

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISION DE AGRONOMIA**



**Cruzas de prueba de líneas elite de maíz (*Zea mays L.*) del CIMMYT  
con un probador de estrecha base genética de la UAAAN**

**POR:**

**JOSE EZEQUIEL GALLEGOS SOLORZANO**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA**

**OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERO AGRONOMO EN PRODUCCION**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO**

**JUNIO DE 2005**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO**

**POR:**

**JOSE EZEQUIEL GALLEGOS SOLORZANO**

**TESIS**

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

**INGENIERO AGRONOMO EN LA ESPECIALIDAD DE PRODUCCION**

**APROBADA**

**PRESIDENTE DEL JURADO**

**SINODAL**

**MC. ARNOLDO OYERVIDES GARCIA**

**DR. ALFREDO DE LA ROSA LOERA**

**SINODAL**

**SINODAL**

**DR. HUMBERTO DE LEON CASTILLO**

**DR. SERGIO A. RODRIGUEZ HERRERA**

**CORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA**

**MC. ARNOLDO OYERVIDES GARCIA  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO.  
JUNIO DE 2004**

## **DEDICATORIA**

### **A dios:**

Por darme la oportunidad de vivir y tener una familia maravillosa.

### **A mis padres:**

Jorge Rosermberg Gallegos Alfaro  
Lucia Solórzano Solís

Por guiarme siempre en el camino del bien, porque siempre han velado por nuestro bienestar, por lo mucho que me han dado, gracias.

### **A mis hermanos:**

Carlos Alberto Gallegos Solórzano  
Jorge Luis Gallegos Solórzano

Por compartir momentos inolvidables durante estos años, siempre unidos en las buenas y en las malas.

### **A mi hijo:**

José Manuel Gallegos Calvo  
Mi todo, mi yo con mucho amor.

### **A Carmelita:**

Con cariño para ti, por recibir siempre tu apoyo y amor incondicional.

### **A toda mí familia:**

A mis abuelos (†), tíos, primos, sobrinos, estoy orgulloso de ser integrante de una familia muy especial que su principal virtud es la armonía.

A mis compañeros de la generación XCVIII de la especialidad de producción.

## **AGRADECIMIENTOS**

**Al M.C Arnoldo Oyervides García** por darme la oportunidad de realizar este trabajo de investigación, por sus consejos y sobre todo por su amistad.

**Al Dr. Alfredo de la Rosa Loera** por su aportación y revisión en el aspecto estadístico que comprende este trabajo.

**Al Dr. Humberto de León Castillo** con admiración por sus amplios conocimientos, por sugerencias y revisión del presente trabajo.

**Al Dr. Sergio A. Rodríguez Herrera** por su valiosa colaboración en la revisión del presente trabajo.

Al **COECYT** muchas gracias por otorgarme la beca económica y ser uno más de sus tantos beneficiados.

**A la Lic. Sandra López Betancourt** con respeto, por su ayuda desinteresada en el aspecto computacional de este trabajo de investigación.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	<b>Página</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>ii</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	<b>iv</b>
<b>I. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>OBJETIVO.....</b>	<b>3</b>
<b>HIPOTESIS.....</b>	<b>3</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>4</b>
<b>III. MATERIALES Y METODOS</b>	<b>15</b>
<b>MATERIAL GENÉTICO.....</b>	<b>15</b>
<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE EVALUACION.....</b>	<b>16</b>
<b>CARACTERISTICAS EXPERIMENTALES.....</b>	<b>17</b>
<b>CARACTERISTICAS DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL.....</b>	<b>17</b>
<b>TRABAJO DE CAMPO.....</b>	<b>18</b>
<b>ANÁLISIS DE VARIANZA INDIVIDUAL.....</b>	<b>22</b>
<b>ANÁLISIS DE VARIANZA COMBINADO.....</b>	<b>24</b>
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSION</b>	<b>26</b>
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>43</b>
<b>VI. RESUMEN</b>	<b>44</b>
<b>VII. LITERATURA CITADA</b>	<b>46</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
3.1.	Material genético utilizado, 42 líneas públicas (CML'S) del CIMMYT y un probador de la UAAAN. ....	15
3.2	Características experimentales, ubicación geográfica, climática y edáfica de las localidades experimentales.....	17
3.3	Características de la unidad experimental para las localidades de Villa Ursulo Galvan y Carretas, Veracruz.....	17
3.4	Formato de análisis de varianza individual para un diseño de bloques al azar.....	23
3.5	Formato de análisis de varianza combinado para un diseño de bloques al azar.....	24
4.1	Cuadrados medios de los Análisis de Varianza para rendimiento y demás características agronómicas de 47 genotipos de maíz evaluados en Villa Ursulo Galvan, Veracruz en el año del 1998 A.....	28
4.2	Cuadrados medios de los Análisis de Varianza para rendimiento y demás características agronómicas de 47 genotipos de maíz evaluados en Carretas, Veracruz en el año del 1998 A.....	29
4.3	Cuadrados medios de los Análisis de Varianza Combinado para rendimiento y demás características agronómicas de 47 genotipos de maíz evaluados en Villa Ursulo Galvan y Carretas, Veracruz en el año del 1998 A.....	33
4.4	Concentración de medias de rendimiento de los 42 tratamientos y cinco testigos experimentales en la localidad de Villa Ursulo Galvan, Veracruz.....	36
4.5	Concentración de medias de rendimiento de los 42 tratamientos y cinco testigos experimentales en la localidad de Carretas, Veracruz.....	39
4.6	Concentración de medias de rendimiento de los 42 tratamiento y cinco testigos experimentales en la localidad de Villa Ursulo Galvan y Carretas, Veracruz.....	41

## I. INTRODUCCION

El maíz (*Zea mays L.*) es una planta nativa de América, con centro de origen primario en México y Guatemala. En México, a lo largo de su historia, se ha manejado y conservado la especie de forma tal que en estos días se cuenta con una amplia gama de variabilidad genética, reflejada en grupos raciales y variedades criollas, con cualidades y propiedades que son fuentes naturales de alimentos y derivados industrializables, con un sinfín de usos.

El maíz es un producto de enorme importancia social y económica en México. Ocupa el 62% de la superficie cultivada y da empleo a cercada de 3 millones de agricultores. Representa la mitad del volumen total de alimentos que consumen los mexicanos cada año y proporciona a la población cerca de la mitad de las calorías requeridas. Es uno de los elementos clave de la cultura, fuente principal de alimentos e ingresos para la mayoría de los campesinos. Se estima que entre 15 y 18 millones de personas dependen en el país de la producción de esta planta para ganarse la vida. Su cultivo se extiende a lo largo de todo el territorio nacional, sobre distintos contextos geográficos, ecológicos, técnicos y sociales.

Los principales productores en el mundo son los EE.UU y China, seguido de lejos por Brasil, México y Argentina. De los cuales los dos primeros países producen el 60% del grano

a nivel mundial. Nuestro país es quinto productor mundial y el cuarto importador del grano, no obstante que participa únicamente con el 3% del total. El promedio de la producción nacional de maíz durante el periodo 1980 – 2000 fue de 14.8 millones de toneladas, sin embargo, si analizamos únicamente el periodo de 1994 –2000 este se eleva a 17.9 millones de toneladas, que es el estándar de producción en los últimos años.

El maíz se produce en las 32 entidades federativas del país, en el periodo comprendido entre 1995 – 2000 el 70% de la producción se obtuvo de 8 estados: Sinaloa, Jalisco, Estado de México, Chiapas, Guerrero, Veracruz, Michoacán, Puebla, el cual los estados que juegan con el mayor volumen de producción son los primeros cuatro.

Actualmente el mayor consumo de maíz en México es para la alimentación humana, seguido por el consumo pecuario y luego por el sector industrial, sin embargo la demanda para uso pecuario es creciente y en unos pocos años será el principal destino del grano en México, pero el maíz que demanda este sector es maíz amarillo. Para realizar el presente trabajo de investigación, se utilizó material genético procedente del centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo (CIMMYT) , líneas puras utilizadas como progenitores hembras también conocidas como líneas públicas (CML'S) y una línea tropical utilizada como probador por parte del programa de mejoramiento genético del Instituto Mexicano del Maíz “Dr. Mario Castro Gil” con la idea de que al conjuntar materiales elite procedente de programas de mejoramiento con filosofías diferentes la heterosis será máxima y permitirá detectar híbridos de uso potencial.

**Objetivo:**

- Identificar híbridos experimentales sobresalientes que logren superar a los testigos por localidad y en ambas localidades.

**Hipótesis:**

- Al menos uno de los híbridos experimentales supera a los testigos
- Existe al menos un híbrido experimental con buena adaptación a las diferentes regiones en donde fueron evaluadas.

## **II. REVISION DE LITERATURA**

### **LINEAS**

Allard (1980), describe a una línea como una raza homocigótica en todos los loci, que se obtiene por constantes autofecundaciones en el mejoramiento genético de las plantas.

Jugenheimer (1981), opina que el objetivo principal de la endocria es obtener líneas puras con aptitud combinatoria superior. Estas líneas se cruzan para producir híbridos de maíz que pueden ser agrónomicamente buenos o malos, cuando se encuentra una combinación híbrida deseable, la semilla puede volverse a incrementar año tras año sin cambio genético, mediante el uso de las mismas líneas puras paternas.

Brauer (1983), menciona que la idea fundamental de obtener líneas homocigóticas antes de llevar a cabo la hibridación es lograr que la herencia sea constante para saber con seguridad que cada vez que se haga la misma hibridación se obtenga la misma capacidad de producción, la misma adaptabilidad y las mismas características generales desde el punto de vista agronómico y de calidad.

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

Robles (1986) Menciona dos métodos para la formación de líneas:

- 1) El método de formación de líneas hasta homogeneizar los caracteres agronómicos, lográndose con un mayor número de autofecundaciones, porque así como se pueden aumentar las probabilidades de mejores genotipos en las líneas puras, también se aumentan las posibilidades de continuar autofecundado materiales genéticos indeseables.
- 2) El método de formación de líneas, con la aplicación de pruebas tempranas en niveles S1 o S2, es mejor ya que se desecharan aquellas que no tengan una buena aptitud combinatoria general y solamente se dedicara trabajo a aquellas líneas que al homogenizar sus caracteres tendrán mayor probabilidad de seguir conservando una buena aptitud combinatoria.

Márquez (1988), una línea endogámica es el conjunto de individuos resultante de una generación dada, obtenida al cabo de la autofecundación de una sola planta.

Chávez (1993), menciona que la formación de líneas puras es básica para el éxito de la hibridación, por lo que durante la formación de ellas se debe realizar una selección entre líneas y dentro de ellas, con el fin de eliminar aquellas que presentan características no deseables.

## **HETEROSIS**

Shull (1908), cita que el vigor híbrido se atribuye a un estímulo fisiológico ocasionado por la fusión de dos gametos haploides genéticamente diferentes que originan un cigote heterocigoto y un citoplasma balanceado, de origen únicamente materno.

Poehlman (1976), indica que se describen dos teorías en cuanto al fenómeno del vigor híbrido, una ampliamente aceptada, se basa en la suposición de que el vigor híbrido es el resultado de reunir genes favorables; y la otra, explica el vigor híbrido sobre la base de que la heterocigocidad es superior a la homocigocidad y por tanto, el individuo más vigoroso, es el que tiene mayor número de alelos heterocigóticos.

Falconer (1981), opina que los requisitos necesarios para que el fenómeno de la heterosis se pueda presentar, son la presencia de cierto grado de dominancia y la

diferencia de frecuencias génicas de los progenitores que se cruzan. También existen varias formas para medir la heterosis que muestran las F1 con respecto a sus parentales, donde se manifiesta el vigor híbrido, siendo esto de importancia para el fitomejorador.

Jugenheimer (1981), dice que la heterosis es un fenómeno en el cual el cruzamiento de dos individuos produce un híbrido, que es superior en crecimiento, tamaño, rendimiento o en vigor general y esta se manifiesta principalmente en las plantas provenientes de semilla.

Robles (1986), menciona que hay dos teorías sobre el concepto de heterosis, una propone que existen efectos de heterocigosis, si el vigor del híbrido supera al vigor promedio de ambos progenitores; la otra asume que solo habrá heterosis, si el vigor o manifestación del híbrido supera a la expresión del mejor de sus progenitores.

Reyes (1986), indica que el fenómeno en virtud del cual la cruce (F1) entre dos razas, dos variedades, dos líneas, producen un híbrido que es superior en tamaño, rendimiento o vigor en general.

Kuruvadi et al (1987), indica que cualquier desviación del híbrido con respecto al comportamiento promedio de los progenitores es denominada heterosis; la cual puede medirse de tres formas:

- 1) Heterosis: Comparación de híbridos con respecto al promedio de los progenitores.
- 2) Heterobeltiosis: Comparación del híbrido con respecto al progenitor superior.
- 3) Heterosis útil: Comparación del híbrido con el testigo del experimento, el cual puede ser una variedad o híbrido comercial.

## **APTITUD COMBINATORIA**

Poehlman (1976), define a la aptitud combinatoria como la capacidad de una línea para transmitir su productividad a su progenie.

Juhenheimer (1981), menciona que la aptitud combinatoria significa la capacidad que tiene un individuo o una población de combinarse con otros, dicha capacidad medida por su progenie.

Poehlman (1976), define la aptitud combinatoria general como el comportamiento medio de una línea en una serie de combinaciones híbridas; la aptitud combinatoria específica que es el comportamiento de la combinación de dos líneas determinadas en una cruce dada.

Juhenheimer (1981), menciona que la aptitud combinatoria general es el desempeño promedio de una línea pura en alguna combinación híbrida y que proporciona información sobre que líneas puras deben producir las mejores híbridos cuando se cruzan con otras líneas y que la aptitud combinatoria específica es el desempeño individual de una línea pura en una combinación híbrida específica.

Falconer (1984), define la ACG como el valor medio de F1 de cruza con otras líneas. La actuación de una cruza en particular puede derivarse de la ACG, la cual es medida como una desviación de la media general más las habilidades combinatorias de los progenitores, lo que viene siendo una característica de cruza de la ACE y no de sus progenitores.

Brauer (1987), menciona que la formación de líneas homocigóticas tiene como objetivo encontrar combinaciones altamente eficientes para producir híbridos comerciales, la prueba final para decidir que líneas han de usarse comercialmente, es también la aptitud combinatoria medida a través de la mayor productividad de los híbridos resultantes.

Márquez (1988), indica que cuando se determina la ACG y la ACE de líneas puras, lo que se determina son los gametos producidos por las líneas homocigóticas, mientras que cuando las líneas no son puras, entonces lo que se determina en la ACG y ACE es un promedio, porque cada progenitor puede considerarse como una mezcla

de líneas homocigóticas o sea que cada progenitor produce diferentes gametos en sus loci diferentes.

## **PROBADORES**

Matzinger (1953), menciona que el mejor probador es aquel que se puede usar fácilmente y con el cual se obtiene la máxima información del material evaluado.

Hallauer (1975), concluyo que en general un probador adecuado debe incluir simplicidad en el uso, que aporte información que clasifique correctamente el merito relativo de las líneas y maximice la ganancia genética.

Allard (1980), menciona que el mejor probador es el que proporcione más información sobre el probable comportamiento cuando las líneas ensayadas se utilicen en otras combinaciones o se cultiven en otros medios. También menciona que el probador de amplia base genética será el adecuado si se desea conseguir un nivel alto de valor agronómico general antes de intentar la valoración de combinaciones híbridas.

Juhenheimer (1981), menciona que los probadores deben seleccionarse por su capacidad para determinar cuales líneas se combinaran bien con muchas otras líneas. Debido a su heterogeneidad las variedades de polinización libre y los sintéticos generalmente se usan para determinar la aptitud combinatoria general. Los progenitores femeninos de cruza simple constituyen excelentes probadores para determinar la aptitud combinatoria específica de cruza de tres elementos.

Poehlman (1985), explica que en la actualidad se utilizan mas comúnmente como probadores líneas, cruza simples, pero con anterioridad era la variedad de polinización libre original la mas frecuentemente utilizada.

Zambezi (1986), señala que existen dos razones para preferir líneas endocriadas (estrecha base genética) a poblaciones heterogéneas (amplia base genética) a utilizar como probadores:

- 1) Que los errores en las muestras son mas probables con probadores heterogéneos.
- 2) El uso de líneas endocriadas (cruza simples) como probador, pueden permitir una rápida utilización de nuevas líneas en híbridos comerciales, especialmente si el probador esta listo para uso comercial.

Brauer (1987), señala que el probador debe tener una diversidad genética amplia para que al cruzarse con las líneas se obtenga un muestra de las muchas combinaciones diferentes posibles y pueda de esa manera, ser una medida apropiada de la aptitud combinatoria general.

Márquez (1995), indica que la prueba temprana consiste en cruzar las líneas con un probador de amplia variación genética, recomendándose como el mas seguro la variedad original misma. En la actualidad, sin embargo, la teoría y la práctica (para detectar la variación en cuanto a ACG se refiere) es una línea derivada de la variedad original que rinda lo menos posible.

## **HIBRIDACION**

Uno de los primeros en realizar estudios sobre hibridación en maíz fue Shull (1909), quien estableció los lineamientos generales para la obtención de líneas autofecundadas y el efecto de estas, en cruza, para producir híbridos de producción uniforme.

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

- 1) Selección de plantas adecuadas en las poblaciones de polinización libre
- 2) Autofecundación de estas plantas durante varias generaciones para producir líneas puras homocigóticas

### 3) Cruzamiento de las líneas escogidas.

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

Robles (1986), define un híbrido en términos generales como la primera generación que resulta del cruzamiento entre dos progenitores, cuyas características principales son la manifestación óptima de heterosis y la uniformidad de sus caracteres agronómicos; sobre todo, si los progenitores son líneas puras homocigóticas contrastantes en sus genotipos; resulta así, una población F1 heterocigótica y homogénea altamente vigorosa y productiva.

Poehlman (1986), concluye que el maíz híbrido es la primera generación de una cruce entre líneas autofecundadas, la producción del maíz involucra:

- a) La obtención de líneas autofecundadas por polinización controlada
- b) La determinación de cuales de las líneas autofecundadas pueden combinarse en cruces productivas
- c) Utilización comercial de las cruces para la producción de semilla.

Márquez (1988), define a la hibridación como el aprovechamiento de la generación F1 proveniente del cruzamiento entre dos poblaciones P1 y P2 (poblaciones paternas). Las poblaciones pueden ser, por lo tanto, líneas endogámicas, variedades de polinización libre, variedades sintéticas, o también las poblaciones F1 mismas.

De León (1989), explica que existen importantes razones, por las cuales los híbridos solo se utilizan en un 28 % de la superficie sembrada, dichas razones se pueden resumir en dos aspectos:

- a) Cerca del 90% de la superficie dedicada al cultivo del maíz, es de temporal y en la mayoría de esta, las precipitaciones pluviales son restringidas e irregulares a lo largo del ciclo del cultivo; lo que toma insegura la obtención de buenas cosecha, razón por la cual los productores prefieren sembrar semilla de menor costo, y solo una reducida proporción de esta área es sembrada con híbridos.
- b) No existe suficiente cantidad de híbridos, tal vez debido al largo tiempo que se requiere para su formación, el cual no es menor de tres años, sumado a esto lo moroso que resulta obtener el registro de variedades y de liberación oficial de las mismas.

### III. MATERIALES Y METODOS

El material genético que sirvió de base para el presente estudio estuvo constituido por 42 líneas públicas (CML'S) del Centro internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) utilizadas como progenitores hembras, cabe señalar que estos materiales son desarrollados en condiciones de campo de alta tecnificación y como progenitor macho un probador de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" (UAAAN) que es la línea tropical LTH- 43.

**Cuadro 3.1 Material genético utilizados en el presente trabajo, 42 líneas públicas CML (CML'S) del CIMMYT y un probador de la UAAAN (LTH – 43).**

TRATAMIENTO	GENEALOGÍA	ORIGEN
1	CML -26 x LTH- 43	10001 x 10906
2	CML -32 x LTH- 43	10007 x 10906
3	CML -36 x LTH- 43	10011 x 10906
4	CML -44 x L TH- 43	10019 x 10906
5	CML -47 x LTH- 43	10022 x 10906
6	CML -48 x LTH- 43	10023 x 10906
7	CML -49 x LTH- 43	10024 x 10906
8	CML -50 x LTH- 43	10025 x 10906
9	CML -54 x LTH- 43	10104 x 10906
10	CML -55 x LTH- 43	10105 x 10906
11	CML -253 x LTH- 43	10115 x 10906
12	CML -265 x LTH- 43	10202 x 10906
13	- CML 266 x LTH- 43	10203 x 10906
14	CML -267 x LTH- 43	10204 x 10906
15	CML -270 x LTH- 43	10207 x 10906
16	CML -271 x LTH- 43	10208 x 10906
17	CML -273 x LTH- 43	10210 x 10906
18	CML -274 x LTH- 43	10211 x 10906
19	CML -277 x LTH- 43	10214 x 10906
20	CML -281 x LTH- 43	10218 x 10906
21	CML -310 x LTH- 43	10220 x 10906
22	CML -282 x LTH- 43	10221 x 10906
23	CML -285 x LTH- 43	10224 x 10906

### Continuación del Cuadro 3.1

24	CML -286 x LTH- 43	10225 x 10906
25	CML -291 x LTH- 43	10305 x 10906
26	CML -293 x LTH- 43	10307 x 10906
27	CML -294 x LTH- 43	10308 x 10906
28	CML -294 x LTH- 43	10309 x 10906
29	CML -296 x LTH- 43	10310 x 10906
30	CML -297 x LTH- 43	10311 x 10906
31	CML -298 x LTH- 43	10312 x 10906
32	CML -299 x LTH- 43	10313 x 10906
33	CML -300 x LTH- 43	10314 x 10906
34	CML -303 x LTH- 43	10317 x 10906
35	CML -304 x LTH- 43	10318 x 10906
36	CML -305 x LTH- 43	10319 x 10906
37	CML -307 x LTH- 43	10321 x 10906
38	CML -308 x LTH- 43	10322 x 10906
39	LTH - 43 x CML 38	10325 x 10915
40	LTH - 43 x CML- 43	10325 x 10916
41	LTH - 43 x Pob. 21 – Ø 33	10325 x 10918
42	LTH - 43 x Pob. 22 – Ø 49	10325 x 10919
43	VS- 536	TESTIGO
44	H- 507	TESTIGO
45	B – 810	TESTIGO
46	D – 880	TESTIGO
47	VAN-543	TESTIGO

---

### Descripción del área de evaluación

El experimento se estableció en los municipios de Villa Ursulo Galván y Carretas en estado de Veracruz, México.

### Villa Ursulo Galvan, Veracruz

La localidad esta situada en la zona central costera del estado, donde limita con los municipios de Actopán, Puente Nacional, José Cardel, La Antigua y con el Golfo de México, ocupando una extensión de 149.70 Km.

### **Carretas, Veracruz.**

Esta región se encuentra situada en la parte central del estado, limitando con los municipios de Puente Nacional, La Antigua, Veracruz, Soledad de Doblado y Manlio Fabio Altamirano.

**Cuadro 3.2 Características experimentales ubicación geográfica, climática y edáfica de las localidades experimentales.**

Localidad	Ubicación		Precipitación Media anual (mm)	Altitud (m)	Temp. Media (C)
	Lat. N	Long. O			
Ursulo Galvan, Ver.	19° 22'	96° 23'	1207	100	25.1
Carretas, Ver.	19° 40'	96° 23'	1200	80	25.0

**Cuadro 3.3 Características de la unidad experimental para las localidades de Villa Ursulo Galvan y Carretas, Veracruz.**

Características	Villa Ursulo Galvan	Carretas
Fecha de siembra	22/06/98	22/06/98
Diseño experimental	Bloques al azar	Bloques al azar
No. De tratamientos	47	47
No. De repeticiones	2	2
No. De surcos por planta	1	1
Longitud de surcos (m)	4.62	4.62
Distancia entre surcos (m)	0.92	0.92
Distancia entre plantas (m)	0.22	0.22
Plantas por surco	21	21
Sembradas	2	2
Aclarar	1	1
Área de parcela útil	3.762	3.762
Fertilización	120-100-00	120-100-00
Densidad de población	50,505.00	50,505.00

## **Trabajo de campo**

Las labores de preparación del terreno que se realizaron en las dos localidades, fueron las que normalmente se realizan en los cultivos, como son: barbecho, rastra, surcado. La siembra fue realizada manualmente, depositando dos semillas por golpe, y realizando un aclareo posterior dejando una sola planta.

### *Fertilización*

La aplicación de fertilizante se realizó en dos tiempos, aplicando el 50% de nitrógeno y el 100% de fósforo al momento de la siembra, y el otro 50% complementario de nitrógeno aplicado cuando se realizó el segundo cultivo.

### *Labores de cultivo y combate de plagas*

Las labores de cultivo y el combate de plagas, se llevaron a cabo durante todo el ciclo vegetativo del cultivo, dando prioridad a las primeras etapas de desarrollo y crecimiento del cultivo, de tal manera que se logró mantener el área experimental libre de plagas y malezas.

## **Toma de datos de campo**

### *Días a floración*

Estos datos fueron tomados registrando los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas presentaron anteras dehiscentes y estigmas receptivos.

### *Altura de planta*

Se toman diez plantas al azar y se mide cada una de las plantas, de la base de esta hasta donde nace la hoja bandera, se expresa en metros.

### *Altura de mazorca*

Es la distancia en centímetros, desde la base de las plantas hasta el nudo donde se encuentra insertada la mazorca principal. Tomando como promedio 10 plantas al azar en cada planta.

### *Acame de tallo*

Es el número de plantas con tallos quebrados por debajo de la mazorca y es expresado en por ciento para cada parcela.

### *Numero de plantas cosechadas*

Total de plantas cosechadas en la parcela experimental útil al momento de la cosecha.

### *Numero de mazorcas cosechadas*

Total de mazorcas cosechadas dentro de cada parcela útil, utilizándose como un fiel indicador de la prolificidad de los materiales.

### *Mazorcas podridas*

Se considera mazorcas podridas aquellas que presentan más del 10% de granos afectados.

### *Mala cobertura*

Se registra en cada parcela el número de plantas que antes de la cosecha presentaron expuesta cualquier parte de la mazorca; expresado en por ciento.

### *Prolificidad*

Cantidad de mazorcas en cien plantas en base a las plantas y mazorcas cosechadas, calculado bajo la siguiente formula:

$$\text{Prolificidad} = \frac{\text{No. Mazorcas cosechadas}}{\text{No. De plantas cosechadas}} \times 100$$

### *Uniformidad de planta*

Esta variable define en base a la escala del 1-5 que corresponde a:

1= Tamaño de planta muy uniforme

2= Buena uniformidad en el tamaño

3= Regular tamaño de planta

4= Poca uniformidad en el tamaño

5= Muy irregular tamaño de planta

### *Uniformidad de mazorca*

Esta variable se define en base a la escala del 1-5 que corresponde a:

1= Tamaño de mazorca muy uniforme

2= Buena uniformidad de mazorca

3= Regular uniformidad de mazorca

4= Poca uniformidad en el tamaño

5= Muy irregular tamaño de mazorca

Los datos expresados en por cientos para cada variable tienen una distribución binominal en vez de una normal, para ajustarlos a una distribución normal se le saca raíz cuadrada.

### *Peso de campo*

Se obtiene pesando el total de mazorcas cosechadas por parcela, deberá pesarse en una báscula de reloj con una exactitud de tres decimales.

### *Materia seca*

Se obtiene utilizando el número cien como constante y a este se le resta el % de humedad registrada.

$$M.S = 100 - \% \text{ de humedad}$$

### *Peso seco*

Se obtuvo multiplicando la materia seca por el peso de campo

$$P.S = M.S \times \text{Peso de Campo}$$

### *Rendimiento*

Este se obtiene multiplicando el peso seco por el factor de conversión.

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

### *Donde:*

F.C= factor para convertir a toneladas por hectárea de mazorca al 15.5% de humedad

A.P.U= Área de parcela útil se obtiene de multiplicar la distancia entre surcos por la distancia entre plantas por numero perfecto de plantas de la parcela.

0.845= Constante para obtener el rendimiento en toneladas por hectárea.

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

10,000  $m^2$  = Equivalente a una hectárea.

### **Análisis de varianza individual**

Se realizaron análisis de varianza individual en bloques al azar con 47 tratamientos y dos repeticiones para las 11 características existentes utilizando el siguiente modelo estadístico:

Donde:

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

$Y_{ij}$  = Observaciones del i-esimo tratamiento en la j-esima repetición

$\mu$  = efecto de la media general

$\alpha_i$  = efecto del i-esimo tratamiento

$\beta_j$  = efecto del j-esima repetición

$E_{ij}$  = efecto del error experimental

$i = 1, \dots, 47$  (tratamientos)

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

Cuadro 3.4 Formato de análisis de varianza inividual para un diseño de bloques al azar.

Fuentes de variación	grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc
Tratamiento	t-1	$\frac{\sum y_i^2}{r} - FC$	$\frac{SC_t}{Gl_t}$	$\frac{CM_t}{CME}$
Repetición	r - 1	$\frac{\sum Y_j^2}{t} - FC$	$\frac{SC_r}{Gl_r}$	$\frac{CM_r}{CME}$
Error	(t-1) (r-1)	SCT - SC <sub>t</sub> - SC <sub>r</sub>	$\frac{SCE}{GLE}$	
Total	tr - 1	$\sum \sum Y_{ij}^2 - FC$		

t= tratamiento  
r= repetición

Cuadro 3.5 Formato de análisis de varianza combinado para un diseño de bloques al azar.

Fuentes de variación	grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc
Tratamiento	t-1	$\frac{\sum y_i^2}{rl} - FC$	$\frac{SCt}{Glt}$	$\frac{CMt}{CME}$
Localidad	l-1	$\frac{\sum Y_{.k}^2}{tr} - FC$	$\frac{SCl}{GLl}$	$\frac{CML}{CME}$
Rep/Loc	(r-1) l	$\frac{\sum Y_{.jk}^2}{t} - FC^1$	$\frac{SCr/l}{Glr/l}$	$\frac{CM/l}{CME/E}$
Trat x Loc	(t-1) (l-1)	$\frac{\sum y_{.k}^2}{r} - FC - SCt - SCl$	$\frac{SCt \times l}{GLt \times l}$	$\frac{CM/l}{CME}$
Error	(t-1) (r-1) l	$trl - tl - rl + l$	$\frac{SCE}{GLE}$	
Total	rl-1	$Y_{ijk}^2 - FC$		

t= tratamiento  
r= repetición  
l= localidades

### Análisis de varianza combinado

Pero debido que el experimento fue evaluado en dos ambientes diferentes se tuvo la necesidad de realizar un análisis de varianza combinado bajo el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu - \alpha_i + \beta_j(k) + r_k + (\alpha_r)_{ij} + E_{ij}(k)$$

Donde:

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

$\mu$  = efecto de la media general

$\alpha_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$\beta_j(k)$  = efecto de la  $j$ -ésima repetición animada en la  $k$ -ésima localidad

$r_k$  = efecto de la  $k$ -ésima localidad

$(\alpha_i)_j$  = efecto de la interacción del  $i$ -ésimo macho y la  $j$ -ésima hembra.

$E_{ij}$  = efecto del error experimental

Para determinar la confiabilidad de cada una de las características evaluadas, se procedió al cálculo del coeficiente de variación (C.V), utilizando la siguiente ecuación:

$$CV = \sqrt{\frac{CMEE}{X}} \times 100$$

CV = Coeficiente de variación

CMEE = Cuadrado medio del error experimental

X = Media general

100= Constante para convertir a porcentaje.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 4.1 se presentan los cuadrados medios de los análisis de varianza para las variables evaluadas en la localidad de Villa Ursulo Galvan, donde se observa que para la fuente de variación tratamiento hubo diferencias significativas ( $p \leq 0.01$ ) para las variables mala cobertura, mazorcas cosechadas, floración macho y floración hembra, rendimiento y diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) para la variable acame de raíz, indicando esto que las medias de estas variables difieren estadísticamente entre si, dando oportunidad de seleccionar materiales precoces y rendidores que pueden ser explotados en esta área de evaluación. Por otro lado no hubo diferencias significativas para las variables mazorcas podridas, mazorcas con fusarium, altura de planta, altura de mazorca y acame de tallo indicando esto que las medias de los genotipos para estas características son estadísticamente iguales.

Para la fuente de variación repeticiones hubo diferencias significativas ( $p \leq 0.01$ ) para las variables mala cobertura, mazorcas cosechadas, rendimiento y significancia ( $p \leq 0.05$ ) para mazorcas con fusarium y acame de tallo indicando esto que el uso del diseño bloques al azar fue efectivo ya que encontró diferencias ambientales (suelo, fertilización, riego, etc.), no siendo así para las variables

mazorcas podridas, floración macho y hembra, altura de planta, altura de mazorca y acame de tallo.

Los coeficientes de variación están en el límite de lo aceptable en particular para rendimiento, indicando que no existió mucho rango de error en el manejo del experimento, los valores altos para mala cobertura, mazorcas cosechadas y acame de tallo son debido a que estos datos se expresan en porcentaje. El valor alto para rendimiento se relaciona con problemas extrínsecos como falta de agua, ataque de plagas y enfermedades o simplemente una falla técnica durante el manejo del experimento.

En el Cuadro 4.2 se presentan los cuadrados medios de los análisis de varianza para las variables evaluadas en la localidad de Carretas donde se observa que para la fuente de variación tratamientos hubo diferencias significativas ( $p \leq 0.01$ ) para las variables mala cobertura, floración macho y floración hembra, acame de raíz y diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) para las variables mazorcas cosechadas, altura de mazorca y rendimiento lo que indica que hay variabilidad genética entre los materiales evaluados, por lo cual se puede hacer selección de los mejores genotipos. De acuerdo con (Márquez, 1988) Entre las cruces de prueba existen una gran variabilidad que puede deberse al tipo de probador utilizado por ser de reducida base genética.

**Cuadro 4.1 Cuadrados medios de los Análisis de Varianza para rendimiento y demás características agronómicas de 47 genotipos de maíz evaluados en Villa Ursulo Galvan, Veracruz en el año del 1998 A.**

<b>F.V</b>	<b>GI</b>	<b>MCOB</b>	<b>MCOS</b>	<b>MPOD</b>	<b>MFUS</b>	<b>FM</b>	<b>FH</b>	<b>AP</b>	<b>AM</b>	<b>AR</b>	<b>AT</b>	<b>REND</b>
<b>TRAT</b>	46	109.8**	153.0**	60.9	132.9	2.4**	2.35**	439.6	346.1	127.2*	75.46	3912887.8**
<b>REP</b>	1	76.4**	1867.6**	6.19	664.9*	0.010	0.010	482.6	864.0	72.3	3033.3*	55064713**
<b>ERROR</b>	93	72.1	57.0	55.6	124.0	0.010	0.010	329.9	245.0	66	74.64	1617668.4
<b>C.V</b>		28.4	30.5	22.6	16.7	0.171	0.171	8.31	13.08	30	27.21	22.19

\*, \*\* Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente. F.V= fuente de variación, gl= grados de libertad, MCOB= Mala cobertura, MCOS = Mazorcas cosechadas, MPOD= Mazorcas podridas, MFUS= Mazorcas con fusarium, FM= Floración macho, FH= Floración hembra, AP= Altura de planta, AM= Altura de mazorca, AR= Acame de raíz, AT= Acame de tallo, REND= Rendimiento

**Cuadro 4.2 Cuadrados medios de los Análisis de Varianza para rendimiento y demás características agronómicas de 47 genotipos de maíz evaluados en Carretas, Veracruz en el año del 1998 A.**

<b>F.V</b>	<b>Gl</b>	<b>MCOB</b>	<b>MCOS</b>	<b>MPOD</b>	<b>MFUS</b>	<b>FM</b>	<b>FH</b>	<b>AP</b>	<b>AM</b>	<b>AR</b>	<b>AT</b>	<b>REND</b>
<b>TRAT</b>	46	343.8**	203.4*	39.3	115.5	2.43**	2.3**	623.6	727.64 *	142.2**	68.2	9168066.4*
<b>REP</b>	1	14.2	88.0	5.0	2.5	0.010	0.010	68.0	208.51	1.9	52.3	63576783.4**
<b>ERROR</b>	93	135.8	114.9	30.4	77.8	0.010	0.010	447.9	416.6	47.5	83.29	5579363.8
<b>C.V</b>		28.3	23.2	16	21.0	0.177	0.171	8.1	13.95	18.8	21.2	26.1

\*, \*\* Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente. F.V= fuente de variación, gl= grados de libertad, MCOB= Mala cobertura, MCOS = Mazorcas cosechadas, MPOD= Mazorcas podridas, MFUS= Mazorcas con fusarium, FM= Floración macho, FH= Floración hembra, AP= Altura de planta, AM= Altura de mazorca, AR= Acame de raíz, AT= Acame de tallo, REND= Rendimiento.

Por otro lado no hubo diferencias significativas para las variables mazorcas con fusarium, altura de planta y acame de tallo por lo cual existió poca variabilidad en los bloques.

Para la fuente de variación repeticiones presento diferencia significativa ( $p \leq 0.01$ ) únicamente para la variable rendimiento y el resto de las variables no presentaron significancia, esto ultimo debido a las condiciones edáficas de la localidad son muy homogéneas. De acuerdo al Cuadro 4.2 las variables mala cobertura y mazorcas cosechadas para la fuente de variación tratamientos fueron no significantes para esta localidad lo que nos da a entender la baja variabilidad para estas características por lo que se comportaron muy estables.

Para esta localidad los coeficientes de variación de las características agronómicas evaluadas son considerados bajos y por lo tanto aceptables dando mayor confiabilidad a los resultados obtenidos, los valores altos para mala cobertura y mazorcas cosechadas son debido a que estos datos se expresan en porcentaje.

En el Cuadro combinado 4.3 se presentan los cuadrados medios de los análisis de varianza combinado se observa para la fuente de variación localidades hubo diferencias significativas ( $p \leq 0.01$ ) para las variables mala cobertura, mazorcas cosechadas, mazorcas podridas, mazorcas con fusarium, altura de planta, altura de mazorca y diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) para la variable acame de tallo y

rendimiento, indicando esto que las localidades donde se realizaron los estudios presentan diferencias debido a las condiciones climáticas y edáficas. Así mismo las variables que no presentaron diferencias significativas son floración macho, floración hembra y acame de raíz. Al respecto (Córdova 1989) Menciona que al estimar el comportamiento de los cultivares a través de diversos ambientes, se contribuye a la selección apropiada de los genotipos.

Para la fuente de variación repetición por localidad hubo diferencias significativas ( $p \leq 0.01$ ) para las variables mazorcas cosechadas, acame de tallo y significancia ( $p \leq 0.05$ ) para mazorcas con fusarium y rendimiento lo que demuestra la eficiencia del diseño empleado al restarle el efecto de esta fuente al error. Por otro lado las variables que no presentaron diferencias significativas son mala cobertura, mazorcas podridas, floración macho y hembra, altura de mazorca, altura de planta, acame de raíz, esto es inferido a que las repeticiones en cada localidad presentan las mismas condiciones climáticas por lo cual impartieron un efecto semejante a los tratamientos evaluados.

Respecto a la fuente de variación tratamientos presento diferencias significativa ( $p \leq 0.01$ ) para las variables mala cobertura, mazorcas cosechadas, floración macho y hembra, altura de planta, altura de mazorca y diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) para la variable rendimiento, lo anterior refleja la gran variabilidad existente entre de los genotipos evaluados. Con respecto a las variables de floración macho y hembra, así como también acame de raíz no se encontraron

diferencia significativa indicando esto que los materiales evaluados en este estudio presentan poca variabilidad para estas características.

Para la fuente de variación tratamientos por localidad no hubo diferencias significativas para la mayoría las variables a excepción de acame de raíz, esto indica que la mayoría de los genotipos evaluados presentan suficiente información genética para amortiguar los cambios ambientales, es decir tienden hacer estables sobre todo para rendimiento esto es muy importante en un programa de mejoramiento ya que los híbridos sobresalientes se pueden explotar en varios ambientes.

Los coeficientes de variación en el Cuadro 4.3 indican que se presentaron problemas durante el desarrollo del experimento y que existió mucha variación en el manejo del suelo en donde fueron evaluadas estos experimentos, para las variables acame de raíz y acame de tallo que se observa valores altos de 29.6% y 27.5% respectivamente, además de lo anterior su valor es alto porque que se manejan en porcentaje.

En el Cuadro 4.4 se presenta las medias de rendimiento de la localidad de Villa Ursulo Galvan y otras características agronómicas como; plantas cosechadas, acame de raíz, acame de tallo, mala cobertura, plantas con fusarium, mazorca

**Cuadro 4.3 Cuadrados medios de los Análisis de Varianza Combinado para rendimiento y demás características agronómicas de 47 genotipos de maíz evaluados en Villa Ursulo Galvan y Carretas, Veracruz en el año del 1998 A.**

<b>F.V</b>	<b>GI</b>	<b>MCOB</b>	<b>MCOS</b>	<b>MPOD</b>	<b>MFUS</b>	<b>FM</b>	<b>FH</b>	<b>AP</b>	<b>AM</b>	<b>AR</b>	<b>AT</b>	<b>REND</b>
<b>LOC</b>	1	4295.66**	2666.29**	863.5**	4375.2**	0	0	84808.77**	33377.7**	154.9	381.1*	64590095.9*
<b>REP/LOC</b>	2	45.3	977.8**	5.6	333.7*	0.010	275.3	275.3	536.3	37.1	1542.8**	59320748.2*
<b>TRAT</b>	46	339.3**	261.6**	58.0	129.8	4.8*	757.6**	757.6**	804.1**	136.8**	72.9	8412148.8*
<b>TRAT*LOC</b>	46	114.4	95.1	42.2	118.7	0	305.6	305.6	269.6	132.6**	70.8	4668808.4
<b>C.V</b>		22.7	22.5	14.6	22.4	0.177	0.177	8.2	13.6	29.6	27.5	21.8

\*, \*\* Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente. F.V= fuente de variación, gl= grados de libertad, MCOB= Mala cobertura, MCOS = Mazorcas cosechadas, MPOD= Mazorcas podridas, MFUS= Mazorcas con fusarium, FM= Floración macho, FH= Floración hembra, AP= Altura de planta, AM= Altura de mazorca, AR= Acame de raíz, AT= Acame de tallo, REND= Rendimiento

cosechadas, mazorcas podridas, mazorcas con fusarium, floración macho y hembra, altura de planta y altura de mazorca.

Donde se observa que los mejores genotipos fueron el tratamiento 31 (CML - 298 x LTH 43) el cual presenta un rendimiento de  $6.6 \text{ t ha}^{-1}$ , el cual también presento un buen comportamiento en las demás características agronómicas donde se cosecharon 36 plantas con un promedio de 46 mazorcas cosechadas y una incidencia de 11 por ciento de plantas enfermas con fusarium, el acame de raíz y tallo fue de 3 y 6 por ciento respectivamente, en el caso de mala cobertura y mazorcas podridas fue de 3 por ciento en ambos casos que también son valores muy bajos.

Otro de los genotipos sobresalientes fue: 34 (CML -303 x LTH -43) el cual tuvo un rendimiento de  $6.7 \text{ t ha}^{-1}$ , el cual presento una mejor media de rendimiento en comparación a los testigos, pero en cuanto a características agronómicas se refiere presento, en comparación a la entrada 31 un porcentaje mas alto en acame de tallo, mala cobertura y plantas con fusarium de 18,13 y 11 por ciento respectivamente.

Otro materiales que se pueden seleccionar dentro de esta localidad es la entrada 40 (CML-43 x LTH 43) que obtuvo un rendimiento de  $5.7 \text{ t ha}^{-1}$ , presentando una baja incidencia de plantas enfermas con fusarium con únicamente 6 por ciento, cero plantas con acame de raíz, mala cobertura con uno por ciento, esto indica que los materiales evaluados presentan diferencias genéticas, la cual se

reflejan en las características, lo que permite hacer selección y lograr identificar así los mejores genotipos

La media de rendimiento del mejor testigo experimental del Cuadro 4.4 es el híbrido B-810 con  $5.1 \text{ t ha}^{-1}$  comparado respecto a la mejor cruza es el tratamiento 34 (CML-303 X LTH 43) con  $6.7 \text{ t ha}^{-1}$ , se observa que el tratamiento 34 presenta un rendimiento mayor con  $1.5 \text{ t ha}^{-1}$  de diferencia.

**Cuadro 4.4 Concentración de medias de rendimiento de los 42 tratamientos y cinco testigos experimentales en la localidad de Villa Ursulo Galvan, Veracruz**

ENTRADA	PC	AR	AT	MCOB	PFU	MCOS	MPOD	MFUS	FM	FH	AP	AM	REND
34	35	2	18	13	11	44	0	11	59	61	245	150	6734.50
31	36	3	6	3	9	46	3	12	58	60	230	123	6675.50
33	32	5	10	12	11	42	11	20	57	59	235	140	6321.00
41	34	8	2	8	8	36	4	15	56	58	208	118	5789.50
40	35	0	8	1	6	32	6	13	59	61	228	128	5730.00
38	33	7	0	8	8	35	3	8	58	60	210	108	5612.00
1	18	0	7	5	15	23	5	10	59	61	215	118	5434.50
5	26	6	0	0	10	34	2	11	58	60	208	123	5376.00
11	28	2	13	10	16	36	4	17	58	60	233	120	5198.50
<b>45</b>	<b>23</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>26</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>59</b>	<b>61</b>	<b>220</b>	<b>120</b>	<b>5198.50*</b>
35	27	11	9	21	16	39	9	15	58	60	205	115	5139.50
39	25	69	1	17	31	25	2	25	59	61	210	110	5021.00
21	28	0	0	3	10	26	3	12	57	59	228	118	4962.00
42	30	3	13	12	15	35	18	46	58	60	208	118	4903.00
13	30	5	7	10	10	27	12	31	58	60	230	130	4666.50
37	34	18	9	12	11	34	2	11	59	61	233	123	4666.50
<b>47</b>	<b>31</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>29</b>	<b>8</b>	<b>25</b>	<b>60</b>	<b>62</b>	<b>235</b>	<b>135</b>	<b>4666.50*</b>
9	26	16	0	6	16	28	2	25	58	60	200	115	4489.50
18	22	3	4	3	9	23	3	15	58	60	240	138	4430.50
19	16	10	6	7	16	13	7	15	56	58	213	103	4430.50
23	19	5	6	14	14	17	13	18	59	61	225	113	4430.50
27	24	0	17	23	21	28	7	27	58	60	238	123	4253.00
7	28	3	12	9	10	25	9	11	57	59	238	135	4194.50
6	24	0	2	17	11	24	6	11	58	60	215	113	4135.00
25	27	11	8	6	15	29	13	33	57	59	230	138	4076.00
<b>44</b>	<b>27</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>25</b>	<b>7</b>	<b>23</b>	<b>60</b>	<b>62</b>	<b>243</b>	<b>155</b>	<b>4076.00*</b>
17	23	11	6	11	13	23	0	30	58	60	200	108	3958.00
<b>43</b>	<b>23</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>23</b>	<b>8</b>	<b>26</b>	<b>59</b>	<b>61</b>	<b>245</b>	<b>135</b>	<b>3721.50*</b>
16	21	15	18	2	7	13	4	19	61	63	195	120	3190.00
<b>46</b>	<b>24</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>45</b>	<b>58</b>	<b>60</b>	<b>203</b>	<b>118</b>	<b>3131.00*</b>
36	17	6	0	6	15	20	0	11	59	61	218	115	3072.00
14	22	22	13	10	15	19	9	15	59	60	193	100	2835.50
2	15	0	4	11	22	16	7	7	58	60	203	100	2776.50
4	13	0	4	31	16	15	20	19	58	60	203	113	2776.50
8	17	24	4	0	18	17	12	24	56	58	209	115	2717.50
28	23	11	10	21	16	20	15	28	56	58	230	133	2717.50
32	30	7	7	7	7	26	6	9	59	61	225	118	2658.50
22	16	13	0	0	16	15	6	0	58	60	213	110	2599.50
29	14	0	4	19	30	17	6	9	57	59	223	128	2599.00
30	21	33	10	7	53	30	11	37	58	60	198	98	2599.00
26	18	15	11	6	26	20	5	13	59	61	210	100	2481.00
3	11	0	18	0	21	15	17	16	58	60	238	138	2363.00
10	21	0	5	0	23	20	6	14	59	61	215	113	2185.50
20	19	0	0	8	67	23	10	19	57	59	210	110	2008.50
12	13	0	18	7	59	11	7	32	57	59	218	108	1772.50
24	12	7	16	13	29	13	4	43	56	58	215	123	1772.50
15	6	0	22	6	83	15	5	8	58	60	193	103	1122.00

Testigos\*

Comparando los testigos experimentales el que sobresalió en base a su rendimiento fue el híbrido B-810 con  $5.1 \text{ t ha}^{-1}$ , en segundo lugar el híbrido H- 507 con  $4.0 \text{ t ha}^{-1}$  y el híbrido D- 880 con  $3.1 \text{ t ha}^{-1}$ . Las dos variedades sintéticas utilizadas como testigos experimentales son VS – 536 y VAN – 543 este último presento mayor rendimiento con  $0.945 \text{ t ha}^{-1}$ .

En el Cuadro 4.5 se presenta las medias de rendimiento de la localidad de Carretas y otras características agronómicas como; plantas cosechadas, acame de raíz, acame de tallo, mala cobertura, plantas con fusarium, mazorcas cosechadas, mazorcas podridas, mazorcas con fusarium, floración macho y hembra, altura de planta y mazorca.

Donde se observa que el mejor genotipo fue la entrada 31 (CML -298 x LTH 43) con un rendimiento de  $9.0 \text{ t ha}^{-1}$  esto relacionado con el buen comportamiento de las características agronómicas, presentando 41 mazorcas cosechadas de 47 plantas en total, para acame de raíz y tallo fue de 7 y 3 por ciento respectivamente, la incidencia de enfermedades fue minima presentando 7 por ciento de plantas con fusarium de las cuales solo una mazorca fue afectada y una mazorca podrida. En lo que respecta a días de floración macho y hembra estuvo dentro de la media general presentando 58 días para el macho y 60 días para la hembra lo que indica que no hubo problema de sincronización durante la fase de polinización.

Otros materiales que también fueron sobresalientes en base a su rendimiento son la entrada 40 (LTH- 43 x CML 43) con un rendimiento de  $7.5 \text{ t ha}^{-1}$  y la entrada 2 (CML-32 x LTH 43) con un rendimiento de  $8.6 \text{ t ha}^{-1}$ , pero se considera como mejor genotipo la entrada 40 debido a que aún presentando menor rendimiento, la incidencia de porcentaje de mala cobertura fue menor.

Así mismo los rendimientos mas bajos lo presentaron las entradas 8 (CML-50 x LTH 43) con  $1.9 \text{ t ha}^{-1}$ , la entrada 9 (CML-54 x LTH 43) con  $1.9 \text{ t ha}^{-1}$  y la entrada 14 (CML-267 x LTH) con  $1.6 \text{ t ha}^{-1}$ , esto se refleja directamente por el bajo porcentaje de plantas cosechadas y mazorcas cosechadas.

Comparando la media de rendimiento de la localidad de Villa Ursulo Galvan  $3.9 \text{ t ha}^{-1}$  y la localidad de Carretas  $5.1 \text{ Ton Ha}$  se llega a la conclusión que el mejor ambiente en donde los genotipos se comportaron de mejor fue en la localidad de Carretas, Veracruz

La media de rendimiento del mejor testigo experimental del Cuadro 4.5 es la entrada 47 la Variedad VAN-543 con  $7.0 \text{ t ha}^{-1}$  comparado respecto ala mejor cruza es el tratamiento 31 (CML-298 X LTH 43) con  $9.0 \text{ t ha}^{-1}$ , se observa que el tratamiento 31 presenta un rendimiento mayor con  $2.0 \text{ t ha}^{-1}$  de diferencia.

**Cuadro 4.5 Concentración de medias de rendimiento de los 42 tratamientos y cinco testigos experimentales en la localidad de Carretas, Veracruz.**

ENTRADA	PC	AR	AT	MCOB	PFUS	MCOS	MPOD	MFUS	FM	FH	AP	AM	REND
31	37	7	3	4	7	41	1	1	58	60	260	143	9097.00
2	21	2	35	13	16	47	5	4	58	60	273	148	8684.00
11	34	3	3	65	9	55	-	8	58	60	270	155	8683.50
34	32	-	2	32	10	54	2	5	59	61	260	155	8447.50
7	35	19	9	6	10	41	6	10	57	59	275	160	8034.00
32	29	4	-	53	11	39	2	-	59	61	270	158	7567.50
40	31	2	2	13	5	35	2	3	59	61	280	143	7561.00
17	30	2	8	27	7	34	3	6	58	60	268	148	7390.50
27	30	5	8	17	14	46	6	9	58	60	250	138	7272.00
35	33	6	6	24	8	34	6	7	58	60	265	150	7266.50
33	33	3	-	28	8	44	-	1	57	59	278	153	7266.00
41	33	2	3	9	9	36	2	4	56	58	255	133	7148.00
20	31	-	3	28	10	42	8	8	57	59	268	138	7089.00
<b>47</b>	<b>26</b>	<b>7</b>	<b>-</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>19</b>	<b>50</b>	<b>68</b>	<b>60</b>	<b>62</b>	<b>295</b>	<b>173</b>	<b>7088.50</b>
<b>43</b>	<b>29</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>32</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>59</b>	<b>61</b>	<b>275</b>	<b>145</b>	<b>6439.00</b>
5	28	11	6	-	10	40	-	5	58	60	255	160	6380.00
<b>45</b>	<b>29</b>	<b>27</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>59</b>	<b>61</b>	<b>285</b>	<b>163</b>	<b>6321.00</b>
3	23	-	2	-	14	35	6	12	58	60	290	163	6143.50
30	34	-	17	18	11	34	2	9	58	60	263	148	5736.00
39	29	14	23	3	15	31	10	12	59	61	220	163	5317.00
15	14	-	7	15	19	31	2	49	58	60	255	138	5316.50
36	21	3	5	24	12	26	2	-	59	61	253	150	5316.50
21	30	-	-	17	5	26	4	2	57	59	263	130	5086.50
13	30	14	7	30	10	27	7	11	58	60	240	120	4903.00
29	17	43	6	40	21	31	3	5	57	59	253	150	4850.00
22	15	-	-	6	17	28	6	7	58	60	260	130	4726.00
10	35	10	-	6	9	47	3	11	59	61	255	143	4607.50
37	21	-	-	42	16	32	3	9	59	61	250	135	4430.50
26	18	-	8	3	12	26	3	2	59	61	213	125	4076.00
28	33	5	5	34	13	44	2	3	56	58	278	175	4017.00
38	28	7	2	27	11	38	1	-	58	60	248	143	4017.00
16	28	4	4	9	6	36	3	10	61	63	248	138	3958.00
4	21	4	-	62	18	30	4	20	58	60	258	135	3898.50
<b>44</b>	<b>34</b>	<b>27</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>33</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>60</b>	<b>62</b>	<b>298</b>	<b>240</b>	<b>3721.50</b>
25	24	2	2	32	11	38	3	-	57	59	255	143	3485.00
<b>46</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>31</b>	<b>7</b>	<b>16</b>	<b>58</b>	<b>60</b>	<b>220</b>	<b>133</b>	<b>3426.50</b>
42	19	14	4	22	16	28	11	11	58	60	283	153	3131.00
12	16	-	-	27	21	16	7	6	57	59	273	135	3013.00
23	15	4	3	16	16	10	-	-	59	61	253	123	2894.50
24	17	-	-	17	16	16	3	7	56	58	258	143	2540.00
6	31	2	2	26	9	29	7	-	58	60	265	143	2481.00
19	16	-	3	13	20	21	3	18	56	58	255	130	2244.50
18	12	4	-	86	35	15	-	25	58	60	270	135	2185.50
1	8	-	-	-	22	12	-	6	59	61	263	128	2073.50
8	22	17	8	3	10	26	-	6	56	58	258	145	1949.50
9	25	6	3	20	11	36	-	12	58	60	263	163	1949.50
14	33	3	-	37	11	25	-	6	59	60	233	125	1535.50

Testigos\*

En el caso del híbrido B-810 presento un rendimiento de  $6.3 \text{ t ha}^{-1}$ , así también el híbrido H-507 con  $3.7 \text{ t ha}^{-1}$  y el testigo menos rendidor fue el D-880 con  $3.4 \text{ t ha}^{-1}$ . Para esta localidad los testigos representados por la variedad sintética VAN – 536 presento un rendimiento de  $7.0 \text{ t ha}^{-1}$  y la otra variedad VS- 536 con  $6.4 \text{ t ha}^{-1}$ , la diferencia de producción de estos dos testigos es de  $0.649 \text{ t ha}^{-1}$ .

En el Cuadro combinado 4.6 se muestran las medias de rendimiento de las dos localidades en donde se realizo la evaluación de los materiales siendo la entrada 31(CML-298 x LTH- 43) el de mayor rendimiento con  $7.8 \text{ t ha}^{-1}$ , seguido de la entrada 34 (CML-303 x LTH -43) con  $7.5 \text{ t ha}^{-1}$ . Estas dos cruza además de presentar un rendimiento arriba de la media general muestran buenas características agronómicas y la presencia de enfermedades fue mínima.

Es importante mencionar que las entradas mas rendidoras a través de las dos localidades fueron muy similares para la localidad de Villa Ursulo Galvan y la localidad de Carretas, como son la entrada 34 (CML-303 x ANL-43) y la entrada 31(CML-298 x LTH -43).

**Cuadro 4.6 Concentración de medias de rendimiento de los 42 tratamientos y cinco testigos experimentales en la localidad de Villa Ursulo Galvan y Carretas, Veracruz.**

ENTRADA	PC	AR	AT	MCOB	PFUS	MCOS	MPOD	MFUS	FM	FH	AP	AM	REND
31	37	5	4	4	8	44	2	7	58	60	245	133	7886.25
34	33	1	10	22	10	49	1	8	59	61	253	153	7591.00
11	31	2	8	37	13	45	2	12	58	60	251	138	6941.00
33	32	4	5	20	9	43	6	10	57	59	256	146	6793.50
40	33	1	5	7	6	33	4	8	59	61	254	135	6645.50
41	34	5	3	8	8	36	3	9	56	58	231	125	6468.75
35	30	9	8	22	12	36	7	11	58	60	235	133	6203.00
7	31	11	10	7	10	33	7	11	57	59	256	148	6114.25
5	27	8	3	0	10	37	1	8	58	60	231	141	5878.00
<b>47</b>	<b>29</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>24</b>	<b>29</b>	<b>47</b>	<b>60</b>	<b>62</b>	<b>265</b>	<b>154</b>	<b>5877.50</b>
27	27	2	12	20	17	37	6	18	58	60	244	130	5762.50
<b>45</b>	<b>26</b>	<b>16</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>28</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>59</b>	<b>61</b>	<b>253</b>	<b>141</b>	<b>5759.75</b>
2	18	1	19	12	19	31	6	5	58	60	238	124	5730.25
17	26	6	7	19	10	28	2	18	58	60	234	128	5674.25
39	27	42	12	10	23	28	6	18	59	61	215	136	5169.00
32	29	5	3	30	9	32	4	5	59	61	248	138	5113.00
<b>43</b>	<b>26</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>28</b>	<b>8</b>	<b>18</b>	<b>59</b>	<b>61</b>	<b>260</b>	<b>140</b>	<b>5080.25</b>
21	29	0	0	10	7	26	4	7	57	59	245	124	5024.25
38	30	7	1	18	10	36	2	4	58	60	229	125	4814.50
13	30	10	7	20	10	27	9	21	58	60	235	125	4784.75
20	25	0	2	18	39	33	9	14	57	59	239	124	4548.75
37	27	9	4	27	13	33	2	10	59	61	241	129	4548.50
3	17	0	10	0	18	25	11	14	58	60	264	150	4253.25
36	19	4	3	15	14	23	1	5	59	61	235	133	4194.25
30	28	16	14	12	32	32	7	23	58	60	230	123	4167.50
42	25	8	9	17	15	31	14	28	58	60	245	135	4017.00
<b>44</b>	<b>30</b>	<b>21</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>29</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>60</b>	<b>62</b>	<b>270</b>	<b>198</b>	<b>3898.75</b>
25	26	7	5	19	13	33	8	17	57	59	243	140	3780.50
1	13	0	4	2	18	17	3	8	59	61	239	123	3754.00
29	15	21	5	29	25	24	4	7	57	59	238	139	3724.50
22	16	6	0	3	16	21	6	4	58	60	236	120	3662.75
23	17	5	4	15	15	14	6	9	59	61	239	118	3662.50
16	24	9	11	5	6	25	4	15	61	63	221	129	3574.00
10	28	5	3	3	16	34	4	12	59	61	235	128	3396.50
28	28	8	7	27	14	32	8	15	56	58	254	154	3367.25
4	17	2	2	46	17	23	12	19	58	60	230	124	3337.50
19	16	5	4	10	18	17	5	16	56	58	234	116	3337.50
6	27	1	2	21	10	26	7	5	58	60	240	128	3308.00
18	17	3	2	44	22	19	2	20	58	60	255	136	3308.00
<b>46</b>	<b>27</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>58</b>	<b>60</b>	<b>211</b>	<b>125</b>	<b>3278.75</b>
26	18	7	9	4	19	23	4	7	59	61	211	113	3278.50
9	26	11	2	13	13	32	1	18	58	60	231	139	3219.50
15	10	0	15	10	51	23	3	28	58	60	224	120	3219.25
12	15	0	9	17	40	14	7	19	57	59	245	121	2392.75
8	19	20	6	2	14	22	6	15	56	58	233	130	2333.50
14	27	12	7	23	13	22	4	10	58.5	60	213	113	2185.50
24	14	3	8	15	22	15	4	25	56	58	236	133	2156.25

Testigos \*

La media de rendimiento del mejor testigo experimental del Cuadro 4.6 es la Variedad VAN- 543 con  $5.8 \text{ t ha}^{-1}$  comparado respecto ala mejor cruza es el tratamiento 31 (CML-298 X LTH 43) con  $7.8 \text{ t ha}^{-1}$ , se observa que el tratamiento 31 presenta un rendimiento mayor con  $2.0 \text{ t ha}^{-1}$  de diferencia.

El mejor testigo fue el híbrido B-810 presento mayor producción con  $5.7 \text{ t ha}^{-1}$ , seguido de H-507 con  $3.8 \text{ t ha}^{-1}$  y el híbrido D-880 con  $3.2 \text{ t ha}^{-1}$ . La media de rendimiento del testigo Variedad sintética VAN-543 fue de  $5.8 \text{ t ha}^{-1}$  y para la variedad sintética VS-536 fue de  $5.0 \text{ t ha}^{-1}$ . Este orden de importancia en base a su rendimiento es similar para los cinco testigos en la localidad de Villa Ursulo Galvan y Carretas Veracruz.

## V. CONCLUSIONES

Las tres cruzas que superan a los testigos en la localidad de Villa Ursulo Galvan fueron los tratamientos: 34 (CML -303x LTH 43), 31(CML -298 x LTH 43) y el 33 (CML -300x LTH 43). Mientras que las mejores tres cruzas que superan a los testigos en la localidad de Carretas fueron los tratamientos: 31 (CML -298 x LTH 43), 2 (CML -32 x LTH 43), y el 11 (CML -253 x LTH 43).

Los tres híbridos experimentales que mostraron mayor rendimiento en comparación a los testigos para el combinado son: 31 (CML -298 x LTH 43), 34 (CML -303x LTH 43) y el 11 (CML -253 x LTH 43).

Comparando la medias de rendimiento entre ambientes Carretas presenta un rendimiento promedio de  $5.1 \text{ t ha}^{-1}$  y Villa Ursulo Galvan con  $3.9 \text{ t ha}^{-1}$ , lo que indica que los genotipos se comportaron de mejor manera en el primer ambiente.

## VI. RESUMEN

La Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” a través del instituto mexicano del maíz “Dr. Mario Castro Gil” (IMM) cuenta con programas de fitomejoramiento que abarcan las diferentes regiones climáticas de nuestra nación, estos programas de mejoramiento genético han dado origen a investigaciones en las que se involucra la evaluación de líneas que serán las progenitoras de los híbridos comerciales, con el propósito fundamental de proporcionar al pueblo mexicano híbridos por medio de las cuales se pueda aumentar la producción por unidad de superficie llevando a una rentabilidad del cultivo que permita un incremento en la producción nacional de maíz.

El presente estudio consistió en la evaluación de cruzas de prueba de líneas elite de maíz (CML`S) del Centro de Mejoramiento Genético de Maíz y Trigo (CIMMYT) con otra línea tropical utilizada como probador (LTH – 43) derivada del programa de mejoramiento del instituto mexicano del Maíz. Por esta razón se cruzaron dichos materiales. Con el objetivo de superar en rendimiento y características agronómicas a los testigos comerciales. El comportamiento de los híbridos experimentales se comparó con los testigos, VS-536 (Variedad Sintética), VAN-543 (Variedad sintética), H-507, B-810 y D-880. Este trabajo de investigación se llevó a cabo en las localidades de Villa Ursulo Galvan y Carretas en el estado de Veracruz.

Destacando los siguientes resultados se encontró híbridos experimentales con mejor rendimiento y características agronómicas en base a los testigos utilizados a través de los dos ambientes diferentes, son: Para Villa Ursulo Galvan las cruzas mas sobresalientes en cuanto a rendimiento se refiere son, 34(CML -303x LTH 43), 31(CML -298 x LTH 43), 33(CML -300x LTH 43), 41(ANTH 43 x POB.22 -33), 40(CML -43x LTH 43). Para la localidad de Carretas Veracruz los mejores híbridos experimentales son; 31(CML -298 x LTH 43), 2(CML -32 x LTH 43), 11(CML -253 x LTH 43), 34(CML -303x LTH 43), 7(CML -49x LTH 43).

## VII. LITERATURA CITADA

Allard, R.W.1967. Principios de la Mejora Genética de las Plantas. Edición Omega.

S.A. Barcelona España.

Brauer, H.o, 1983, Fitogenetica Aplicada. Los Conocimientos de la Herencia Vegetal al Servicio de la Humanidad. Sexta reimpresión. Editorial limusa, México,

D.F. p: 365.

Chávez, A.J.L y López, P.E.1987. Mejoramiento de Plantas II. U.A.A.A.N. México,

D.F. p: 56.

Cordova, H.S .and H.R. Michelson.1995, CIMMYT Maize Program Intenally

Managed External Review of breeding Strategies and Methodologies. p:34

De León, C.H.1987 Selección Recurrente en familias de Hermanos Completos con

pedigrí en maíz (*zea mays L.*)Tesis maestría UAAN. Buenavista, Saltillo,

Coahuila, México.

Falconer, D.S. 1971. Introducción a la Genética Cuantitativa. Segunda impresión.

Editorial CESA. México, D.F. p: 303.

- Jugenheimer, W.R.1981. Maíz. Variedades Mejoradas. Métodos de Cultivo y Producción de Semillas. Primera edición. Editorial Limusa. México D.F. p: 191.
- Márquez, S.F.1988. Genotecnia Vegetal. Métodos, Teoría, Resultados. A.G.T. México, D, F. p: 67.
- Márquez, S.F.1995. Métodos de Mejoramiento del Maíz. UACH. Primera Edición México, D.F. p: 481
- Matzinger, D. F.1953.Comparison of Three types of testerfor avaluation of inbred lines of corn. Agron. Jour. 45: 493-95.
- Poelman, J.M.1979. Mejoramiento Genético de las Cosechas. Editorial Limusa. S.A. México .D.F. p: 122.
- Reyes, C.P. 1985. Fitogenetica Básica y Aplicada. Editorial A.G.T. Editor S.A. Primera edición. México. D.F. p: 157.
- Robles, S.R.1986. Genética elemental y Fitomejoramiento. Primera edición. Editorial Limusa. México D.F. p: 342.
- Sprague, G.F and L.A. Tatum. 1942. General versus specific combining ability in single crosses of corn.J.Soc. Agron p: 23.
- Sánchez. M.E. 1955. Fitogenetica. Ed. Salvat, S, A. Primera edición. Madrid, España.