superarme, así; como su amistad y cariño que siempre me han dado.

### **A mis primos (as)**

Especialmente a Aurora por su valiosa amistad y a quien deseo el mejor de los éxitos en todas sus aspiraciones.

### **Con gran aprecio a mis amigos**

Jorge y Edgar por esa bonita amistad que siempre nos ha unido, por los buenos y malos momentos que hemos compartido y a quienes deseo lo mejor de esta vida.

Con aprecio a la familia Vargas Romero y Reyes Mejorada por su amistad y buenos consejos que me han dado.

A mis amigos del CBTA No. 163 de la generación 91-94. Así mismo; a los ingenieros: Orlando, Erasmo, Sergio, Fleuri y Francisco.

A mis amigos y compañeros de la especialidad de Filotecnia Primera Sección Generación LXXXVI.

Especialmente a: Nancy, Daniel, Bernardo, Silverio, Aureo, J. Gabriel, Pedro y Carlos.

En general a todas aquellas personas que de una u otra forma intervinieron para la realización de este trabajo.

## **AGRADECIMIENTO**

Deseo expresar mi mas sincero agradecimiento al M.C. Arnoldo Oyervides García por haberme brindado la oportunidad de realizar el presente trabajo bajo su asesoría, por su amistad y así mismo; por sus valiosas sugerencias y acertada dirección, revisión y corrección para la culminación del presente.

Al M.C. Tomas Manzanares Aguirre por su amistad y apoyo en la revisión del presente trabajo, así como por las sugerencias y recomendaciones para el mismo.

Al M.C. Humberto De León Castillo por su amistad así como por su valiosa asesoría en la revisión y corrección de este trabajo.

Al M.C. Mariano Mendoza Elos. por su amistad y sugerencias para la presentación de este trabajo.

Al Ing. Williams Muñoz Benavidez por su valiosa colaboración en la realización de este trabajo.

A todo el personal del instituto Mexicano del Maíz que de una u otra forma contribuyeron para la realización de este trabajo.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por acogerme en su seno y haberme brindado la oportunidad de formarme como profesional.

## INDICE DE CONTENIDO.

|                                               | Pág. |
|-----------------------------------------------|------|
| DEDICATORIA.....                              | iii  |
| AGRADECIMIENTO.....                           | v    |
| INDICE DE CONTENIDO.....                      | vi   |
| INDICE DE CUADROS.....                        | vii  |
| INTRODUCCION.....                             | 1    |
| Objetivos.....                                | 3    |
| Hipótesis.....                                | 3    |
| REVISION DE LITERATURA.....                   | 4    |
| Interacción genotipo-ambiente..               | 4    |
| Adaptación.....                               | 7    |
| Prepotencia.....                              | 8    |
| Hibridación.....                              | 9    |
| Híbridos.....                                 | 11   |
| Cruza doble o Híbrido Doble.....              | 11   |
| MATERIALES Y METODOS.....                     | 14   |
| Areas de estudio.....                         | 15   |
| Descripción del área de estudio.....          | 15   |
| Villa, Úrsulo, Galvan, Ver.....               | 15   |
| Carretas, Municipio, Paso de Ovejas, Ver..... | 16   |
| Características experimentales.....           | 17   |
| Trabajo de campo.....                         | 17   |
| Toma de datos.....                            | 18   |
| Análisis estadístico.....                     | 22   |
| RESULTADOS Y DISCUSION.....                   | 31   |
| CONCLUSION.....                               | 45   |
| RESUMEN.....                                  | 46   |
| BIBLIOGRAFIA.....                             | 49   |
| AENDICE.....                                  | 52   |

## INDICE DE CUADROS.

| Cuadro | Contenido                                                                                                                                | Pág. |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 3.1    | Concentración de las cruzas dobles evaluadas.....                                                                                        | 14   |
| 3.2    | Características de las unidades experimentales.....                                                                                      | 17   |
| 3.3    | Formato para el análisis de covarianza.....                                                                                              | 24   |
| 3.4    | Formato para el análisis de varianza combinado con distribución en bloques al azar.....                                                  | 27   |
| 4.1    | Concentración de los cuadrados medios y significaciones de las características agronómicas evaluadas en el análisis de varianza.....     | 30   |
| 4.2    | Concentración de medias de rendimiento y características agronómicas para cada una de las localidades.....                               | 30   |
| 4.3    | Concentración de medias de los mejores tratamientos, y las medias de las características agronómicas de los híbridos experimentales..... | 35   |
| 4.4    | Concentración de medias de las características agronómicas evaluadas tomadas de los valores ajustados de la interacción AxB .....        | 37   |
| 4.5    | Concentración de las cruzas dobles (CD) evaluadas y prepotencias de las cruzas simples.....                                              | 43   |
| A.1    | Resultados obtenidos del análisis de varianza combinado para la variable altura de planta.....                                           | 52   |
| A.2    | Resultados obtenidos del análisis de varianza combinado para la variable altura de mazorca.....                                          | 52   |
| A.3    | Resultados obtenidos del análisis de varianza combinado para la variable acame de raíz.....                                              | 53   |
| A.4    | Resultados obtenidos del análisis de varianza combinado para la variable acame de tallo.....                                             | 53   |
| A.5    | Resultados obtenidos del análisis de varianza combinado para la variable mala cobertura.....                                             | 53   |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| A.6 | Resultados obtenidos del análisis de varianza combinado para la variable mazorcas podridas.....                                                                                                                                                                                                 | 54 |
| A.7 | Resultados obtenidos del análisis de varianza combinado para la variable mazorcas con <i>Fusarium spp.</i> .....                                                                                                                                                                                | 54 |
| A.8 | Resultados obtenidos del análisis de varianza combinado para la variable mazorcas por cien plantas.....                                                                                                                                                                                         | 54 |
| A.9 | Resultados obtenidos del análisis de varianza combinado para la variable rendimiento.....                                                                                                                                                                                                       | 55 |
| B1  | Concentración de los tratamientos y características agronómicas de cada una de las variables obtenidas de los valores ajustados, expresados en cm para altura de planta y altura de mazorca y en por ciento para el resto de las variables excepto mazorcas por cien plantas y rendimiento..... | 56 |



## **INTRODUCCION**

México es un país el cual importa gran cantidad de productos básicos, uno de ellos es el maíz, este cereal ocupa un lugar importante en la alimentación del pueblo mexicano. Debido a la gran importancia es necesario incrementar los trabajos de investigación en mejoramiento genético de maíz, y así; obtener materiales con mayor rendimiento por unidad de superficie y características específicas para determinada región logrando así explotar al máximo su ambiente.

En la actualidad el mejoramiento genético se basa en la formación de híbridos simples, Triples y dobles, teniendo éste último mayor aceptación por su alta producción en comparación de las variedades y los criollos, por su bajo costo de producción en comparación con los híbridos simples y triples y por su alta adaptación dada por su amplia base genética.

Como una de las principales actividades del Instituto Mexicano del Maíz “ Dr. Mario E. Castro Gil” de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”; dentro de sus programas de mejoramiento genético, es la de promover la investigación enfocada principalmente a los problemas regionales y nacionales de urgente solución. Por ello trabaja en las distintas zonas productoras de maíz entre las cuales se encuentra la región

del trópico húmedo comprendida ésta por todas las regiones del país ubicadas a una altura entre 0-1000 msnm de clima cálido húmedo.

La presente investigación consiste en la evaluación y selección de 31 híbridos dobles experimentales entre los cuales se tomaran los mejores en comparación con los testigos (mejores híbridos comerciales de la región). Estos serán seleccionados en base a sus atributos agronómicos.

Los objetivos e hipótesis de este estudio son los siguientes.

### **OBJETIVOS:**

Identificar y Seleccionar Híbridos Sobresalientes que superen en rendimiento y características agronómicas deseables a los mejores testigos.

Estimar la Aptitud combinatoria (prepotencia) de los híbridos simples evaluados, (progenitores de los híbridos dobles).

### **HIPOTEIS:**

Al menos un Híbrido doble de los Evaluados igualara o superara en rendimiento y características agronómicas a los testigos.

Los caracteres genéticos que cada Cruza Simple transmite a sus descendientes híbridos a través de una serie de cruzamientos es diferente entre las Cruzas Simples progenitoras y algunas poseen mayores efectos de prepotencia.

## **REVISION DE LITERATURA**

El comportamiento de un fenotipo esta dado por el modelo  $F = G + E + GE$  en donde F es el fenotipo correspondiente al efecto genético G, mas el efecto ambiental E, mas los efectos de interacción GE; en donde las posibilidades de incrementar la respuesta de dicho fenotipo, están determinados por el mejoramiento de estos tres factores señalados.

### **INTERACCION GENOTIPO POR AMBIENTE**

Comstock y Moll (1963) señalan que hay dos factores que influyen en el desarrollo del fenotipo, los cuales son las causas genéticas y no genéticas y que estos dos factores actúan conjuntamente; por lo tanto; a esta acción entre el efecto genético y no genético se le conoce como interacción genotipo-ambiente.

Para determinar las relaciones genotipo-ambiente, Watkin (1965) explica dos tipos existentes:

1. - Relación aditiva. Donde el fenotipo permanece constante en todos los medios.

2. - Relación no aditiva. Donde diferencias cuantitativas en valores fenotípicos cambian con los diferentes medios, pero su rango u orden no cambian (por lo tanto no existe interacción genotipo x ambiente).

Eberhart y Russell (1966) mencionan que las interacciones genotipo medio ambiente son de mucha importancia para el genetista en la obtención y desarrollo de variedades mejoradas, ya que cuando las variedades son comparadas en una serie de medios ambientes, el ordenamiento relativo de dichas variedades normalmente difiere.

El mismo autor enfatiza que la estratificación de los medios ambientes ha sido usada con efectividad en relación a la interacción genotipo-ambiente, ya que con esta estratificación se subdivide una región en cuanto a macrodiferencias ambientales tales como gradiente de temperatura, distribución de la precipitación pluvial y tipos de suelos.

Sin embargo, aun con este adelanto en las técnicas con el mejoramiento, la interacción de genotipos con localidades en una sub-región y con medios ambientes presentes en la misma localidad en diferentes años, todavía se mantiene.

Carballo (1970) menciona la importancia de la interacción genotipo-ambiente como una fuente de variación que se ha investigado con el objeto de crear metodología de pruebas, análisis y selección, que permitan identificar poblaciones que al interaccionar menos con el ambiente tengan mayor amplitud en áreas geográficas en las cuales se logre una mejor adaptabilidad de ciertas variedades.

Márquez (1970) señala que la interacción genotipo-ambiente es el comportamiento relativo diferencial que exhiben los genotipos cuando se les somete a diferentes ambientes. Cuando hablamos de los fenómenos hereditarios que suceden en las distintas investigaciones, está implícito que ellas se refieren al medio ambiente en el cual tuvieron lugar. Si dicho ambiente cambia; es posible que los citados fenómenos hereditarios cambien también. Señala que los efectos de interacción no son predecibles, su intensidad y signo dependen precisamente de la relación que determinado genotipo tenga al enfrentarse a determinado ambiente. Falconer en el mismo año menciona que existe interacción genotipo-ambiente cuando una diferencia específica de ambiente afecta el comportamiento de un genotipo.

Aguilar y Fischer (1975) Mencionan que los rendimientos de las plantas no solamente dependen de la capacidad productora de un genotipo, sino también de la interacción del genotipo-ambiente, ya sea esta por variaciones de genotipos, años y localidades de siembra.

Márquez (1985) Menciona que cualquier fenómeno biológico natural que implique el crecimiento y desarrollo de genotipos, estos se llevan a cabo en una serie de ambientes. Salvo los experimentos controlados en que a los genotipos se les proporcionan ambientes dados, los genotipos irán encontrando en tiempo y espacio una serie de condiciones ambientales a las que tienen que hacer frente para sobrevivir. Aun cuando aparentemente el medio no cambiara, pues al crecer y desarrollarse actúa sobre aquel, modificándolo. Esta modificación actúa entonces en otra forma sobre el genotipo

y lo hace cambiar también, generándose así una interacción entre el genotipo y el ambiente en que se desarrolla, conocido como interacción genotipo-ambiente o interacción genético-ambiental.

## **ADAPTACION**

Williams (1965) menciona que la adaptación conlleva a cambios en muchos caracteres y los grupos de los mismos que responden a ciertas presiones selectivas, tienden a permanecer asociadas aun cuando se manifieste también la influencia descriptiva de la segregación.

Goldsworthy (1974) menciona que las variedades adaptadas son las que tienen la capacidad para llevar a cabo las etapas de: germinación, emergencia, crecimiento vegetativo, producción floral y llenado de grano en el ciclo de crecimiento de que disponen, sin embargo advierte que debido a las grandes diferencias entre variedades en cuanto al tiempo transcurrido para llegar a madurez, esto es un factor importante que debe tenerse en cuenta para poder seleccionar una variedad para un tipo de ambiente.

López (1978) menciona que la adaptación es el acondicionamiento de un individuo para sobrevivir en un ambiente específico; y adaptabilidad la concibe como una amplia respuesta de los genotipos a diferentes ambientes.

Turk *et al* (1983), Sinnot y Wilson (1983), mencionan que adaptación es el proceso mediante el cual las características de un organismo se ajustan a las condiciones del medio en el cual vive.

### **PREPOTENCIA (AC)**

Allar (1978) menciona que la prepotencia se ha empleado para medir el potencial de los progenitores, dentro de una serie de cruzas, lo cual permite una discriminación de ellos.

Para eficientar este proceso los fitomejoradores han creado nuevas herramientas para la discriminación de los progenitores, de tal forma que les permita detectar de manera indirecta los más sobresalientes.

A la prepotencia de una línea se le considera como todo aquello que hereda a sus descendientes híbridos, por lo que depende del comportamiento promedio que tenga a través de sus cruzas.

Para el fitomejorador es muy importante el seleccionar en forma eficiente sus materiales bajo estudio, y poder efectuar cruzamientos, para posteriormente evaluar la productividad de los mismos, mediante combinaciones de cruzas simples y dobles. Existen líneas que cruzan bien con otras y como resultado dan progenies híbridas de alta



precocidad. La aptitud combinatoria se conoce, cuando una línea tiene la capacidad de transmitir efectos positivos a su progenie híbrida.

La prepotencia es la facultad o aptitud que tiene un individuo, para transmitir características a sus descendientes (Allar 1980).

De León y Reyes (1991) mencionan que no basta el conocer los efectos de ACG y ACE de las líneas, necesarias en la formación de los híbridos, sino que proponen que es de gran importancia la estimación de la AC (prepotencias) en las cruza simples, ya que son progenitoras de los híbridos dobles, utilizados en su mayoría en México.

## **HIBRIDACION**

La utilización de híbridos como resultado de la combinación de líneas sobresalientes ofrece las ventajas sobre las variedades o sintéticos de presentar incrementos substanciales en el rendimiento además de presentar otras características deseables.

Shull (1909) realizó los primeros estudios sobre hibridación y establece los lineamientos generales para la obtención de líneas autofecundadas y el efecto de estas en cruza para producir híbridos de producción uniforme.

En maíz para la formación de híbridos de calidad se requiere formar y probar una serie de cruza entre líneas puras sobresalientes y al detectar las combinaciones deseables, se espera que estos den los mismos resultados cada vez que se cultive bajo las mismas condiciones ambientales (Jugenheimer 1981).

Brauer (1983) menciona que la formación de líneas homocigóticas tienen como objetivo final encontrar combinaciones altamente eficientes para producir híbridos o variedades comerciales aceptables.

Robles (1985) cita que el uso de híbridos de maíz tiene ventajas sobre otros materiales genéticos de polinización libre: Por su mayor rendimiento de grano, uniformidad en la altura, floración y maduración, plantas más cortas, mayor resistencia al acame, mazorcas y granos más sanos, mayor precocidad; y como desventajas: el uso intenso de recursos costosos como maquinaria y agroquímicos, además se requiere de obtener semilla para cada ciclo reproductivo.

La técnica de autofecundación es el método más común para el desarrollo de líneas endocriadas o líneas puras, esta técnica requiere de una atención cuidadosa para evitar cualquier cruzamiento natural o indeseable.

Las plantas que serán autofecundadas son seleccionadas previamente por su vigor, resistencia a insectos y enfermedades, y otros atributos deseables. Debido a que

mucho de los atributos no se pueden distinguir al momento de la polinización, en la cosecha se descartan aquellas plantas débiles o susceptibles a enfermedades.

Reyes (1985) cita que una línea pura es una población de plantas con una estructura genotípica homocigota y homogénea, la fijación de los caracteres deseables se logra mediante la autofecundación sucesiva de generación en generación.

Márquez (1988) menciona como línea endogámica al conjunto de individuos resultante, en una generación dada, de un sistema regular de apareamiento endogámico. Así mismo, define como línea autofecundada a la población, en una generación obtenida al cabo de la fecundación de una sola planta en cada generación.

## **HIBRIDOS**

Un híbrido es la generación filial producto del cruzamiento de dos individuos no emparentados. En el idioma del mejoramiento, los híbridos son fértiles, se explotan solo por una generación y se clasifican según el número de progenitores en: híbridos simples, triples y dobles.

## **CRUZA DOBLE O HIBRIDO DOBLE**

Jones (1918) hizo un híbrido económicamente comercial mediante el uso de cruza doble.

Allard (1967) menciona que la obtención del híbrido doble de maíz fue uno de los hechos más importantes en la historia de la agricultura.

Existen dos razones para usar las cruza dobles.

1. - Mayor producción de semilla.
2. - Las interacciones de genotipo ambiente pueden suprimirse por la combinación de genotipos que se obtiene (Mayo 1980).

Jugenheimer (1981) menciona que por muchos años las cruza  $(A \times B) \times (C \times D)$  constituyeron el tipo de uso más generalizado. La semilla de cruza doble se produce en plantas de cruza simple las cuales son altamente productivas en semillas de calidad. Las cruza dobles son ligeramente más variables en los caracteres de la planta, que las cruza simples o que las cruza triples, lo que puede ser una ventaja cuando el cultivo se siembra bajo condiciones adversas.

Las cruza dobles no mejoran el vigor híbrido más allá de lo que confiere la cruza simple; su principal mérito es producir plantas uniformes y vigorosas para la producción de semillas, disminuyendo así el costo de producción. También es posible mejorar la uniformidad de cosecha en cuanto a altura, rendimiento y características de la mazorca (Gardner 1982).

Rodríguez (1982) citó que durante muchos años se ha argumentado que las cruza dobles al estar constituidas por combinaciones de genotipos muestran una menor interacción de genotipo por ambiente que las cruza simples.

Jugenheimer (1984) menciona que las cruza dobles son ligeramente más variables en los caracteres de la planta y la mazorca que las cruza simples o triples, lo cual puede ser una ventaja cuando el cultivo se siembra bajo condiciones adversas.

Chávez (1993) citó que una cruza doble es la F1 resultante del cruzamiento de dos híbridos simples; es la cruza mas utilizada a escala comercial para la producción de grano.

## MATERIALES Y METODOS

El material genético utilizado en la presente investigación consistió en 26 híbridos dobles, formados a partir de 14 cruzas simples del Instituto Mexicano de Maíz “Dr. Mario E.Castro Gil”, los cuales presentan entre sí diferentes características debidas a su genotipo como a su origen. Y 5 testigos comerciales de la región.

En el cuadro 3.1 se presentan las cruzas simples que se utilizaron para la formacion de hibridos dobles, así como los testigos.

Cuadro 3.1 Concentracion de las cruzas dobles evaluadas

| Híbridos Dobles Experimentales | ORIGEN UG 98B | Híbridos Dobles Experimentales | ORIGEN UG 98B   |
|--------------------------------|---------------|--------------------------------|-----------------|
| 1                              | 11002x11003   | 17                             | 11206x11002     |
| 2                              | 11003x11004   | 18                             | 11206x11003     |
| 3                              | 11201x11001   | 19                             | 11207x11002     |
| 4                              | 11201x11002   | 20                             | 11207x11004     |
| 5                              | 11201x11003   | 21                             | 11208x11001     |
| 6                              | 11201x11004   | 22                             | 11208x11002     |
| 7                              | 11202x11002   | 23                             | 11208x11003     |
| 8                              | 11202x11004   | 24                             | 11209x11002     |
| 9                              | 11203x11001   | 25                             | 11009x11003     |
| 10                             | 11203x11003   | 26                             | 11209x11004     |
| 11                             | 11203x11004   | <b>TESTIGOS</b>                | <b>TESTIGOS</b> |
| 12                             | 11204x11203   | 27                             | VS-536          |
| 13                             | 11204x11209   | 28                             | H-507           |
| 14                             | 11205x11001   | 29                             | B-810           |
| 15                             | 11205x11003   | 30                             | D-880           |
| 16                             | 11206x11001   | 31                             | V-543           |

## **AREAS DE ESTUDIO**

Para la selección y evaluación de los 31 híbridos dobles (incluyendo los testigos) así como las características agronómicas, se requiere probar a través de diversos ambientes, por tal razón, éste material se evaluó en las localidades que a continuación se describen.

### **CARACTERISTICAS DE URSULO, GALVAN, VERACRUZ.**

Localidad situada en la zona Central costera del Estado de Veracruz, limita con los municipios de Actopan, Puente Nacional, José Cárdenas, la Antigua y con el Golfo de México ocupando una superficie de 149.70k<sup>2</sup>.

Esta localidad, según la distribución geográfica, se encuentra ubicada a los 19° 24' 17" latitud Norte y a los 97° 46' 28" longitud Oeste; su altura con respecto al nivel del mar es de 8 msnm, y la temperatura promedio anual oscila entre los 25.8°C y una precipitación media anual de 1017 mm; con lluvias abundantes en veranos y principios de otoño. Dichas precipitaciones hacen considerarlo como un clima tropical húmedo.

El área donde se estableció el experimento cuenta con un tipo de suelo feozem y vertisol, el primero consta de una capa superficial y oscura, suave, rica en materia orgánica y nutrientes. El segundo presenta grietas anchas y profundas en la época de

sequía; son suelos duros, arcillosos y masivos, con tonalidades grises y rojizas. Su vegetación es de tipo bosque alto o medio tropical perennifolio.

### **CARACTERISTICAS DE CARRETAS, MUNICIPIO PASO DE OVEJAS, VERACRUZ.**

Esta región se localiza en la parte Central del Estado de Veracruz, limita con los municipios de Puente Nacional, La Antigua, Veracruz, Soledad de Doblado y Manlio Fabio Altamirano.

Esta localidad según la distribución geográfica se encuentra ubicada a los 19° 22' latitud norte y a los 96° 25' longitud Oeste, la temperatura media anual oscila entre los 26.5°C y una precipitación media anual de 979.3 mm; Con una altitud sobre el nivel del mar de 129 msnm.

El área donde se estableció el experimento cuenta con un tipo de suelo Cambisol y Vertisol, en el primero existen algunas irregularidades de barrancas y lomeríos; presenta una capa de suelo de roca y es de moderada y alta erosión. Se encuentra vegetación de tipo selva baja caducifolia y vegetación Secundaria, se siembran cultivos anuales y algunos frutales. El segundo presenta grietas anchas y profundas en tiempo de sequía; son suelos duros, arcillosos y masivos con tonalidades grises y rojizas, su vegetación es de tipo bosque alto o medio tropical perennifolio.



## CARACTERISTICAS EXPERIMENTALES

En este proyecto de investigación se aplicó un diseño estadístico bloques al azar en dos localidades y con dos repeticiones.

Cuadro 3.2 Características de las unidades experimentales.

| CARACTERISTICAS            | V.URSULO, GALVAN.      | CARRETAS.              |
|----------------------------|------------------------|------------------------|
| Fecha de siembra           | 22 de Junio 1998       | 26 Junio 1998          |
| No. de tratamientos        | 31                     | 31                     |
| No. de repeticiones        | 2                      | 2                      |
| No. de surcos por parcela  | 3                      | 3                      |
| Longitud de surcos (m)     | 4.62                   | 4.62                   |
| Distancia entre surcos (m) | 0.920                  | 0.920                  |
| Distancia entre matas (m)  | 0.22                   | 0.22                   |
| Matas por surco            | 21                     | 21                     |
| Semillas por golpe         | 1                      | 1                      |
| Aclarear                   | 1                      | 1                      |
| Area de parcela útil       | 12.7512 m <sup>2</sup> | 12.7512 m <sup>2</sup> |
| Dens. Población (plts/ha)  | 49,407                 | 49,407                 |
| Dosis de fertilización     | 130-100-30             | 130-100-30             |

## TRABAJO DE CAMPO

Las labores de preparación del terreno fueron las mismas que se realizaron en las dos localidades que consistieron en barbecho, rastreado y surcado.

La siembra se realizó manualmente sembrando una semilla por golpe para aclarear a una planta por mata.

## **Fertilización**

La fertilización se realizó manualmente aplicando al momento de la siembra el 50% del Nitrógeno y todo el fósforo y el potasio, para posteriormente aplicar en la segunda aplicación la otra mitad del Nitrógeno.

## **Labores de cultivo y control de plagas.**

Las labores se realizaron durante todo el ciclo vegetativo del cultivo, dando prioridad a las primeras etapas de crecimiento y desarrollo, de tal forma que se mantuvo libre de plagas y malezas.

## **TOMA DE DATOS**

Se cuantificaron las siguientes características que se consideran de importancia económica y fenotípica en el desarrollo de materiales mejorados.

**Altura de planta.**- Distancia tomada en cm observada entre la base de la planta y la hoja bandera, tomando 10 plantas al azar.

**Altura de mazorca.** Promedio de 10 plantas tomadas al azar dentro de cada parcela y medidos desde la base del tallo hasta el nudo de la mazorca principal y es expresada en cm.

**Acame de raíz.** Este dato se tomó contando el número de plantas con una inclinación de 30° o más con respecto a su vertical. Los datos sobre acames se tomaron al final del ciclo antes de la cosecha y se expresan en por ciento.

**Acame de tallo.** En este dato se registró el número de plantas con tallos quebrados por debajo de la mazorca y es expresado en por ciento para cada parcela.

**Mazorcas podridas.** Se registró el número de mazorcas que presentaron granos afectados con relación al total de mazorcas cosechadas.

**Mala cobertura.** Para determinar la mala cobertura, se registro el número de plantas para cada parcela que antes de la cosecha presentaron expuesta cualquier parte de la mazorca, expresado en por ciento.

**Mazorcas con *Fusarium*.** Se contaron las mazorcas que se encontraron dañadas parcial o totalmente por este hongo y se determinó el porcentaje con respecto al total de mazorcas cosechadas.

**Mazorcas por 100 plantas.** Esta característica nos indica la prolificidad de las plantas, se determina de la siguiente manera.

$$\frac{\text{Número de mazorcas cosechadas}}{\text{Número de plantas cosechadas}} \times 100$$

Los datos expresados en por cientos para cada variable tienen una distribución binominal en ves de una normal, para esto fue necesario transformarlos en Arco Seno por medio de la siguiente formula.

$$\text{ArcoSeno} \sqrt{X / 100 + .005}$$

Donde:

X = Porcentaje de cada dato.

100 = constante.

.005 = constante.

**Peso de campo.** Se pesa el total de mazorcas cosechadas por parcela expresado en Kg.

**Peso seco.** Este factor se obtuvo multiplicando el peso de campo por 0.8

0.8 = Constante para transformar el peso obtenido en campo a peso seco.

### **Factor de conversión**

Se determina el factor de conversión para calcular el rendimiento en ton/ha; de mazorcas al 15.5% de humedad de todos los tratamientos mediante la siguiente formula.

$$F.C. = \frac{10,000 \text{ m}^2}{APU \times 0.845 \times 1000.}$$

Donde:

APU = Area de Parcela Util. Que se obtiene mediante la siguiente operación.

APU = Distancia entre surcos x Distancia entre plantas x el número completo de plantas por parcela útil.

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

1000 = Coeficiente para obtener el rendimiento en toneladas por hectárea.

## **Rendimiento**

Se calculó multiplicando el peso seco de cada parcela por el factor de conversión a ton/ha al 15.5 por ciento de humedad.

## **Estimación de otra característica**

**Prepotencia.** Es el patrimonio que una línea o Cruzas simples hereda a sus descendientes híbridos y se estima como el comportamiento promedio del material en cuestión, a través de sus cruzas.

Formula para estimar la prepotencia

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

Donde:

PP = prepotencia a estimar de cada material utilizado en el experimento.

$\sum xi$  = sumatoria de todas las cruzas dobles donde interviene la cruza simple i a través de los ambientes de evaluación.

N = número total de líneas que intervienen en las cruzas.

La aptitud combinatoria (prepotencia) se calculo restando su rendimiento promedio a la media general.

X = Rendimiento promedio.

X = Media general.

Las líneas que presenten un valor promedio mayor en comparación con todas las cruzas simples utilizadas en el experimento a través de los ambientes de evaluación serán las que poseen mayor prepotencia.

## **ANALISIS ESTADISTICO.**

Análisis de covarianza. Se calculo con la finalidad de minimizar el error experimental por plantas faltantes al ajustar el peso seco a un número promedio de plantas por parcela.

El modelo estadístico para el análisis de covarianza es:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + r_j + b (X_{ij} - \bar{x}_{..}) + \sum ij$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta (peso seco).

$\mu$  = Efecto de la media general.

$t_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento.

$r_j$  = Efecto de la j-ésima repetición.

$b$  = Coeficiente de regresión de Y en X.

$X_{ij}$  = Número de plantas (covariable) del i-ésimo tratamiento en la j-ésima repetición.

$\bar{X} =$  Efecto del error experimental.

Después se obtuvo el coeficiente de regresión ( $\beta$ ) por medio de la siguiente ecuación.

$$\beta = \frac{\sum xye}{\sum x^2e}$$

Donde:

$\sum xye$  = Suma de productos xy del error.

$\sum x^2e$  = Suma de cuadrados de x del error.

El valor de bxy es el rendimiento por planta en kg de mazorca seca.

Cuadro 3.3 formato para el análisis de covarianza.

| Fuentes de Variación | gl               | SCX                 | $\sum XY$              | SCY                 | gl                   | S.C.Y.         | C.M.       |
|----------------------|------------------|---------------------|------------------------|---------------------|----------------------|----------------|------------|
| Re peticiones        | $r - 1$          | $X^2 \text{Re } p.$ | $XY \text{ Re } p$     | $Y^2 \text{Re } p.$ |                      |                |            |
| Tratamientos         | $t - 1$          | $X^2 \text{Trat.}$  | $XY \text{ Trat}$      | $Y^2 \text{Trat.}$  |                      |                |            |
| Error(E)             | $(t - 1)(r - 1)$ | $X^2 \text{Error}$  | $XY \text{Error}$      | $Y^2 \text{Error}$  | $(t - 1)(r - 1) - 1$ | $Y^2 \text{E}$ | $S^2_{xy}$ |
| Total(t)             | $(tr - 1)$       | $X^2 \text{Total}$  | $XY \text{ Total}$     | $Y^2 \text{total}$  |                      |                |            |
| Trat +Error          | $r(t - 1)$       | $X^2 \text{TE}$     | $XX \text{ TE}$        | $Y^2 \text{TE}$     | $r(t - 1) - 1$       |                |            |
|                      |                  |                     | Tratamientos ajustados |                     | $t - 1$              |                | CM         |
|                      |                  |                     |                        |                     |                      | SCt            |            |

Donde:

T = tratamientos.

R = repeticiones.



Finalmente se ajusto el peso seco con la formula:

$$\hat{Y}_{ij} = y_{ij} - b_{xy}(x_{ij} - \bar{x} \dots)$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Peso seco ajustado por regresión del i-ésimo tratamiento en la j-ésima repetición.

$y_{ij}$  = Peso seco observado del i-ésimo tratamiento en la j-ésima repetición.

$b_{xy}$  = Coeficiente de regresión de Y en X.

$x_{ij}$  = Número de plantas del i-ésimo tratamiento en la j-ésima repetición.

$\bar{x}$  = Media general del numero de plantas.

### **Análisis de varianza combinado.**

Este análisis se realizó para observar el comportamiento registrado por los tratamiento a través de los ambientes mediante las significancias encontradas en las fuentes de variación.

El modelo estadístico es el siguiente.

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + R_j / L_k + TL_{ik} + \sum_{ijk}$$

Donde.

$Y_{ijk}$  = Variable aleatoria observable del i-ésimo tratamiento en la j-ésima repetición.

$\mu$  = Efecto de la media general.

$T_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento.

$R_j/L_k$  = Efecto de la j-ésima repetición dentro de la k-ésima localidad.

$L_k$  = Efecto de la k-ésima localidad.

$TL_{ik}$  = Efecto de la interacción del i-ésimo tratamiento con la k-ésima localidad.

$ijk$  = Error experimental de la  $ijk$ -ésima observación.

Donde:

$i = 1, 2, \dots, 31$  (tratamientos).

$j = 1, 2, \dots$  (repeticiones).

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

Cuadro 3.4 Formato para el análisis de varianza combinado A través de localidades con distribución en bloques al azar.

| Fuentes de Variación | g.l.              | S.C.                                                                        |
|----------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| <i>Localidad</i>     | $l - 1$           | $\frac{\sum Y_{..k}^2}{rt} - \frac{\sum Y_{\Lambda}^2}{rtl}$                |
| <i>Rep / Loc</i>     | $(r - t)l$        | $\frac{\sum \sum Y_{jk}^2}{t} - \frac{\sum Y_{..k}^2}{rt}$                  |
| <i>Tratamientos</i>  | $(t - 1)$         | $\frac{\sum Y_{.k}^2}{rl} - \frac{\sum Y_{\Lambda}^2}{rtl}$                 |
| <i>Trat * Loc</i>    | $(t - 1)(l - 1)$  | $\frac{\sum \sum Y_{ik}^2}{r} - \frac{\sum Y_{\Lambda}^2}{rtl} - SCL - SCT$ |
| <i>Error</i>         | $1(r - 1)(t - 1)$ | $SCT - SCL - SCR / L - SCt - SCt / L$                                       |
| <i>Total</i>         | $trl - 1$         | $\sum Y_{ijk}^2 - \frac{\sum Y_{\Lambda}^2}{rtl}$                           |

El coeficiente de variación se determinó en rendimiento y características agronómicas para conocer la confiabilidad de los datos con la fórmula:

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

CMEE= Cuadrado medio del error experimental.

X= Media de los tratamientos

100 = Unidad para obtener el valor en por ciento.

La comparación múltiple de medias se realizó para comparar las medias de rendimiento y características agronómicas de los tratamientos. Los grupos estadísticos se forman en base a la Prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) para rendimiento. Se calculo con la formula:

$$DMS \propto (0.05) = t \propto / 2 \text{ GLEE} \sqrt{\frac{2CMEE}{rl}}$$

En el apéndice se observan las medias de rendimiento y características agronómicas de los materiales evaluados.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cuadro de concentración de cuadrados medios (cuadro 4.1) presenta diferencias altamente significativas para la fuente de variación localidades, en la mayoría de las características agronómicas bajo estudio, excepto acame de raíz y mazorcas con *fusarium spp.* Estos resultados son respaldados con el cuadro 4.2 donde se detecta que para la variable altura de planta y altura de mazorca para la localidad de Ursulo, Galvan; la media fue de 215.451 y 111. 612 cm respectivamente, en comparación con la media de Carretas, Ver; que fue de 258.709 y 147.741 cm.

Para la característica acame de raíz, no se presentaron diferencias significativas (cuadro 4.1 y 4.2). En cuanto a la variable acame de tallo las diferencias fueron altamente significativas, presentando Ursulo, Galvan; un valor de 5.855 por ciento en comparación con Carretas, Ver; que fue de 7.874 por ciento.

En cuanto a la mala cobertura y mazorcas podridas los valores expresados en el cuadro 4.2 fueron para Ursulo, Galvan; 21.677 y 12.820 por ciento, en comparación de Carretas, Ver; que fueron de 16.339 por ciento para mala cobertura y 9.227 por ciento para mazorcas podridas.

Cuadro 4.1 Concentración de cuadrados medios y significaciones de las característica agronómicas evaluadas en el análisis de varianza.

| F V       | GL | ALT.<br>PLTA.<br>(cm) | ALT.<br>MAZ.<br>(cm) | ACAME<br>RAIZ<br>(%) | ACAME<br>TALLO<br>(%) | MALA<br>COB.<br>(%) | MAZ.<br>POD.<br>(%) | FUS.<br>MAZ.<br>(%) | MAZ x 100<br>PLANTAS | RTO.<br>TON/HA |
|-----------|----|-----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------|
| Localidad | 1  | 58009.064**           | 40464.516**          | 0.566                | 126.250**             | 883.289             | 400.321**           | 106.913             | 14574.813**          | 257.140**      |
| Rep/Loc   | 2  | 789.709               | 600.806              | 47.325               | 34.363                | 15.613              | 61.243              | 3.799               | 14.244               | 0.605          |
| Trat.     | 30 | 1094.956**            | 1033.736**           | 79.182**             | 26.230**              | 68.717*             | 35.960              | 97.283*             | 225.745              | 0.675          |
| Loc*Trat. | 30 | 275.547               | 316.182              | 33.579*              | 18.181*               | 36.936              | 17.677              | 44.460              | 323.527*             | 0.983**        |
| Error     | 60 | 275.526               | 219.556              | 19.905               | 10.520                | 38.322              | 25.048              | 42.161              | 181.027              | 0.469          |
| C.V. (%)  |    | 7.001                 | 11.426               | 39.134               | 47.228                | 32.566              | 45.393              | 31.740              | 13.326               | 13.551         |

CV = Coeficiente de Variación

Cuadro 4.2 Concentración de medias de rendimiento y características agronómicas para cada una de las localidades.

| LOCALI<br>DADES  | ALT.<br>PLTA.<br>(cm) ** | ALT.<br>MAZ.<br>(cm) ** | ACAME<br>RAIZ.<br>(cm) | ACAME<br>TALLO<br>(cm) ** | MALA<br>COB.<br>(%) ** | MAZ.<br>POD.<br>(%) ** | FUS.<br>MAZ.<br>(%) | MAZ x 100<br>PLTS<br>** | RTO.<br>TON/HA<br>** |
|------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|----------------------|
| URSULO<br>GALVAN | 215.451                  | 111.612                 | 11.331                 | 5.855                     | 21.677                 | 12.820                 | 21.384              | 9.463                   | 3.615                |
| CARRETAS         | 258.709                  | 147.741                 | 11.467                 | 7.874                     | 16.339                 | 9.227                  | 19.527              | 10.548                  | 6.495                |

|           |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| DMS. 0.05 | 5.963 | 5.323 | 1.602 | 1.165 | 2.224 | 1.798 | 2.332 | 4.833 | 0.246 |
| 0.01      | 7.930 | 7.079 | 2.131 | 1.549 | 2.957 | 2.391 | 3.102 | 6.427 | 0.040 |

\*\* Altamente significativo (al 0.01) \* Significativo (al 0.05).

Para la característica de mazorcas con *fusarium spp* presenta valores de 21.384 por ciento para Ursulo, Galvan; y 19.527 por ciento para Carretas, Ver.

En cuanto a mazorcas por cien plantas (cuadro 4.2) presenta para Ursulo, Galvan; 90.123 mazorcas, mientras que para Carretas, Ver; 111.806 mazorcas.

Respecto al rendimiento la localidad de Ursulo, Galvan; presentó una media de 3.615 ton/ha mientras que Carretas arrojó una media de 6.495 ton/ha; Presentando esta una diferencia de 2.880 ton/ha más.

Los resultados expresados en los cuadros (4.1 y 4.2) indican que existe una amplia variabilidad en ambas localidades lo cual puede ser atribuido a las diferencias geográficas en donde fueron establecidos los experimentos, así como los factores ambientales de cada región que pudieron haber intervenido en el desarrollo de las características bajo estudio.

En cuanto a la variable altura de planta y altura de mazorca, la localidad de Carretas, Ver; es la mejor ya sea por sus condiciones ambientales, fertilidad y calidad del terreno para el desarrollo óptimo del cultivo.

Respecto al acame de raíz el comportamiento fue el mismo para ambas localidades.

Para el acame de tallo se encontró un porcentaje mayor en Carretas, lo que se deduce con ello que pudo deberse al porte y peso de la planta o a condiciones bióticas y/o abióticas. Las responsables de la presencia de dicho daño.

En relación con la mala cobertura y mazorcas podridas, los resultados indican que la localidad de carretas, Ver; es la que presenta por cientos más bajos (16.339 y 9.227) en comparación con Ursulo, Galvan, Ver; (21.677 y 12.280). Cabe hacer mención que la mala cobertura y mazorcas podridas son dos variables que están muy relacionadas ya que las mazorcas que presentaron este problema estuvieron más expuestas a la humedad, plagas y enfermedades, condiciones mas propias que se dan en Ursulo, Galvan; Ver.

De acuerdo a la prolificidad presentada en la variable mazorcas por cien plantas (Cuadro 4.2) presenta para la localidad de Ursulo, Galvan; 90.123 y 111.806 para Carretas, Ver; esto demuestra que la localidad de Carretas presentó mejores condiciones ambientales lo que le permite a la planta expresar más mazorcas por planta lo que deberá reflejarse en mayor rendimiento. El cual se obtuvo en la localidad de Carretas, Ver; que supero al de Ursulo, Galvan con 2.880 ton/ha. Lo cual cabe hacer mención que se debe a que existen mejores condiciones ambientales, ya que Carretas presenta suelos más arcillosos lo cual le permite tener una mayor retención de agua y nutrientes evitando así el lavado de suelo. Además presenta una temperatura media anual de 26.5°C la cual le favorece para expresar mayor rendimiento. Las diferencias presentadas entre una



localidad y otra son muy importantes porque mediante ello se puede seleccionar la mejor localidad donde los genotipos evaluados expresen su mayor potencial genético.

De acuerdo a la fuente de variación tratamientos (cuadro 4.1) se presentan diferencias altamente significativas (al 0.01 por ciento) para las variables altura de planta, altura de mazorca, acame de raíz y acame de tallo; y diferencias significativas (al .05 por ciento) para las variables mala cobertura y mazorcas con *fusarium spp.* Estos resultados indican que las diferencias estadísticas entre los híbridos evaluados, sea debido a la constitución genética de cada cruce. No detectando diferencias estadísticas para las variables rendimiento, mazorcas podridas y mazorcas por cien plantas. Se asume que para aquellos caracteres que no presentaron diferencias significativas, estas fueron tan pequeñas que no fueron capaz de manifestarlo.

El análisis que se hace de la variable rendimiento es desde un punto de vista meramente numérico ya que desde el punto de vista estadístico son iguales. Cabe hacer notar que el obtener rendimientos iguales al mejor testigo es un logro importante ya que se esta compitiendo con maíces híbridos de compañías transnacionales.

De acuerdo a los valores promedios concentrados en el cuadro 4.3; el cual presenta los mejores 11 tratamientos, se observa que los tratamientos 16, 20, 14, 5, 18, 11, 23, 6 y 10 superaron a la media general (5.055) en rendimiento y solo igualándola el tratamiento 2. En cuanto a los testigos el tratamiento 29 presentó un rendimiento de 6.128 ton/ha; en comparación del mejor híbrido experimental que fue de 5.707 ton/ha

correspondiente al tratamiento 16, mostrando una diferencia de 0.421 ton/ha menos que el testigo. Y los tratamientos 30, 28, 31 y 27 (testigos) presentan rendimientos por debajo de la media general. Los tratamientos que manifiestan los mejores rendimientos (cuadro 4.3) estadísticamente son iguales respecto al mejor testigo de acuerdo a la Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 1 por ciento. Pero no así para el resto de los testigos los cuales presentan rendimientos muy bajos.

Los valores promedios demuestran que los híbridos experimentales además de ser estadísticamente iguales al mejor testigo comercial, lograron manifestar mejores características agronómicas estas si estadísticamente como son: altura de planta, alta prolificidad, porcentajes bajos en cuanto a; acame de raíz y tallo, mala cobertura, mazorcas podridas y mazorcas con *Fusarium spp.*

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

Cuadro 4.3 Concentración de los mejores tratamientos y las medias de las características agronómicas de los híbridos experimentales.

| Tratamiento | ALT.<br>PLTA.<br>cm | ALT.<br>MAZ.<br>cm | ACAME<br>RAIZ.<br>(%) | ACAME<br>TALLO.<br>(%) | MALA<br>COB.<br>(%) | MAZ.<br>POD.<br>(%) | FUS.<br>MAZ.<br>(%) | MAZ x 100<br>PLANTAS<br>(%) | RTO.<br>TON/HA. |
|-------------|---------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------|
| 16          | 231.25              | 117.50             | 14.140                | 7.540                  | 13.563              | 4.055               | 17.592              | 111.862                     | 5.707           |
| 20          | 226.25              | 121.25             | 10.709                | 7.929                  | 18.590              | 7.690               | 15.329              | 101.830                     | 5.667           |
| 14          | 253.75              | 135.00             | 7.291                 | 4.055                  | 22.257              | 12.847              | 16.119              | 105.458                     | 5.665           |
| 5           | 241.25              | 131.25             | 12.533                | 11.27                  | 16.370              | 13.609              | 26.803              | 113.431                     | 5.539           |
| 18          | 228.75              | 126.25             | 11.012                | 6.932                  | 18.866              | 9.077               | 19.591              | 103.771                     | 5.535           |
| 1           | 216.25              | 105.00             | 6.356                 | 6.769                  | 21.369              | 10.019              | 8.008               | 106.137                     | 5.461           |
| 11          | 236.25              | 127.50             | 9.619                 | 5.437                  | 16.928              | 9.077               | 23.551              | 106.552                     | 5.389           |
| 23          | 237.50              | 126.25             | 10.081                | 4.055                  | 20.495              | 5.222               | 16.011              | 104.117                     | 5.227           |
| 6           | 243.75              | 142.50             | 12.364                | 8.852                  | 18.879              | 10.368              | 20.112              | 96.021                      | 5.177           |
| 10          | 240.00              | 136.25             | 10.764                | 5.315                  | 14.964              | 12.117              | 18.088              | 104.498                     | 5.172           |
| 2           | 230.00              | 117.50             | 5.373                 | 5.484                  | 19.838              | 12.705              | 19.673              | 101.313                     | 5.052           |

Media = 5.0553

Testigos

|      |        |        |        |       |        |        |        |         |       |
|------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|---------|-------|
| 29   | 262.50 | 145.00 | 18.939 | 4.055 | 16.317 | 15.902 | 26.300 | 110.918 | 6.128 |
| 30   | 213.75 | 118.75 | 6.572  | 5.361 | 12.860 | 10.564 | 29.015 | 90.027  | 4.771 |
| 28   | 277.50 | 193.75 | 26.371 | 8.186 | 14.961 | 15.628 | 34.987 | 90.265  | 4.700 |
| 31   | 277.50 | 148.75 | 13.206 | 5.509 | 19.964 | 13.074 | 20.973 | 86.461  | 4.671 |
| 27   | 238.75 | 133.75 | 13.459 | 7.415 | 24.830 | 9.2118 | 23.827 | 97.950  | 4.212 |
| DMS  |        |        |        |       |        |        |        |         |       |
| 0.05 | 23.478 | 20.958 | 6.310  | 4.587 | 8.756  | 7.079  | 9.184  | 19.031  | 0.969 |
| 0.01 | 31.22  | 27.87  | 8.391  | 6.100 | 11.643 | 9.413  | 12.212 | 25.306  | 1.288 |

Para la fuente de variación tratamientos por localidad (cuadro 4.1) interacción genotipo-ambiente, estadísticamente se detectó que las variables acame de raíz, acame de tallo, prolificidad y rendimiento presentaron diferencias al 0.01 y 0.05 por ciento, no detectándose diferencias para el resto de las variables. Esto indica que para cinco de las nueve características agronómicas bajo estudio que no presentaron diferencias, sea debido a que los materiales evaluados son estables los cuales han pasado por una extensa y cuidadosa selección por lo que son adaptables a la zona bajo estudio. En relación a las variables que presentaron diferencias estadísticas, indican que se presentó el efecto interacción genotipo-ambiente por lo que el ambiente influyó en el desarrollo de los genotipos de una localidad a otra lo cual hace pensar que los progenitores de los híbridos están constituidos por diferente material genético. Por lo que el medio ambiente de una localidad influye significativamente sobre el genotipo presentando ventajas para un mejor desarrollo de algunos híbridos mientras que para otros no son favorables.

Con el propósito de detectar los mejores tratamientos que interaccionan menos con el ambiente, se realizó un cuadro en el cual están concentrados los valores medios de las características agronómicas evaluadas. El cuadro 4.4 nos presenta que el tratamiento 23 presentó un rendimiento de 7.519 ton/ha; en comparación con la localidad de Ursulo, Galvan; que rindió 2.935 ton/ha. Para el tratamiento 29 que

Cuadro 4.4 Concentración de medias de las características agronómicas evaluadas de los valores ajustados de la interacción AxB.

| LOC. | TRAT. | ALT.<br>PLTA. | ALT.<br>MAZ. | ACAME<br>RAIZ | ACA.<br>TALL. | MALA<br>COB. | MAZ.<br>POD. | FUS.<br>MAZ. | MAZ x 100<br>PLTS. | RTO.<br>TON/HA | DIF. RTO |
|------|-------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|----------------|----------|
| 1    | 11    | 215.00        | 115.00       | 11.03         | 6.82          | 16.58        | 9.47         | 19.69        | 98.74              | 4.888          |          |
| 2    | 11    | 257.50        | 140.00       | 8.21          | 4.06          | 17.27        | 8.68         | 27.42        | 114.66             | 5.891          | + 1.000  |
| 1    | 3     | 242.50        | 155.00       | 14.80         | 6.87          | 17.14        | 13.19        | 20.51        | 103.72             | 4.511          |          |
| 2    | 3     | 265.00        | 135.00       | 21.75         | 24.88         | 16.91        | 15.93        | 23.92        | 110.39             | 5.177          | + 0.666  |
| 1    | 6     | 212.50        | 115.00       | 9.25          | 7.31          | 20.74        | 11.64        | 18.14        | 91.23              | 4.356          |          |
| 2    | 6     | 275.00        | 170.00       | 15.48         | 10.40         | 17.02        | 9.10         | 22.08        | 100.94             | 6.000          | + 1.644  |
| 1    | 20    | 205.00        | 102.50       | 9.56          | 7.85          | 20.76        | 6.47         | 20.26        | 98.67              | 4.258          |          |
| 2    | 20    | 247.50        | 140.00       | 11.85         | 8.01          | 16.42        | 8.91         | 10.40        | 105.04             | 7.076          | + 2.818  |
| 1    | 7     | 182.50        | 90.00        | 8.73          | 4.06          | 23.68        | 16.73        | 16.45        | 107.61             | 4.060          |          |
| 2    | 7     | 245.00        | 130.00       | 10.32         | 4.06          | 15.36        | 4.06         | 19.99        | 105.46             | 6.028          | + 1.986  |
| 1    | 16    | 197.50        | 92.50        | 12.15         | 4.06          | 14.77        | 4.06         | 18.12        | 92.85              | 4.040          |          |
| 2    | 16    | 265.00        | 142.50       | 16.13         | 11.03         | 12.36        | 4.06         | 17.06        | 132.65             | 7.375          | + 2.975  |
| 1    | 14    | 240.00        | 122.50       | 8.04          | 4.06          | 21.87        | 15.62        | 22.43        | 98.18              | 4.035          |          |
| 2    | 14    | 267.50        | 147.50       | 6.54          | 4.06          | 22.65        | 10.08        | 9.81         | 113.00             | 7.295          | + 3.260  |
| 1    | 18    | 202.50        | 105.00       | 17.97         | 4.06          | 21.06        | 9.15         | 18.75        | 95.98              | 4.031          |          |
| 2    | 18    | 255.00        | 147.50       | 4.06          | 9.81          | 16.67        | 9.00         | 20.43        | 111.87             | 7.040          | + 3.009  |
| 1    | 22    | 189.00        | 92.50        | 9.87          | 4.06          | 22.14        | 17.18        | 16.95        | 89.04              | 3.992          |          |
| 2    | 22    | 242.50        | 135.00       | 7.12          | 4.06          | 20.47        | 9.72         | 15.26        | 106.32             | 5.953          | + 1.961  |
| 1    | 1     | 187.50        | 80.00        | 8.66          | 4.06          | 24.50        | 12.24        | 4.06         | 97.07              | 3.957          |          |
| 2    | 1     | 245.00        | 130.00       | 4.06          | 9.48          | 18.24        | 7.80         | 11.96        | 115.61             | 6.966          | + 3.009  |
| 1    | 19    | 210.00        | 110.00       | 10.45         | 6.91          | 22.20        | 9.15         | 19.36        | 90.17              | 3.871          |          |
| 2    | 19    | 242.50        | 135.00       | 9.66          | 9.66          | 17.99        | 6.67         | 10.35        | 100.89             | 6.162          | + 2.291  |
| 1    | 17    | 207.50        | 112.50       | 11.55         | 4.06          | 18.76        | 11.48        | 26.34        | 97.89              | 3.744          |          |
| 2    | 17    | 227.50        | 127.50       | 8.66          | 9.25          | 18.96        | 6.39         | 16.25        | 99.12              | 5.917          | + 2.173  |

Continuación del cuadro 4.4

| LOC. | TRAT | ALT.<br>PLTA. | ALT.<br>MAZ. | ACAME<br>RAIZ | ACAME.<br>TALLO | MALA<br>COB. | MAZ.<br>POD. | FUS.<br>MAZ. | MAZ x<br>100<br>PLTS. | RTO.<br>TON/HA | DIF.RTO |
|------|------|---------------|--------------|---------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|----------------|---------|
| 1    | 5    | 207.50        | 112.50       | 14.16         | 10.37           | 20.28        | 18.61        | 29.26        | 106.86                | 3.655          |         |
| 2    | 5    | 275.00        | 150.00       | 10.91         | 12.19           | 12.47        | 8.61         | 24.35        | 120.20                | 7.423          | + 3.768 |
| 1    | 4    | 217.50        | 122.50       | 12.91         | 6.82            | 14.46        | 7.07         | 31.53        | 90.97                 | 3.613          |         |
| 2    | 4    | 260.00        | 170.00       | 20.27         | 16.24           | 13.97        | 10.89        | 19.10        | 96.46                 | 5.683          | + 2.070 |
| 1    | 12   | 215.00        | 107.50       | 9.26          | 6.54            | 12.87        | 8.97         | 20.01        | 83.66                 | 3.606          |         |
| 2    | 12   | 252.50        | 135.00       | 13.30         | 4.06            | 11.64        | 9.75         | 17.62        | 115.54                | 6.342          | + 2.736 |
| 1    | 15   | 202.50        | 110.00       | 4.06          | 4.06            | 29.77        | 9.79         | 23.34        | 95.45                 | 3.560          |         |
| 2    | 15   | 252.50        | 132.50       | 6.61          | 8.36            | 31.36        | 6.76         | 18.53        | 99.04                 | 5.939          | + 2.379 |
| 1    | 24   | 198.50        | 107.50       | 6.73          | 4.06            | 20.49        | 11.64        | 16.40        | 78.64                 | 3.531          |         |
| 2    | 24   | 255.00        | 135.00       | 14.41         | 4.06            | 17.56        | 13.27        | 24.62        | 95.28                 | 6.055          | + 2.524 |
| 1    | 2    | 200.00        | 100.00       | 6.69          | 6.91            | 22.68        | 15.24        | 19.97        | 86.79                 | 3.465          |         |
| 2    | 2    | 260.00        | 135.00       | 4.06          | 4.06            | 17.00        | 10.17        | 19.38        | 116.96                | 6.640          | + 3.175 |
| 1    | 13   | 222.50        | 120.00       | 4.06          | 8.52            | 22.16        | 12.34        | 11.26        | 86.06                 | 3.421          |         |
| 2    | 13   | 242.50        | 135.00       | 9.47          | 6.58            | 9.16         | 10.78        | 20.82        | 117.77                | 6.195          | + 2.774 |
| 1    | 9    | 209.00        | 97.50        | 7.37          | 7.59            | 19.72        | 11.19        | 25.33        | 98.62                 | 3.287          |         |
| 2    | 9    | 270.00        | 160.00       | 13.04         | 6.48            | 10.40        | 6.67         | 18.65        | 122.94                | 6.327          | + 3.040 |
| 1    | 8    | 210.00        | 110.00       | 17.65         | 7.18            | 25.92        | 19.07        | 23.16        | 81.24                 | 3.278          |         |
| 2    | 8    | 262.50        | 155.00       | 10.17         | 6.29            | 26.69        | 12.57        | 19.27        | 104.46                | 6.226          | + 2.948 |
| 1    | 21   | 230.00        | 110.00       | 12.78         | 8.45            | 31.66        | 16.85        | 18.10        | 83.50                 | 3.251          |         |
| 2    | 21   | 260.00        | 165.00       | 14.89         | 7.80            | 18.19        | 12.71        | 20.77        | 100.83                | 6.497          | + 3.246 |
| 1    | 10   | 222.50        | 117.50       | 10.75         | 4.06            | 19.12        | 15.43        | 18.00        | 89.72                 | 3.132          |         |
| 2    | 10   | 257.50        | 155.00       | 10.78         | 6.58            | 10.81        | 8.81         | 18.18        | 120.40                | 7.213          | + 4.081 |
| 1    | 26   | 222.50        | 110.00       | 6.69          | 6.13            | 19.43        | 15.69        | 17.14        | 76.75                 | 2.970          |         |
| 2    | 26   | 232.50        | 135.00       | 6.48          | 8.97            | 22.91        | 6.39         | 20.77        | 112.58                | 6.788          | + 3.818 |

Continuación del cuadro 4.4

| LOC. | TRAT. | ALT.<br>PLTA. | ALT.<br>MAZ. | ACAME<br>RAIZ | ACAME.<br>TALLO | MALA<br>COB. | MAZ.<br>POD. | FUS.<br>MAZ. | MAZ x 100<br>PLTS. | RTO.<br>TON/HA | DIF.RTO |
|------|-------|---------------|--------------|---------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|----------------|---------|
| 1    | 23    | 222.50        | 102.50       | 10.72         | 4.06            | 23.45        | 4.06         | 17.97        | 86.47              | 2.935          |         |
| 2    | 23    | 252.50        | 150.00       | 9.44          | 4.06            | 17.54        | 6.39         | 14.06        | 123.41             | 7.519          | + 4.584 |
| 1    | 25    | 242.50        | 95.00        | 18.91         | 4.06            | 25.54        | 18.27        | 26.28        | 77.26              | 2.172          |         |
| 2    | 25    | 277.50        | 152.50       | 7.18          | 7.18            | 18.89        | 9.98         | 18.24        | 138.26             | 7.132          | + 4.960 |

Testigos

| LOC. | TRAT. | ALT.<br>PLTA. | ALT.<br>MAZ. | ACAME<br>RAIZ | ACAME.<br>TALLO | MALA<br>COB. | MAZ.<br>POD. | FUS.<br>MAZ. | MAZ x 100<br>PLTS. | RTO.<br>TON/HA | DIF.RTO |
|------|-------|---------------|--------------|---------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|----------------|---------|
| 1    | 29    | 245.00        | 130.00       | 12.15         | 4.06            | 21.03        | 18.82        | 28.50        | 107.91             | 5.124          |         |
| 2    | 29    | 280.00        | 160.00       | 25.73         | 4.06            | 11.61        | 12.98        | 24.10        | 113.96             | 7.132          | + 2.008 |
| 1    | 30    | 195.00        | 100.00       | 9.09          | 4.06            | 12.71        | 12.71        | 25.51        | 89.35              | 3.373          |         |
| 2    | 30    | 232.50        | 137.50       | 4.06          | 6.67            | 13.01        | 8.42         | 32.52        | 90.71              | 6.169          | + 2.796 |
| 1    | 28    | 247.50        | 157.50       | 25.55         | 6.32            | 25.87        | 18.88        | 34.49        | 62.09              | 2.375          |         |
| 2    | 28    | 307.50        | 230.00       | 27.19         | 10.06           | 4.06         | 12.37        | 35.48        | 123.70             | 7.026          | + 4.651 |
| 1    | 31    | 270.00        | 142.50       | 13.53         | 6.96            | 29.88        | 17.47        | 25.95        | 78.68              | 3.326          |         |
| 2    | 31    | 285.00        | 155.00       | 12.88         | 4.06            | 10.05        | 8.68         | 16.00        | 94.61              | 6.018          | + 2.692 |
| 1    | 27    | 207.50        | 115.00       | 16.14         | 7.18            | 30.79        | 8.97         | 29.69        | 66.00              | 2.265          |         |
| 2    | 27    | 270.00        | 152.50       | 10.78         | 7.65            | 18.87        | 9.45         | 17.97        | 136.19             | 6.161          | + 3.896 |

LOC. = Localidad

1 = Ursulo, Galvan.

2 = Carretas.

corresponde a uno de los testigos, presento un rendimiento de 7.132 ton/ha en la localidad de Carretas, Ver; mientras que para Ursulo, Galvan fue de 5.124 ton/ha. Para los tratamientos 5, 16, 14 y 10 los cuales son híbridos dobles experimentales de igual manera superaron en rendimiento al tratamiento 29 que el resto de los testigos comerciales de la región. Los mejores híbridos dobles experimentales para la localidad de Ursulo, Galvan, Ver; están representados por los tratamientos 11, 3 y 6 los cuales exhibieron rendimientos de 4.88, 4.511 y 4.356 ton/ha respectivamente. En comparación con el mejor testigo comercial el cual exhibió un rendimiento de 5.124 ton/ha. De acuerdo a la Diferencia Mínima significativa (al 1 por ciento de probabilidad) los resultados obtenidos de los híbridos dobles experimentales en comparación con el mejor testigo, estadísticamente son iguales. Lo cual hace pensar que estos genotipos amortiguaron mejor los efectos ambientales o la interacción genotipo-ambiente influyó menos en el crecimiento y desarrollo de los genotipos.

Los coeficientes de variación (CV) estimados para el análisis de varianza (cuadro 4.1) presentan porcentajes bajos y altos como lo son para la variable altura de planta 7.27, altura de mazorca 11.66, mazorcas por cien plantas 6.63 y rendimiento 13.67 por ciento respectivamente, presentando valores relativamente altos que van de 31.51 a 48.53 por ciento para las variables acame de raíz, acame detallo, mala cobertura, mazorcas podridas y mazorcas con *fusarium spp*. Los valores bajos obtenidos en los coeficientes de variación (CV) demuestran que tanto el diseño experimental como el tamaño de la muestra utilizado fueron los adecuados para la evaluación de este material genético, así como para estas variables, lo que hace que las estimaciones hechas para las



características evaluadas sean confiables, mientras que para las características acame de raíz, acame de tallo, mala cobertura y mazorcas con *fusarium spp*; las cuales fueron expresadas en por cientos, los valores de sus coeficientes de variación fueron altos a pesar de que se analizaron transformando los valores originales por Arco seno. Al respecto Steel y Torrie (1986) mencionan que los datos al transformarse se distribuyen en una forma aproximadamente normal, aunque este resultado no siempre se consigue.

### **Aptitud Combinatoria de cruzas simples (prepotencia).**

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 las cruzas simples el cual nos permite identificar híbridos simples experimentales con potencial para ser empleados como progenitores para la formación de nuevos híbridos.

En el presente estudio se estimó la prepotencia que comúnmente se realiza en las líneas mas no en las cruzas simples; esto debido a que las cruzas dobles se cruzan sin analizar la aptitud combinatoria de sus progenitores.

La estimación de la prepotencia se realizó mediante el cruzamiento entre 13 cruzas simples (CS) formándose solo 26 cruzas dobles (HD) por lo que a partir de éstas se estimó la aptitud combinatoria (AC) para las cruzas simples (CS), este es un estudio

detallado de las AC en las CS, el cual debe redundar en una obtención de híbridos dobles y con ello detectar fácilmente materiales sobresalientes que permitan obtener mayor incremento de producción por unidad de superficie. En este estudio solamente se estimó la característica para rendimiento siendo esta la más importante.

De acuerdo al cuadro 4.5 el rango de prepotencia estimado fue de 0.685 ton/ha de los 26 híbridos dobles evaluados.

Las cruzas simples que mostraron valores mas altos en prepotencia fueron: 11206, 11207, 11205. Estas cruzas participaron mas de una ves.

Las cruzas que presentaron menor prepotencia se dan en el cuadro 4.5 que son las siguientes: 11209, 11204, 11202 y 11208.

Al observar los resultados obtenidos para prepotencia de las cruzas simples (cuadro 4.5) se encontró que los progenitores con los cuales se formaron las cruzas dobles ocupan el segundo lugar constituida por la craza 11206x11001, y los que ocupan el tercero y cuarto lugar formados por las cruzas 11207x11004 y 11205x11001 generaron mayor rendimiento. Así mismo; los progenitores de menor prepotencia constituidos por las cruzas 11201x11002, 11209x11003, 11209x11002; originaron híbridos pobres en rendimiento. Esto nos hace pensar que el comportamiento de las cruzas dobles está en función de los efectos de habilidad combinatoria general (ACG) y específica

Cuadro 4.5 Concentración de las cruzas dobles (CD) evaluadas y prepotencias de las cruzas simples.

|          | 11001  | 11002  | 11003  | 11004  | 11203 | 11209 | $\sum x_i/N$    | X     | X <sup>2</sup> | Prepo-tencia | Lug |
|----------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-----------------|-------|----------------|--------------|-----|
| 11002    |        |        | 5.461  |        |       |       | 5.461           | 5.461 | 5.107          | 0.354        | 1   |
| 11003    |        |        |        | 5.052  |       |       | 5.052           | 5.052 |                | -0.055       | 6   |
| 11201    | 4.844  | 4.648  | 5.539  | 5.178  |       |       | 20.209          | 5.052 |                | -0.055       | 6   |
| 11202    |        | 5.044  |        | 4.752  |       |       | 9.796           | 4.898 |                | -0.209       | 8   |
| 11203    | 4.807  |        | 5.172  | 5.389  |       |       | 15.368          | 5.123 |                | 0.016        | 5   |
| 11204    |        |        |        |        | 4.974 | 4.808 | 9.782           | 4.890 |                | -0.217       | 9   |
| 11205    | 5.665  |        | 4.749  |        |       |       | 10.414          | 5.207 |                | 0.1          | 4   |
| 11206    | 5.707  | 4.830  | 5.536  |        |       |       | 16.073          | 5.357 |                | 0.25         | 2   |
| 11207    |        | 5.017  |        | 5.667  |       |       | 10.684          | 5.342 |                | 0.235        | 3   |
| 11208    | 4.874  | 4.972  | 5.227  |        |       |       | 15.073          | 5.024 |                | -0.083       | 7   |
| 11209    |        | 4.793  | 4.658  | 4.879  |       |       | 14.33           | 4.776 |                | -0.331       | 10  |
| $\Sigma$ | 25.896 | 29.303 | 36.342 | 30.910 | 4.974 | 4.808 | $\Sigma=132.24$ |       |                |              |     |
| X        | 5.179  | 4.884  | 5.192  | 5.152  | 4.974 | 4.808 |                 |       |                |              |     |
|          | +0.072 | -0.223 | +0.085 | +0.045 | -0.13 | -2.99 |                 |       |                |              |     |

| TESTIGOS | RENDIMIENTO |
|----------|-------------|
| B-810    | 6.128       |
| D-880    | 4.771       |
| H-507    | 4.700       |
| V-543    | 4.671       |
| VS-536   | 4.212       |

(ACE) propios de las cruza simples, ya que al aparearse dos líneas para constituir la cruza simple se forma un genotipo nuevo con efectos aditivos y no aditivos propios, y se diluyen los de las líneas.

La importancia de conocer la prepotencia de las cruza simples, nos permite realizar combinaciones y así obtener híbridos dobles con buen potencial de rendimiento y características agronómicas deseables. Tal como lo menciona De León y Reyes (1981) que es de gran importancia la estimación de la AC (prepotencia) en las cruza simples ya que son progenitoras de los híbridos dobles, los cuales en su mayoría son utilizados en México. Es importante hacer mención que la cruza de mayor prepotencia (11002) solamente tuvo una participación por lo que no se consideraría como de buena aptitud combinatoria (AC). Debido a ello solamente se consideraran las de dos o más combinaciones.

## **CONCLUSION**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente Investigación y a los objetivos e hipótesis planteados se llegó a la siguiente conclusión.

Se obtuvieron híbridos dobles experimentales tan rendidores (11206x11207, 11207x11004, 11205x11001, 11206x11003, 11201x11003, 11202x11003 y 11003x11202) como el mejor testigo comercial B-810.

Los mejores híbridos dobles para la localidad de Ursulo, Galvan, fueron: (11203x11004); (11201x11001) y (11201x11004). Mismos que presentaron menos interacción genotipo-ambiente.

Para la localidad de Carretas, Ver; los mejores híbridos dobles experimentales fueron (11208x11003); (11201x11003); (11206x11001); (11205x11001) y (11203x11003).

Los progenitores de mayor prepotencia son: 11002, 11206, 11207, 11205 y 11203.

## **RESUMEN**

Por las grandes importaciones que en los últimos años se han venido realizando en México, es necesario incrementar los trabajos de investigación en mejoramiento genético de maíz, y así; obtener materiales con mayor rendimiento por unidad de superficie y características específicas para determinada región, logrando así explotar al máximo su ambiente.

En el Instituto mexicano de maíz "Dr.: Mario E. Castro Gil" de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; dentro de sus programas de mejoramiento genético, sea venido promoviendo la investigación enfocada primordialmente a los problemas antes mencionados.

Los objetivos planteados en el presente trabajo fueron:

Identificar y seleccionar híbridos sobresalientes que superen en rendimiento y características agronómicas deseables a los mejores testigos.

- Estimar la aptitud combinatoria (prepotencia) de los híbridos simples evaluados, (progenitores de los híbridos dobles evaluados).

Así mismo las hipótesis planteadas fueron:

- Al menos un híbrido doble de los evaluados igualara o superara en rendimiento y características agronómicas a los testigos.
- Los caracteres genéticos que cada craza simple transmite a sus descendientes híbridos a través de un serie de cruzamientos es diferente entre las cruza simples progenitoras y algunas poseen mayores efectos de prepotencia.

Las localidades donde se llevó a cabo la presente investigación fueron: Ursulo, Galvan y Carretas, Municipio, Paso de Ovejas, ambas ubicadas en el Estado de Veracruz, durante el año de 1998.

En la presente investigación se utilizaron 14 cruza simples con las cuales se formaron 26 cruza dobles. Las cuales presentan entre si diferentes características; esto debido a su genotipo como a su origen, y 5 testigos comerciales de la región los cuales fueron: VS-536, H-507, B-810, D-880 y V-543.

Los materiales antes mencionados fueron analizados en un diseño de bloques al azar combinado con localidades y tratamientos, siendo las características agronómicas analizadas: altura de planta, altura de mazorca, acame de raíz, acame de tallo, mala cobertura, mazorcas podridas, mazorcas con Fusarium, prolificidad y rendimiento.

Se cumplió con los objetivos al encontrar híbridos dobles experimentales tan rendidos (11206x11207, 11207x11004, 11205x11001, 11206x11003, 11201x11003, 11202x11003 y 11003x11202); como el mejor testigo comercial que fue el B-810.

Los mejores híbridos dobles para la localidad de Ursulo, Galvan; ver; fueron: 11203x11004, 11201x11001 y 11201x11004.

Para la localidad de Carretas, Ver; los mejores híbridos fueron: 11208x11003, 11201x11003, 11206x11001, 11205x11001 y 11203x11003.

Los híbridos simples que exhibieron mayor prepotencia fueron: 11002, 11206, 11207, 11205 y 11203.



## BIBLIOGRAFIA

- Allard, R. W. 1967. Principios de Mejoramiento Genético de Las Plantas. Primera Edición. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España. P 226-236, 239-241, 277-279.
- \_\_\_\_\_. 1978. Principios de la Mejora Genética de las Plantas. Traducción del Español por José L. Montoya Estado de México. Omega, S.A. Barcelona, España.
- \_\_\_\_\_. 1980. Principios de la Mejora Genética de las Plantas. Trad. De la ed. Americana por José L. Montoya, 4ª. Ed. España, Omega S.A. pp. 242, 243, 276, 294, 317.
- Brauer, H.O. 1983. Fitogenetica Aplicada. 4ª Reimpresión. Editorial Limusa. S.A. Mex.
- Carballo, C. A. 1970. Comparación de Variedades de Maíz del Bajío y de la Mesa Central por su Rendimiento y Estabilidad. Tesis Maestría (Chapingo, México). P 65-71.
- Comstock, R.E. and R. H. Moll. 1963. Genotype-environment Interactions. Symposium on Statistical genetics and plant breeding. Nat. Acad. Sci. Nat. Res. Council. Washington, D.C. USA. Pp. 164-196.
- Chaves A. J. L. 1993. Mejoramiento de Plantas I UAAAN. Editorial Trillas. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- De León C; H. y V.M. Reyes V. (1991) Estimación de la Habilidad combinatoria en cruza simples de Maíz. II Congreso Nacional de Genética. SOMEFI-UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p.3.

Eberhart, S. A. and Russell W.A. 1996 Stability parameters, For comparing varieties. Crop. Sci. G: 36-40.

Falconer, D. S. 1970. Introducción a la Genética Cuantitativa. Editorial CECSA. México. Pp. 228-238.

Gardner, E.J. 1982. Principios de Genética. 2ª Edic. Editorial Limusa, México.

Goldsworthy, P. 1974. El Mejoramiento del Maíz a Nivel Mundial en la década de los Sesenta y el Papel del CIMMYT. el Batán, El Batán, Estado De México. Pag. 4-6.

Hanson, W. D. 1970. Relative and Comparative genotypic Stability parameters. Theor. Appl. Genet. 40: 231-266.

Jones, D. F. 1918. The effects of inbreeding and cross breeding upon development. Connecticut. Agr. Exp. Sta. Bull. 207: 1-100.

Jugenheimer, R. W. 1984. Maíz, Variedades Mejoradas, Métodos De cultivo y producción de semilla. Trad. Del Inglés por Piña García. México. Limusa. 430 p.

\_\_\_\_\_ 1981. Maíz. Editorial. Limusa S.A. México.

López, H.A.J. 1978. Selección y Evaluación de Genotipos de Maíz en condiciones limitantes para aumentar La Producción y el Rango de Adaptación. Tesis De Maestría. Colegio de Postgraduados. E.N.A. Chapingo. México.

Márquez, S.F. 1985; Genotecnia Vegetal. Teoría, Métodos y Resultados. Tomo I. AGT. EDITOR, S.A. México. D.F.

\_\_\_\_\_ 1970. El Problema de la Interacción Genotipo Ambiental en Genotecnia Vegetal. Colegio de postgraduados. ENA. Chapingo, México.

\_\_\_\_\_ 1988. Genotecnia Vegetal. A.C.T. Editor. S.A. Primera Edición. México. D.F.

Mayo, O. 1980. The theory of plant breeding. Clarendon Press. Oxford. USA.

Rodríguez, C: A. 1982. Evaluación de las cruzas dobles y triples de la población de maíz (*Zea mays* L) Tuxpeño enano en el trópico húmedo. Tesis licenciatura UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Robles, S. R. 1986. Genética Elemental y Fitomejoramiento Practico. Primera Edición, Editorial Limusa. México. D.F.

Reyes, C. P. 1985. Fitogenetica Básica y Aplicada. Editorial A.G.T. Editor. S.A. Primera Edición. México. D.F. Rodríguez, C; A. 1982. Evaluación de las cruzas dobles y triples de la población de maíz (*Zea mays* L ) Tuxpeño enano en el trópico húmedo. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Robles, S.R. 1985. Producción de Granos y Forrajes Ed. Limusa. México.

Shull, G. H. 1909. A pure line method of corn breeding. Amer. Breed. Assoc. Rpt. 5: 5159.

Steel, R.D. and J: h: Torrie. 1986. Bioestadística: Principios y procedimientos. Primera Edición, McGraw Hill de México, S.A. de C.V. P 622

Turk, A; J. Turk; J. T. Wittes. And R: e: Wittes. 1983. Tratado de Ecología. 2ª. Edición. Editorial Interamericano. 227 pp.

Williams. W. 1985. Principios de Genética y Mejoramiento de Plantas. Primera Edición. Editorial Acriba. Zaragoza, España. 527 pp.

Watkin, W. 1965. Principios de Genética y Mejoramiento de Plantas. Primera Edición. Editorial Acriba. Zaragoza, España. Pp. 312-392.

## APENDICE

Concentración del análisis de varianza y significancia para cada una de las características agronómicas, presentadas en cada uno de los siguientes cuadros.

Cuadro A1. Altura de planta.

| FV        | GL  | SC         | CM        | F      | F > P    |
|-----------|-----|------------|-----------|--------|----------|
| LOCALIDAD | 1   | 58009.064  | 58009.064 | 210.54 | 0.0001** |
| REP(LOC)  | 2   | 1579.419   | 789.709   | 2.87   | 0.0647   |
| TRAT      | 30  | 32848.693  | 1094.956  | 3.97   | 0.001 ** |
| LOC*TRAT  | 30  | 8266.435   | 275.547   | 1.00   | 0.4858   |
| ERROR     | 60  | 16531.580  | 275.526   |        |          |
| TOTAL     | 123 | 117235.193 |           |        |          |

C.V.= 7.001%

Cuadro A2. Altura de mazorca.

| FV        | GL  | SC        | CM        | F      | F > P    |
|-----------|-----|-----------|-----------|--------|----------|
| LOCALIDAD | 1   | 40464.516 | 40464.516 | 184.30 | 0.0001** |
| REP(LOC)  | 2   | 1201.612  | 600.806   | 2.74   | 0.0729   |
| TRAT      | 30  | 31012.096 | 1033.736  | 4.71   | 0.0001** |
| LOC*TRAT  | 30  | 9485.483  | 316.182   | 1.44   | 0.1146   |
| ERROR     | 60  | 13173.387 | 219.556   |        |          |
| TOTAL     | 123 | 95337.096 |           |        |          |

C.V. = 11.426%

Cuadro A3. Acame de raíz.

| FV        | GL  | SC       | CM     | F    | F > P     |
|-----------|-----|----------|--------|------|-----------|
| LOCALIDAD | 1   | 0.566    | 0.566  | 0.03 | 0.866     |
| REP(LOC)  | 2   | 94.650   | 47.325 | 2.38 | 0.101     |
| TRAT      | 30  | 2375.489 | 79.182 | 3.98 | 0.0001 ** |
| LOC*TRAT  | 30  | 1007.374 | 33.579 | 1.69 | 0.042*    |
| ERROR     | 60  | 1194.355 | 19.905 |      |           |
| TOTAL     | 123 | 4672.436 |        |      |           |

C.V. = 39.134

Cuadro A4. Acame de tallo.

| FV        | GL  | SC       | CM      | F     | F > P     |
|-----------|-----|----------|---------|-------|-----------|
| LOCALIDAD | 1   | 126.250  | 126.250 | 12.00 | 0.001**   |
| REP(LOC)  | 2   | 68.727   | 34.363  | 3.27  | 0.045*    |
| TRAT      | 30  | 786.902  | 26.230  | 2.49  | 0.00361** |
| LOC*TRAT  | 30  | 545.431  | 18.181  | 1.73  | 0.03156*  |
| ERROR     | 60  | 631.249  | 10.520  |       |           |
| TOTAL     | 123 | 2158.560 |         |       |           |

C.V. = 39.134

Cuadro A5. Mala cobertura.

| FV        | GL  | SC       | CM      | F     | F > P    |
|-----------|-----|----------|---------|-------|----------|
| LOCALIDAD | 1   | 883.289  | 883.289 | 23.05 | 0.0001** |
| REP(LOC)  | 2   | 31.226   | 15.613  | 0.41  | 0.6672   |
| TRAT      | 30  | 2061.514 | 68.7171 | 1.79  | 0.0274*  |
| LOC*TRAT  | 30  | 1108.097 | 36.9365 | 0.96  | 0.532    |
| ERROR     | 60  | 2299.361 | 38.322  |       |          |
| TOTAL     | 123 | 6383.489 |         |       |          |

C.V. = 32.56%

Cuadro A6. Mazorcas podridas.

| FV        | GL  | SC       | CM      | F     | F > P    |
|-----------|-----|----------|---------|-------|----------|
| LOCALIDAD | 1   | 400.321  | 400.321 | 15.98 | 0.0002** |
| REP(LOC)  | 2   | 122.487  | 61.243  | 2.44  | 0.0953   |
| TRAT      | 30  | 1078.805 | 35.960  | 1.44  | 0.1166   |
| LOC*TRAT  | 30  | 530.315  | 17.677  | 0.71  | 0.8502   |
| ERROR     | 60  | 1502.932 | 25.048  |       |          |
| TOTAL     | 123 | 3634.861 |         |       |          |

C.V. = 45.39%

Cuadro A7. Mazorcas con *Fusarium spp.*

| FV        | GL  | SC       | CM      | F    | F > P   |
|-----------|-----|----------|---------|------|---------|
| LOCALIDAD | 1   | 106.913  | 106.913 | 2.54 | 0.1165  |
| REP(LOC)  | 2   | 7.599    | 3.799   | 0.09 | 0.9139  |
| TRAT      | 30  | 2918.492 | 97.283  | 2.31 | 0.003 * |
| LOC*TRAT  | 30  | 1333.818 | 44.460  | 1.05 | 0.4197  |
| ERROR     | 60  | 2529.677 | 42.161  |      |         |
| TOTAL     | 123 | 6896.501 |         |      |         |

C.V. = 31.74%

Cuadro A8. Mazorcas por cien plantas.

| FV        | GL  | SC        | CM        | F     | F > P    |
|-----------|-----|-----------|-----------|-------|----------|
| LOCALIDAD | 1   | 14574.813 | 14574.813 | 80.51 | 0.0001** |
| REP(LOC)  | 2   | 28.488    | 14.244    | 0.08  | 0.924    |
| TRAT      | 30  | 6772.368  | 225.745   | 1.25  | 0.2305   |
| LOC*TRAT  | 30  | 9705.822  | 323.527   | 1.79  | 0.0281*  |
| ERROR     | 60  | 10861.651 | 181.027   |       |          |
| TOTAL     | 123 | 41943.144 |           |       |          |

C.V. =13.32%

Cuadro A9. Rendimiento

| FV        | GL  | SC      | CM      | F      | F > P     |
|-----------|-----|---------|---------|--------|-----------|
| LOCALIDAD | 1   | 257.140 | 257.140 | 547.89 | 0.0001**  |
| REP(LOC)  | 2   | 1.210   | 0.605   | 1.29   | 0.2828    |
| TRAT      | 30  | 20.260  | 0.675   | 1.44   | 0.1151    |
| LOC*TRAT  | 30  | 29.490  | 0.983   | 2.09   | 0.0075 ** |
| ERROR     | 60  | 28.159  | 0.470   |        |           |
| TOTAL     | 123 | 336.262 |         |        |           |

C.V. = 13.55%

Cuadro B1. Concentración de los tratamientos y características agronómicas de cada una de las variables obtenidas de los valores ajustados, expresados en cm para alt.plta; y alt.maz; y en por ciento para el resto de las variables excepto maz x 100 plts; y rendimiento.

| TRAT | ALT.<br>PLTA. | ALT.<br>MAZ. | ACAME<br>RAIZ. | ACAME<br>TALLO. | MALA<br>COB. | MAZ.<br>POD. | FUS.<br>MAZ. | MAZ x 100<br>PLANTAS | RTO.<br>TON/HA. |
|------|---------------|--------------|----------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|----------------------|-----------------|
| 29   | 262.50        | 145.00       | 18.939251      | 4.0550          | 16.317499    | 15.902249    | 26.300499    | 110.9183             | 6.1280          |
| 16   | 231.25        | 117.50       | 14.14025       | 7.54075         | 13.5630      | 4.0550       | 17.59225     | 111.8624             | 5.7070          |
| 20   | 226.25        | 121.25       | 10.7090        | 7.9295          | 18.5905      | 7.69075      | 15.329249    | 101.8303             | 5.66675         |
| 14   | 253.75        | 135.00       | 7.2915         | 4.0550          | 22.25725     | 12.847       | 16.119251    | 105.4585             | 5.6645          |
| 5    | 241.25        | 131.25       | 12.5330        | 11.2775         | 16.37075     | 13.6095      | 26.8030      | 113.4316             | 5.5390          |
| 18   | 228.75        | 126.25       | 11.01225       | 6.9325          | 18.8665      | 9.077499     | 19.591       | 103.7714             | 5.5355          |
| 1    | 216.25        | 105.00       | 6.3565         | 6.7695          | 21.369499    | 10.01975     | 8.0080       | 106.1374             | 5.46125         |
| 11   | 236.25        | 127.50       | 9.61925        | 5.43775         | 16.928249    | 9.07725      | 23.5515      | 106.5525             | 5.38925         |
| 23   | 237.50        | 126.25       | 10.08175       | 4.0550          | 20.495998    | 5.222        | 16.011749    | 104.1170             | 5.2270          |
| 6    | 243.75        | 142.50       | 12.36425       | 8.85275         | 18.879749    | 10.36825     | 20.1120      | 96.0219              | 5.17775         |
| 10   | 240.00        | 136.25       | 10.7640        | 5.3155          | 14.9640      | 12.11775     | 18.0885      | 104.4980             | 5.17225         |
| 2    | 230.00        | 117.50       | 5.3735         | 5.48425         | 19.838749    | 12.7050      | 19.673       | 101.3138             | 5.0520          |
| 7    | 213.75        | 110.00       | 9.52775        | 4.0550          | 19.5200      | 10.3940      | 18.21825     | 106.5334             | 5.0435          |
| 19   | 226.25        | 122.50       | 10.0520        | 8.2845          | 20.0940      | 7.90875      | 14.8545      | 95.4549              | 5.0165          |
| 12   | 233.75        | 121.25       | 11.2825        | 5.29775         | 12.2565      | 9.3635       | 18.813499    | 98.9552              | 4.97375         |
| 22   | 215.75        | 113.75       | 8.49875        | 4.0550          | 21.3050      | 13.44725     | 16.10225     | 97.4924              | 4.97225         |
| 26   | 227.50        | 122.50       | 6.58775        | 7.55025         | 21.16675     | 11.0385      | 18.954498    | 93.8094              | 4.87875         |
| 21   | 245.00        | 137.50       | 13.8385        | 8.12425         | 24.92825     | 14.77825     | 19.4365      | 91.9595              | 4.87375         |
| 3    | 253.75        | 145.00       | 18.2707        | 15.872999       | 17.025749    | 14.5630      | 22.2155      | 107.0288             | 4.8440          |
| 17   | 217.50        | 120.00       | 10.1040        | 6.65125         | 18.8580      | 8.934999     | 21.292999    | 98.5061              | 4.8305          |
| 13   | 232.50        | 127.50       | 6.76275        | 7.54675         | 15.65925     | 11.56125     | 16.040249    | 101.2901             | 4.8080          |



Continuación del cuadro B1.

| TRAT | ALT.<br>PLTA. | ALT.<br>MAZ. | ACAME<br>RAIZ. | ACAME<br>TALLO. | MALA<br>COB. | MAZ.<br>POD. | FUS.<br>MAZ. | MAZ x 100<br>PLANTAS | RTO.<br>TON/HA. |
|------|---------------|--------------|----------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|----------------------|-----------------|
| 9    | 239.50        | 128.75       | 10.20425       | 7.0380          | 15.06425     | 8.9260       | 21.99025     | 110.4433             | 4.80675         |
| 24   | 226.75        | 121.25       | 10.5730        | 4.0550          | 19.0235      | 12.45425     | 20.50525     | 86.7604              | 4.79275         |
| 30   | 213.75        | 118.75       | 6.572249       | 5.3610          | 12.86075     | 10.56475     | 29.015499    | 90.0274              | 4.7710          |
| 8    | 236.25        | 132.50       | 13.9140        | 6.7375          | 26.304749    | 15.8195      | 21.21575     | 92.4867              | 4.7515          |
| 15   | 227.50        | 121.25       | 5.3342         | 6.20525         | 30.567249    | 8.274        | 20.934999    | 97.2363              | 4.7490          |
| 28   | 277.50        | 193.75       | 26.37125       | 8.18675         | 14.9615      | 15.62825     | 34.987       | 90.2657              | 4.70025         |
| 31   | 277.50        | 148.75       | 13.20625       | 5.5090          | 19.964249    | 13.074749    | 20.973249    | 86.4612              | 4.67175         |
| 25   | 260.00        | 123.75       | 13.046         | 5.61875         | 22.2180      | 14.125       | 22.256       | 105.5576             | 4.65175         |
| 4    | 238.75        | 146.25       | 16.5900        | 11.532          | 14.2135      | 8.97725      | 25.3145      | 93.6947              | 4.64775         |
| 27   | 238.75        | 133.75       | 13.459249      | 7.41525         | 24.83025     | 9.21175      | 23.8265      | 97.9506              | 4.2125          |
| DMS  |               |              |                |                 |              |              |              |                      |                 |
| 0.05 | 23.478        | 20.958       | 6.310          | 4.587           | 8.756        | 7.079        | 9.184        | 19.031               | 0.969           |
| 0.01 | 31.22         | 27.87        | 8.391          | 6.100           | 11.643       | 9.413        | 12.212       | 25.306               | 1.288           |

