

# **UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS  
DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**



## **EVALUACIÓN DE LA APTITUD COMBINATORIA Y HETEROSIS DE LINEAS DE MAIZ CON ALTA CALIDAD DE PROTEINA**

### **T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTA:  
SALVADOR GUTIÉRREZ CARBAJAL**

**ZAPOPAN, JALISCO, JULIO 2006**



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS**  
**BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERO AGRÓNOMO**  
**COMITE DE TITULACIÓN**

**M.C. SALVADOR MENA MUNGUÍA**  
**DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**PRESENTE**

Con toda atención nos permitimos hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobada la modalidad de titulación TESIS E INFORMES, opción, TESIS, con el título:

**" EVALUACIÓN DE LA APTITUD COMBINATORIA Y HETEROSIS DE LÍNEAS  
DE MAÍZ CON ALTA CALIDAD DE PROTEÍNA"**

**El cual fue presentado por él (los) pasante(s):**

**SALVADOR GUTIÉRREZ CARBAJAL**

El Comité de Titulación, designó como director y asesores, respectivamente, a los profesores:

<b>DR. ABEL GARCIA VÁZQUEZ</b>	<b>DIRECTOR</b>
<b>DR. FLORENCIO RECENDIZ HURTADO</b>	<b>ASESOR</b>
<b>DR. NORBERTO CARRIZALES MEJÍA</b>	<b>ASESOR</b>

Una vez concluido el trabajo de titulación, el Comité de Titulación designó como sinodales a los profesores:

<b>DR. SALVADOR MENA MUNGUÍA</b>	<b>PRESIDENTE</b>
<b>M.C. SALVADOR ANTONIO HURTADO DE LA PEÑA</b>	<b>SECRETARIO</b>
<b>M.C. ROBERTO JIMENEZ GARCÍA</b>	<b>VOCAL</b>

Se hace constar que se han cumplido los requisitos que establece la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara, en lo referente a la titulación, así como el Reglamento del Comité de Titulación.

**ATENTAMENTE**  
**"PIENSA Y TRABAJA"**

Las Agujas, Zapopan, Jal. a 25 de julio de 2006.

**M.C. SALVADOR GONZÁLEZ LUNA**  
**PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN**

**DRA. MARÍA LUISA GARCÍA SAHAGÚN**  
**SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN**

## DEDICATORIAS

A Dios: Por conducirme por el camino del bien y permitirme terminar mis estudios profesionales.

A mis padres: Hermenegildo Gutiérrez Bobadilla

Teofila Carvajal Hernández

Al Dr. Mario Abel García Vázquez †

Por poner en mí la confianza para realizar este trabajo e inducirme el vicio de seguir preparándome y desarrollarme profesionalmente como investigador y todos aquellos momentos en que de una forma desinteresada fue transmitiéndome conocimientos sobre el mejoramiento del maíz y otras más, que me son difíciles de mencionar en unas cuantas líneas. De corazón, muchas gracias doctor.

A todas aquellas personas de México o el mundo, que de una u otra forma están sufriendo hambre, espero que estos estudios sean de utilidad para disminuir el porcentaje de hambre que se presenta en gran parte del mundo. Ya que un país con hambre es un país propenso a ser dominado.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guadalajara y al Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.

Por haberme dado la oportunidad, de adquirir los conocimientos necesarios para poder ejercer la carrera de Ingeniero Agrónomo.

A mi comité de titulación, formado por:

Director Dr. Mario Abel García Vázquez † por poner en mí la confianza desinteresadamente para desarrollarme profesionalmente en el ámbito del mejoramiento del maíz.

Asesor Dr. Norberto Carrizales Mejía. Por la supervisión y consejos para la realización del presente trabajo.

Asesor Dr. Florencio Recendis Hurtado. Por su amistad y colaboración en el desarrollo del presente trabajo.

A ellos muchas gracias, por la orientación recibida en la elaboración de este trabajo.

A mis padres: Hermenegildo Gutiérrez Bobadilla y Teofila Carvajal Hernández, Ya que con sus desvelos, preocupaciones, consejos han hecho de mí una persona de bien por haberme dado la oportunidad de superarme en la vida. Muchas gracias.

A mis hermanos: Ma. Del Carmen, Felipe, J. De Jesús, Elvira †, Roque, Rafael, Juan Manuel, Sergio Alberto y Martha Alicia, por el apoyo recibido en el transcurso de mi desarrollo profesional.

A mis compañeros de generación sobre todo a Fernando Alcalá García por su amistad brindada en los años de estudio y hasta hoy en día, muchas gracias fer.

A todos los maestros que dedicaron un tiempo de su vida, para transmitir su conocimiento en las aulas.

Al Dr. Jesús González Sánchez por la explicación desinteresadamente, del sistema estadístico SAS.

A mis amigos los ingenieros: Carlos Rene Félix Fregoso y Gustavo Flores Salazar, por su apoyo en la motivación de seguir superándome en lo profesional.

## **Reflexión**

**El camino más corto  
a recorrer en esta vida,  
es aquel que comienza a caminar.**

**“Nunca andes por el camino trazado,  
pues el te conduce  
únicamente hacia donde los otros fueron.”**

**(Graham Bell)**

## CONTENIDO.

	Pág.
Lista de cuadros.....	IV
Lista de cuadros del Apéndice.....	VI
Resumen.....	VII
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>13</b>
2.1 El maíz Opaco-2 y su calidad de proteína.....	13
2.1.1. Características físicas.....	15
2.1.2. Características nutricionales.....	16
2.1.3. Estudios nutricionales en maíz Opaco-2.....	20
2.2 Aptitud combinatoria.....	22
2.3 Heterosis.....	23
2.3.1. Teorías sobre heterosis.....	24
2.3.2. Utilización de la heterosis.....	28
2.3.2.1 Cruzas simples.....	29
2.3.2.2 Cruzas trilineales.....	30
2.3.2.2.1. Predicción de cruzas trilineales.....	31
2.4 Parámetros de estabilidad.....	33
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>37</b>
3.1. Variedades.....	37
3.2. Localidad de evaluación.....	37
3.3. Manejo agronómico.....	41
3.4. Variables estudiadas.....	42

3.5. Diseño experimental.....	45
3.6. Análisis estadístico.....	45
<b>4. RESULTADO Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>48</b>
4.1 Análisis por localidad.....	48
4.2 Parámetros de estabilidad.....	50
4.3 Predicción de cruza trilineales.....	55
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>59</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>62</b>
<b>7. APÉNDICE.....</b>	<b>67</b>

## LISTA DE CUADROS

CUADRO	DESCRIPCIÓN	PAGINA
1	Contenido de aminoácidos ( mg / 100g de proteína) y porcentaje de proteína encontrados en 100 g de maíz, Villegas ( 1972 ).....	18
2	Contenido de las diferentes fracciones de proteína en él endospermo de maíz común, opaco-2 y harinoso-2, Villegas ( 1972).....	18
3	Contenido de Lisina del endospermo de maíz, Villegas ( 1972 )	18
4	Contenido de lisina y Triptofano ( grano, endospermo y germen) con maíz común, opaco-2 y harinoso dos, Villegas ( 1972 ).....	19
5	Contenido de caseína en diferentes tipos de grano de maíz en porcentaje, Poey ( 1979 ).....	19
6	Clasificación de los genotipos de acuerdo a sus $S^2_{di}$ y las $b_i$ de Carballo y Márquez (1970) .....	35
7	Cruzas e híbridos de CIMMYT evaluados en cinco localidades Ciclo P.V. 1998.....	39
8	Claves de líneas (CIMMYT) utilizadas en la formación de los híbridos simples y trilineales.....	40
9	Localidades y características geográficas y fecha de siembra evaluadas en Ciclo P.V. 1998.....	41

10	Forma general del análisis de varianza para la estimación de los parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell (1966)..	47
11	Medias de rendimiento de grano (ton/ha) de 34 variedades (QPM) evaluadas en cinco localidades de México. Ciclo PV 1998.....	52
12	Análisis de varianza de los parámetros de estabilidad para rendimiento en 5 localidades.....	53
13	Media de rendimiento (ton/ha), coeficiente de regresión ( $b_i$ ) y desviaciones de regresión ( $S^2_{bi}$ ) para 34 variedades (QPM) evaluadas en 5 localidades de México, Ciclo PV1998.....	54
14	Grupo de líneas utilizadas para la predicción de cruzas trilíneales.....	55
15	Predicción de rendimiento y formación de cruzas trilíneales a partir de líneas que integran las mejores cruzas de maíz (QPM) evaluadas en cinco localidades de México, durante el ciclo P.V. 1998.....	56
16	Cruzas trilíneales predichas con rendimientos superiores a las 9 ton/ha.....	58

## LISTA DE CUADROS DEL APÉNDICE

	DESCRIPCIÓN	PAGINA
1 A	Medias de rendimiento y otras características agronómicas de 34 cruzas evaluadas en Ameca, Jal. P.V. 1998.....	68
2 A	Medias de rendimiento y otras características agronómicas de 34 cruzas evaluadas en Celaya, Gto. P.V. 1998.....	70
3 A	Medias de rendimiento y otras características agronómicas de 34 cruzas evaluadas en Pabellón de Arteaga, Ags. P.V. 1998.....	73
4 A	Medias de rendimiento y otras características agronómicas de 34 cruzas evaluadas en Cd. Obregón, Son. P.V. 1998.....	76
5 A	Medias de rendimiento y otras características agronómicas de 34 cruzas evaluadas en Tlaltizapan, Mor. P.V. 1998.....	79

## Resumen

Los diferentes factores que provocan que cada día sea mayor el porcentaje de desnutrición en las zonas marginales de las grandes ciudades así como en la mayor parte de las áreas rurales de México, son varios, pero el principal factor que provoca este problema en la población es el tener poco o casi nulo acceso a las fuentes de alimentación con alto contenido de proteína como la carne o la leche, entre otros. Para resolver o atenuar este problema se requiere la participación de varias instituciones publicas como el CIMMYT, INIFAP y Universidades así como de instituciones privadas (empresas semilleras) y el gobierno. Lo antes mencionado justifica el aportar a la población, maíz de alta calidad de proteína QPM. En estudios realizados por Bressani, et al (1969) encontraron que este tipo de maíz contenía un 90 % de proteína con relación al del valor de la leche. Es por ello que, el presente trabajo tiene los siguientes objetivos: a) Determinar el comportamiento de rendimiento de cruzas simples con 32 líneas de alta calidad de proteína (QPM) en cruzamiento con una línea probadora con el fin de generar híbridos de mayor potencial de rendimiento de grano; b) Determinar los parámetros de estabilidad de las cruzas simples formadas con dichas líneas. y de acuerdo al rendimiento de las cruzas simples hacer la predicción de las cruzas trilineales. Para cumplir con los objetivos señalados con anterioridad, se sembró el ensayo SSCWQ9814 que forma parte de una serie de ensayos evaluados en otras cuatro localidades. Con el modelo de Eberhart y Russell (1966) empleado en este estudio se encontró que hubo diferencia altamente significativa (1%) para la fuente de variación (cruza), así como para la interacción de las variedades por ambiente

(lineal) por lo cual se considero el estimar los coeficientes de regresión ( $b_i$ ) para cada cruce. Por otra parte se encontró que la cruce 33 (CML 247 X CML311) fue la de mayor rendimiento y se comportó como estable e inconsistente, el resto de las cruces se comportaron como estables y consistentes, al tener un  $b_i$  igual a uno y una  $S^2_{b_i}$  igual a cero. De acuerdo con el tercer objetivo se encontró con la posibilidad de utilizar las líneas L32, L21, L25, L31, L30, L29 y L26 para formar 28 cruces simples. Así mismo al estimar el rendimiento de estas cruces con la línea probadora CML 176 se pudo hacer la predicción de cruces trilineales donde se encontró un total de 13 cruces trilineales con rendimientos superiores a las nueve toneladas por hectárea.

## 1. INTRODUCCIÓN.

La dieta del pueblo mexicano tradicionalmente se basa en el maíz, cereal que es de baja calidad nutritiva aunque su proporción de carbohidratos es alto. Debido al descubrimiento de un mutante conocido con el nombre de Opaco-2 ( $o_2o_2$ ) por los investigadores Singleton y Jones(1934) citados por García(1975), y a las características nutricionales encontradas por Mertz et al ( 1966 ), citado por Zuñiga(1979), de que se incrementa la calidad de la proteína en el grano, se tiene una alternativa para mejorar la ingesta de proteína de calidad, mediante este cereal. Por otra parte este gene ocasiona cambios en la textura del endospermo haciéndolo harinoso, liviano y susceptible al ataque de insectos de almacén, situación que ha mejorado debido a los trabajos realizados por el Centro de Investigación de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y otras instituciones como el INIFAP y algunas universidades, en donde se ha logrado modificar la textura del grano del maíz, cambiando el aspecto opaco por un fenotipo corneo modificado de mayor peso.

La calidad de la proteína del maíz con el gene opaco-2, dada por el incremento de los aminoácidos que se encuentran en las proteínas del endospermo tales como: Lisina, Triptofano, Histidina, Arginina, Ácido aspartico, entre otros es de gran importancia para la alimentación del hombre, y pueden ser proporcionados por este tipo de maíz.

Varios investigadores tales como: Ángeles(1972), Villegas(1972), Pérez (1976), Poey(1979), entre otros, encontraron que los valores nutritivos son aprovechados con mayor porcentaje en aquellos seres vivos monogástricos.

No obstante los avances obtenidos en la investigación, sobre este cereal siguen existiendo todavía en México un alto porcentaje de desnutrición en sus habitantes. En el CIMMYT, INIFAP y Universidades, una gama de trabajos con el objetivo de que los fitomejoradores obtuvieran una serie de derivaciones de líneas altamente competitivas para la formación de híbridos.

Dichos esfuerzos realizados por los fitomejoradores no han sido en vano, a la fecha, existe una gran gama de líneas en dichas instituciones las cuales son utilizadas para la formación de híbridos, se desarrollaron estos sobresaliendo los de tipo trilineal. Jugenheimer (1981), mencionó que los híbridos formados por tres líneas, tienden a ser mejores que los híbridos simples y los dobles. Torres (1994) Por su parte menciona que los primeros híbridos trilineales fueron formados por el CIMMYT y el INIFAP.

Con el objetivo de obtener un mayor numero de híbridos con alto potencial de rendimiento en menor tiempo Jenkis (1934), propuso una serie de fórmulas, las cuales son utilizadas para la predicción de las mejores cruza simples, trilineales y dobles. Este autor propuso la siguiente fórmula para la predicción de cruza trilineales  $CT = [n(n-1)(n-2)]/2$

Por otra parte, es importante desarrollar variedades estables y consistentes con alto potencial de rendimiento. Ya que la estabilidad es una característica que para los investigadores a sido primordial incorporarla a los materiales que aporta al pueblo.

Los conceptos anteriores fueron utilizados para formular los objetivos de este trabajo y son presentados a continuación.

a) Determinar el comportamiento de rendimiento de cruzas simples con 32 líneas de alta calidad de proteína (QPM) en cruzamiento con una línea probadora.

b) Determinar los parámetros de estabilidad de las cruzas simples formadas con dichas líneas.

c) De acuerdo al rendimiento de las cruzas simples predecir las cruzas trilineales.

Así mismo, para el logro de los objetivos anteriores se proponen las siguientes hipótesis a comprobar:

1. La divergencia genética presente en las líneas que forman las cruzas a evaluar, es suficiente para generar heterosis similar a la de los híbridos comerciales en las localidades de evaluación.

2. La divergencia genética presente en las cruzas a evaluar, es suficiente para que se manifieste la estabilidad en las localidades de evaluación.

Dichos objetivos se plantearon con el fin de proporcionar este tipo de híbridos de alta calidad de proteína principalmente a aquellas comunidades que producen maíz para autoconsumo y para disminuir el número de personas desnutridas, pues estas comunidades son las que principalmente se ven afectadas.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA.

### 2.1 El Maíz opaco-2 y su calidad de proteína

El consumo de maíz (*Zea mays L.*) en diversos países de América Latina, es bastante notorio; en México, la demanda de este cereal para consumo es superior a la producción anual obtenida. Según datos recabados durante los últimos 40 años la producción de este cereal se ha incrementado bastante, así por ejemplo, Casas (2000) comentó que a principios del siglo XX existía un total de cinco millones de hectáreas sembradas con cultivos básicos, lo que daba un volumen de producción de 2.5 millones de toneladas, mientras en la actualidad el volumen de producción se ha duplicado 10 veces más. Por su parte el INEGI (1998) señaló que una superficie sembrada con maíz de aproximadamente siete millones de ha, produjo 14 millones de toneladas.

García (1975) en su estudio realizado señaló que el gene opaco-2 ( $o_2o_2$ ) fue descubierto en 1934 por Singleton y Jones en la Estación Agrícola Experimental de Connecticut, sin que en aquella época se hubiera determinado su efecto sobre el valor nutritivo. Por su parte Zúñiga (1979) mencionó que el valor nutritivo del material con el gene opaco-2 fue descubierto por Mertz y colaboradores en la universidad de Purdue, y señaló que estos investigadores encontraron un alto contenido de aminoácidos esenciales (Lisina y Triptofano), lo cual generó una

serie de ensayos biónutricionales que mostraron un alto valor de este maíz en animales monogástricos.

El conocimiento bastante documentado sobre las deficiencias de aminoácidos esenciales como lisina y triptofano en el maíz normal dio lugar a diferentes investigaciones enfocadas a la búsqueda de un grano con mayor concentración de estos aminoácidos. En 1993, la FAO consideró la posibilidad de producir mejores variedades de maíz, con alta calidad de proteína basada en tres objetivos principales:

1. Aumentar el contenido de aceite del grano.
2. Aumentar la fracción prolamina (zeína) del endospermo del maíz.
3. La considerable variabilidad del contenido de lisina en las distintas variedades y selecciones de las mismas.

Según Altschus (1977), uno de los impulsos que ha hecho posible el desarrollo de la investigación de maíces de alta calidad proteínica es la cantidad de países en desarrollo en los cuales se persigue todavía la meta convencional de obtener más proteína de origen vegetal o animal, lo cual aún es cada vez más difícil de conseguir en las condiciones actuales, al considerar la discrepancia existente entre el nivel estimado de los recursos y el tamaño estimado de la población.

La producción de maíz opaco modificado, conocido como QPM (por sus siglas en inglés), a nivel nacional e internacional no se encuentra bien especificada por las diferentes instituciones e investigadores, no obstante, cabe resaltar que el cultivo, la superficie sembrada y la investigación sobre este tipo de maíz a tomado fuerza durante los últimos años en los diferentes programas de mejoramiento genético, en instituciones públicas y privadas, debido a las características nutritivas que posee.

### **2.1.1 Características físicas.**

Las características físicas del maíz Opaco-2, según Reyes (1990), son idénticas a las del grano normal; es decir; está formado por 3 partes esenciales:

1. El pericarpio; el cual es una capa fina compuesta principalmente por celulosa (envuelve al grano) y hace la función de protección contra ataques de hongos y bacterias.

2. El endospermo; es un tejido de reserva de la semilla (de mayor volumen) que alimenta al embrión durante la germinación, tiene dos regiones bien diferenciadas: el endospermo suave o harinoso y el duro o endospermo vitreo, lo cual depende de la variedad.

3. El germen o embrión; la cual es una planta en miniatura que se desarrolla al germinar la semilla.

### **2.1.2 Características Nutricionales.**

Al hablar sobre ventajas nutricionales del maíz Opaco-2 se debe tener en cuenta al maíz normal como punto de comparación; así por ejemplo, el maíz es considerado como un elemento de alto valor energético (comparado con otros cereales), bajo en contenido de fibra, y con tres a cuatro por ciento menos en cantidad de proteína, la cual, por consistir principalmente de zeína es deficiente en los aminoácidos esenciales, lisina y triptofano. Ángeles (1972) Por otra parte, el maíz elaborado en forma de tortillas supera a otros granos en minerales y en porcentaje de carbohidratos.

En cuanto al contenido de vitaminas, el maíz es carente en Niacina lo que aunado a la deficiencia de triptofano condiciona la presencia de la enfermedad conocida como pelagra en México, Pérez (1976).

Sin embargo, el maíz consumido como tortilla supera a otros granos en minerales y en porcentaje de carbohidratos, aunque ha sido considerado por Zúñiga(1979) como muy pobre en sales minerales, especialmente fierro y calcio, No obstante, concluyó que es un alimento alto en materias no nitrogenadas como lo son los hidratos de calcio los cuales suministran al organismo gran cantidad de energía.

Estudios realizados por Villegas (1972), sobre la modificación del balance de los aminoácidos esenciales en maíces con los genes mutantes ( $o_2$  y  $fl_2$ ), en relación al maíz normal encontró diferencias significativas entre los siguientes aminoácidos: lisina, triptofano, treonina y valina sobresaliendo estos aminoácidos en el maíz opaco-2 (Ver Cuadros 1,2,3 y 4).

Las partes principales del grano del maíz difieren considerablemente en su composición química. El pericarpio se caracteriza por un alto contenido de fibra cruda (87%), esta a su vez está formada por hemicelulosa (67%), celulosa (23%) y lignina (0.1%); el endospermo contiene un alto nivel de almidón (87%), aproximadamente un 8% de proteína y un contenido de grasas crudas relativamente bajo; y el germen se caracteriza por un elevado contenido de grasas crudas (33%) con un nivel relativo elevado de proteína (20%) y minerales, ( FAO 1993)

**Cuadro 1** Contenido de aminoácidos (mg/100 g de proteína) y porcentaje de proteína encontrado en 100 g de maíz. Villegas (1972).

Aminoácido (g/100g proteína)	Maíz Común (Tuxpeño)	Maíz Opaco-2	Maíz Harinoso-2 Compuesto
Lisina	1.5	3.8	3.1
Triptofano	0.3	0.9	0.6
Fenilalanina	6.2	4.9	5.0
Leucina	18.5	12.0	13.1
Isoleucina	4.5	4.2	4.0
Metionina	1.8	1.7	2.5
Treonina	3.3	3.6	3.1
Valina	5.2	5.3	5.2
Proteína (% Nx 6.25)	9.9	7.8	10.5

**Cuadro 2** Contenido de las diferentes fracciones de proteína en el endospermo de maíz común, opaco-2 y harinoso-2. Villegas (1972).

	común	Opaco-2	Harinoso-2
Albúminas	3.2	13.2	11.3
Globulinas	1.5	3.9	3.4
Prolaminas	47.2	22.8	22.2
Glutelinas	35.1	50.0	40.6

**Cuadro 3** Contenido de lisina del endospermo de maíz Villegas (1972).

	Común	Opaco-2	Harinoso-2
Albúminas	8.10	17.20	20.30
Globulinas	5.90	6.50	10.10
Prolaminas	5.90	0.51	1.99
Glutelinas	80.00	75.80	67.60

**Cuadro 4** Contenido de Lisina y Triptofano ( grano, endospermo y germen) con maíz común, opaco-2 y harinoso-2. Villegas (1972).

<b>Aminoácido (mg/100g proteína)</b>	<b>común</b>	<b>Opaco-2</b>	<b>Harinoso-2</b>
		<b>Grano</b>	
Lisina	2.7	4.7	4.3
Triptofano	0.7	1.2	0.9
		<b>Endospermo</b>	
Lisina	1.5	3.8	3.1
Triptofano	0.4	0.4	0.7
		<b>Germen</b>	
Lisina	5.9	5.5	5.4
Triptofano	1.0	1.1	0.9

Por último, Poey et al (1979), determinaron el porcentaje de caseína y proteína en grano entero, germen y endospermo de variedades de maíz guatemalteco (amarillo, azotea y cuarenteño) y en maíz opaco-2. observaron al maíz amarillo con el menor porcentaje de caseína y al maíz opaco-2 como superior a los otros maíces. FAO (1993) (Cuadro 5)

**Cuadro 5** Contenido de Caseína en diferentes tipos de grano de maíz en porcentaje Poey (1979)

<b>Muestra</b>	<b>Amarillo</b>	<b>Azotea</b>	<b>Cuarenteño</b>	<b>Opaco-2</b>
<b>Grano entero</b>	42.5	44.3	65.4	81.4
<b>Germen</b>	65.7	80.4	90.6	85.0
<b>Endospermo</b>	40.9	42.0	46.4	77.0

### 2.1.3. Estudios nutricionales en maíz opaco-2.

A partir del descubrimiento del gene Opaco-2, el cual provoca un incremento de aminoácidos esenciales en el endospermo del maíz, se han llevado a cabo varios estudios en especies monogástricas (humanos, pollos, ratones, porcinos e insectos). Algunos de los resultados sobresalientes de estos estudios nutricionales realizados en dichas especies se presentan a continuación.

Bressani et. al., (1969), citados por Ángeles, (1972), señalaron resultados sobre una evaluación en niños Guatemaltecos, en donde la calidad de proteína del maíz opaco-2 fue equivalente a un 90% de la proteína de la leche. También Scrimshaw, (1970) citado por Zúñiga (1976) efectuó un estudio sobre la calidad de la proteína del maíz rico en lisina, en adultos y jóvenes, en el cual encontró que la calidad de este maíz puede ser tan buena o mejor que el valor biológico reportado para la proteína de la leche de vaca debido a la diferencia mínima en porcentaje que existe entre estos.

Según la FAO (1993), los estudios realizados con niños y adultos indicaron claramente la superioridad del maíz opaco-2 sobre el maíz común en el aprovechamiento de la proteína, ya que en el caso del último, solo el 37% es utilizado mientras que el maíz con el gene Opaco 2 se utiliza el 74%, es decir, dos veces más que el maíz común.

Aguilar et al., (1974) citados por Zúñiga (1979) efectuaron un estudio en ratas para evaluar el valor biológico de maíces amarillo: cristalino, opaco-2 y opaco-2 modificado. Observaron un mayor crecimiento de las ratas alimentadas con opaco-2, en comparación a las alimentadas con cristalino; además señalaron que el maíz opaco-2 presentó cantidades totales de lisina, arginina y triptofano que duplicaron a las cantidades presentes en el maíz cristalino.

En un estudio hecho por Martínez y Shimada (1971), con el objeto de evaluar una variedad mexicana de opaco-2, como alimento para cerdos en crecimiento se observó que los animales alimentados con maíz opaco-2 crecieron más rápido y más eficientemente que los que consumieron maíz común. Dicha velocidad de crecimiento fue incrementada por el maíz opaco-2 en 254 mg es decir, que aumento 12 veces comparado con el maíz común.

Aunque se han reconocido cerca de 22 aminoácidos en los alimentos para los animales, solo 10 de estos aminoácidos se han considerado esenciales para la nutrición de porcinos estos son: arginina, histidina, isoleusina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano y valina. De acuerdo a esta información y a los resultados obtenidos por Maner (1977), quien concluyó que el maíz opaco-2 se puede utilizar como única fuente de proteína durante los periodos: final, anterior a la gestación y durante la gestación sin afectar su desarrollo en el ciclo de vida. La ventaja del maíz opaco-2 se debe a un mejor balance de aminoácidos,

especialmente Lisina y Triptofano, lo cual permite un comportamiento igual de los cerdos con menos proteína suplementaria que en el caso del maíz común.

García (1972) encontró diferencias altas de peso final en pollos alimentados con maíz opaco-2 en comparaciones con el maíz normal, sin embargo, señaló que a pesar de su alto contenido de lisina no alcanza a cubrir el requerimiento de este aminoácido para pollos de iniciación.

De los diferentes estudios realizados sobre el maíz con el gene opaco-2, después de su descubrimiento, se puede inferir importantes avances en la nutrición animal de especies monogástricas, principalmente en aves y cerdos sin embargo, no se puede dejar a un lado la importancia que este tipo genético de maíz ha tenido para el hombre, una de las principales especies monogástricas que existe en el planeta.

## **2.2 Aptitud combinatoria.**

En el ámbito del fitomejoramiento genético se conoce a la "aptitud combinatoria" como a la capacidad genética natural, propia de un individuo o población de individuos, para combinarse con otros y transmitir la productividad conveniente a su progenie híbrida, Poehlman, (1983).

Sprague y Tatum, (1942) citados por Márquez (1985), emplearon por primera vez los términos de aptitud combinatoria general (ACG) y específica

(ACE) y definieron a la primera (ACG) como el comportamiento de una línea en combinaciones híbridas, y a la segunda (ACE) como aquellos casos en los cuales ciertas combinaciones son mejores o peores de lo que podría esperarse en base al comportamiento medio de las líneas involucradas. No obstante, Williams, (1963) señaló que la AC de una línea pura no depende solamente de su AC, sino también de la mostrada por el genotipo con el cual ha sido cruzada.

Los términos de aptitud combinatoria general y aptitud combinatoria específica han sido, según Williams, (1963), en unos resultados más estadísticos que genéticos. Así por ejemplo, Poehlman (1976) señaló al comportamiento medio de determinada línea como la (ACG) e indicó que al comportamiento de una combinación de dos líneas específicas en una determinada cruce se le denomina (ACE); por lo tanto, se juzga por la relación existente del comportamiento de líneas en determinada cruce y el comportamiento medio de las líneas en una serie de cruces.

### **2.3 Heterosis.**

A partir del descubrimiento y uso de la heterosis, comúnmente conocida como vigor híbrido, en la agricultura se ha logrado avanzar con la creación de híbridos de varias especies (tanto de polinización cruzada como de auto polinización) y atender al mismo tiempo las características de resistencia a: enfermedades, insectos y al acame, entre otras.

Antes que la genética apareciera entre las ciencias, se sabía que, en la mayoría de los casos un híbrido era notablemente más vigoroso que sus progenitores. A este fenómeno se conoce en genética como heterosis, (De la Loma, 1963). El término de Heterosis fue acuñado por Shull (1914) citado por Reyes(1990), quien lo usó como una contracción de la expresión “estímulo de la heterosis”, y comúnmente se entiende como un sinónimo de “vigor híbrido”; por el efecto manifestado en la generación  $F_1$ , al presentarse un estímulo general en el híbrido, (Reyes 1990).

En el maíz la heterosis o vigor híbrido se manifiesta cuando se cruzan dos líneas divergentes y los descendientes de este cruzamiento tienden a producir plantas más grandes, vigorosas y rendidoras, (Winchester, 1982).

Por otra parte, Strickberger, (1988) señaló que la superioridad de los híbridos puede manifestarse en un incremento general de las características de eficiencia biológica (longevidad y resistencia a enfermedades) e indicó que tales mejoras se han denominado como “vigor híbrido”, el cual no se puede mantener indefinidamente por el desconocimiento de líneas puras heteróticas de maíz y destacó que esto se demuestra en la desintegración de la  $F_2$ .

### **2.3.1. Teorías sobre la heterosis.**

Desde que los investigadores encontraron la forma de identificar y/o definir a la heterosis en las plantas; estos comenzaron a generar una serie de teorías

sobre: ¿cómo? y ¿cuándo? se manifiesta la heterosis o vigor híbrido en las mismas. Se han observado los aspectos fisiológicos y genéticos como bastante involucrados en la heterosis y se han tomado en cuenta a los aspectos genéticos como los de mayor interés para los fitomejoradores.

En cuanto a los aspectos fisiológicos; Shull en (1908) citado por Reyes (1985), señaló al vigor híbrido como el estímulo ocasionado por la fusión de dos gametos haploides, genéticamente diferentes y consideró al embrión del híbrido como mayor al de cualquier progenitor. No obstante, East, (1936) citado por Jungeneimer (1987) concluyó que el tamaño de la semilla o de cualquiera de sus partes, no podría ser la causa de la heterosis.

Para los aspectos genéticos de la heterosis, encontramos solo dos teorías como las más importantes: la dominancia y la sobredominancia.

Reyes (1985) mencionó que la teoría de la heterocigosis o teoría de la interacción de alelos o sobredominancia, sostiene que la heterocigosis *per se* es responsable del mayor vigor del híbrido. Esta tesis sostenida por Shull y East (1908) argumenta a favor de ella, lo siguiente:

- a) Si dos líneas puras, homocigotes o dos plantas autóгамas (no emparentadas) se cruzan se manifiesta la heterosis.
- b) Si una planta alógama se autofecunda, su vigor disminuye.

Los dos casos a y b obedecen al mismo fenómeno, dicho fenómeno es la heterocigosis.

La generación  $F_1$  es más vigorosa que cualquier progenitor porque es heterocigote en todos los pares de genes.

Así mismo Reyes (1985) menciona también sobre la teoría de la dominancia, la cual asume lo siguiente: El mayor vigor del  $F_1$  se debe a que el cigote del híbrido se reúnen los genes favorables dominantes de los progenitores y además la presencia, en el cigote, de factores complementarios aportados por dichos progenitores, es decir, esta teoría supone:

- a) Los caracteres favorables para vigor están determinados por genes dominantes.
- b) Los caracteres desfavorables para vigor están determinados por genes recesivos.

Al cruzar dos líneas, la  $F_1$  únicamente exhibe genes dominantes en todos los loci; Luego el mayor vigor se puede atribuir a la reunión de los genes dominantes favorables. Puede también atribuirse a la acción de genes complementarios, por ejemplo A y B reunidos en el híbrido  $F_1$ ; es decir, interacción de genes dominantes favorables no alelos.

Márquez (1988) hace una mención de las tres grandes hipótesis sobre la heterosis; las cuales son:

1 Hipótesis de la sobre dominancia; se refiere a la disimilitud de la constitución de los gametos paternos, que en términos genéticos significa que siendo en el híbrido el genotipo heterocigote y en las líneas autofecundadas,

homocigote, aquel es superior a cualquiera de estas en los atributos señalados para el vigor híbrido.

2 Hipótesis de la dominancia; se basa en el hecho frecuentemente observado por los genetistas y los genotecnistas en los efectos perjudiciales que los genes recesivos tienen sobre los fenotipos.

3 Sobre los alelos divergentes de East (1936); propuesta para demostrar la sobre dominancia y quien postuló lo siguiente: " la acción creciente de los alelos no detrimentales de un gene dado (locus) se aproxima a la forma estrictamente aritmética conforme divergente en su función".

Falconer (1981), definió a la dominancia como la propiedad mostrada por los alelos, cuando el heterocigoto se encuentra fuera de la amplitud determinada por los dos homocigotos en cuanto al valor genotípico, con respecto al carácter bajo discusión. Reyes (1985), mencionó que la teoría de la dominancia supone un efecto de caracteres favorables para el vigor por los genes dominantes y desfavorables por los genes recesivos.

Keeble et al., (1910), citados por Jungenheimer (1987), propusieron al vigor híbrido como la resultante de la acción combinada de factores favorables dominantes y parcialmente dominantes; no obstante, Jones en 1917, citado por Jungenheimer sugirió que la falla para obtener una curva teórica ajustada y

recuperar líneas puras tan vigorosas como los híbridos podría explicarse por el ligamento entre los genes favorables y los desfavorables.

### **2.3.2. Utilización de la heterosis.**

Los diferentes métodos de fitomejoramiento han tenido y tienen como finalidad seleccionar las mejores plantas y conservar su capacidad para la formación de híbridos superiores.

De acuerdo a todos los estudios y discusiones sobre la heterosis o vigor híbrido: Shull (1909) citado por Reyes (1985), sugirió el uso comercial de la generación  $F_1$  de una cruce simple, sin embargo, por la problemática y condiciones para producir este híbrido, Jones (1918) citado por Reyes (1985), propuso el uso de cruces simples  $F_1$  como progenitores en la formación de cruces dobles.

De manera general, el vigor híbrido se utiliza en el mejoramiento de cultivos reproducidos por autofecundación, importantes en la agricultura, tales como el jitomate y algunas cucurbitáceas de las cuales se obtiene una gran cantidad de semilla a partir de una sola autofecundación; por otro lado, en las plantas alógamas se ha utilizado la heterosis en forma más espectacular, formando al híbrido al eliminar las espigas de una línea autofecundada la cual se va a utilizar como hembra. (Poehlman 1983).

Por su parte Reyes, (1990), indicó que muchas de las empresas encargadas de producir semilla híbrida, forman sus híbridos comerciales al emplear cruza trilineales, debido a la economía que representa el uso de una cruza simple como hembra, y no una línea pura.

En resumen, se puede señalar que la heterosis ha sido utilizada de manera eficiente en vegetales y en algunos animales de bastante importancia para el hombre como: ganado lanar, lechero, de carne y en algunas especies menores como las aves. Obviamente, la utilización de la heterosis en los vegetales ha sido mayor, destacándose su uso a nivel nacional e internacional en el cultivo del maíz con la generación variada de cruza e híbridos como los que a continuación se mencionan:

### **2.3.2.1. Cruzas simples.**

Allard (1980) definió a la cruza simple como el resultado o descendencia híbrida de un cruzamiento entre dos genotipos, (generalmente dos líneas consanguíneas) en la mejora genética de las plantas. Este tipo de cruza se caracteriza por utilizar solamente dos individuos o líneas puras ( $A \times B$ ) y esto hace que el híbrido obtenido se caracterice por su homogeneidad resultante, sin embargo, su costo es alto para producción, debido al uso de líneas puras cuyo rendimiento es relativamente bajo. Es importante señalar que, no todas las combinaciones de líneas autofecundadas producen cruza simples superiores además de que la semilla de las cruza simples cosechada en la línea hembra es

generalmente de tamaño pequeño y de forma irregular, por este motivo, las semillas de las cruzas simples son de producción costosa. (Poehlman, 1983).

Shull, (1909) citado por Balderas (1991) consideró a cada individuo, en un campo ordinario de maíz, como un híbrido bastante complejo y fue hasta 1940 cuando Eckhardt y Bryan, citados por el mismo Balderas, indicaron que las cruzas simples de progenitores muy diferentes producían las cruzas dobles de más altos rendimientos.

### **2.3.2.2 Cruzas trilineales.**

A las cruzas trilineales también se les conoce como híbridos de tres líneas o triples; se obtienen de la combinación de un híbrido simple con una línea pura (autofecundada) o con una variedad de polinización libre, Terrón, (1969) y Poehlman, (1983). Este tipo de cruzas, según Jugenheimer, (1981), es menos costosa de producir en comparación a las cruzas simples, aunque es más cara que las cruzas dobles; así mismo este autor mencionó que un híbrido trilineal tiende a ser más uniforme y a tener un rendimiento ligeramente superior al de una craza doble, lo cual permite concluir más rápidamente cuando es difícil obtener dos híbridos simples que se combinen bien.

Torres (1994) reportó que las primeras cruzas de tres líneas del INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias) fueron

formadas durante 1989 con cruza simples del Instituto utilizados como hembras y con líneas macho de CIMMYT.

#### **2.3.2.2.1 Predicción de cruza trilineales.**

En la actualidad los fitomejoradores cuentan con métodos para predecir el comportamiento de las mejores combinaciones híbridas, sin efectuar y probar literalmente miles de cruza indeseables, sin embargo, las combinaciones híbridas predichas deben probarse en forma exhaustiva bajo condiciones de campo antes de ponerse en producción comercial.

Jenkins (1934) fue el primer investigador en presentar datos de predicción sobre el comportamiento de híbridos dobles de maíz y sugirió cuatro métodos para dicha predicción señalados a continuación:

- 1 La media del comportamiento de las seis posibles cruza entre las cuatro líneas de la cruza doble por predecir.
- 2 La media del comportamiento de las cuatro cruza simples que no intervienen en la cruza doble.
- 3 La media de la aptitud combinatoria general de las cuatro líneas de la cruza doble.

#### 4 La media del comportamiento de los mestizos de las cuatro líneas.

El anterior investigador usó dichos métodos y encontró una correlación significativa entre las medias observadas y las predichas; sin embargo, la mayor correlación fue con el método dos, mientras que por otra parte, el método cuatro fue el que mostró la estimación más pobre.

El método dos además de la acción genética aditiva, también permite el reconocimiento de efectos no aditivos (dominancia y varios tipos de epistasis). Al seguir el mismo método dos, las cruzas trilineales pueden predecirse con la media de las cruzas simples que no intervienen en la crusa trilineal.

Jugenheimer, (1981) comentó los trabajos realizados por Jenkins, (1934), sobre la eficiencia relativa de cuatro métodos para predecir el desempeño de híbridos de crusa doble. Mencionó que las cruzas de tres líneas proporcionan predicciones útiles del desempeño de híbridos de cruzas dobles e información sobre híbridos específicos y que con frecuencia pueden eliminar el tiempo y los gastos necesarios para probar líneas puras en cruzas radiales y simples.

Para obtener el número posible de cruzas de tres líneas se utiliza la fórmula:

$$Ct = [n (n-1) (n-2)] / 2 .$$

Donde:

Ct = número de cruzas obtenidas.

n = número de líneas utilizadas.

1,2 = constantes

El primer factor es el número de grupos de 3 líneas diferentes que se pueden hacer con n líneas, el segundo es la forma en que cada grupo de 3 líneas se toman de 2 en 2 (la cruce simple utilizada como hembra) puesto que la tercera línea como macho es obligada, Márquez (1988).

#### **2.4 Parámetros de estabilidad.**

Debido al descubrimiento y a la aplicación de la heterosis ó vigor híbrido, hecho por Shull en 1914, los investigadores de varios cultivos, tales como: maíz, trigo, arroz, frijol, entre otros, se encargaron de mejorar e incrementar el rendimiento, de estos pero sin tomar en cuenta la estabilidad de los mismos en otras regiones de cultivo. No obstante, con el afán de obtener variedades rendidoras, aceptables y estables, en cualquier zona de cultivo, se empezó a

investigar y evaluar sobre variedades mejoradas en diferentes ambientes de producción agrícola.

Una metodología para determinar cuales variedades son estables en diferentes ambientes, es conocida con el nombre de Parámetros de Estabilidad sugerida por Eberhart y Rusell (1966). Por otra parte, Plaisted y Peterson (1959), Finlay y Wilkinson (1963), Bucio (1966) citados por Palomo y Prado ( - ) mencionan que: trataron de encontrar o establecer una metodología para determinar los parámetros de estabilidad sin embargo, en el mismo año que Bucio, Eberhart y Rusell(1966) establecen una metodología siendo en la actualidad la más utilizada por los investigadores en México.

Para entender los conceptos de parámetros de estabilidad, es preciso definirlos:

Eberhart y Rusell (1966), establecieron los parámetros como el coeficiente de regresión ( $b_i$ ) estimado en función de las respuestas de una variedad a distintos ambientes; y las desviaciones de regresión ( $S^2_{d_i}$ ). Definieron como una variedad estable aquella con  $b_i = 1$  y  $S^2_{d_i} = 0$ .

Por su parte, Carballo y Márquez (1970), consideraron como variedad estable a aquellas que presentan un coeficiente de regresión ( $b_i$ ) igual a uno; y como variedad consistente aquellas que presentan las desviaciones de regresión

( $S^2 d_i$ ) igual a cero, en el cuadro 6 se puede observar la clasificación de los genotipos por esta metodología.

Remington, (1977) mencionó que el parámetro es una característica global de una población en observación. La estabilidad por su parte, se entiende al equilibrio, firmeza, resistencia y permanencia que presenta una variedad o un híbrido bajo diferentes condiciones climáticas, edafológicas y alturas sobre nivel del mar.

**Cuadro 6** Clasificación de los genotipos de acuerdo a los coeficientes de regresión y las desviaciones de regresión Carballo y Márquez, 1970.

CATEGORIA	$b_i$	$S^2_{di}$	DESCRIPCIÓN
A	= 1	= 0	<b>Estable</b>
B	= 1	> 0	Buena respuesta a todos los ambientes <b>inconsistente</b>
C	< 1	= 0	Responde mejor en ambientes desfavorables <b>consistente</b>
D	< 1	> 0	Responde mejor en ambientes desfavorables <b>inconsistente</b>
E	> 1	= 0	Responde mejor en buenos ambientes <b>consistente</b>
F	> 1	> 0	Responde mejor en buenos ambientes <b>inconsistente</b>

García, (2000) y Carrizales (2000) en el mismo año encontraron en diferentes estudios, que es más sencillo de manejar los índices que los parámetros de estabilidad propuestos por Eberhart y Ruseell (1966).

Varios investigadores como Crossa(1990), Cruz(1990) y Márquez (1992), citados por Carrizales, (2000) entre otros al estudiar el método de los parámetros de estabilidad, encontraron varias limitaciones desde el punto de vista estadístico y genético como las siguientes: Las pruebas de variedades por ambiente son erróneas; su prueba de interacción variedad por ambiente lineal así como las pruebas de desviaciones de regresión son incorrectas; No hay independencia en la estimación de los efectos ambientales de las variedades probadas; los valores de los ambientes son medias de rendimiento de todas las variedades y sirven para estimar cuantitativamente a dichos ambientes y finalmente, el modelo matemático no debe de ser lineal sino curvilíneo para describir el comportamiento de las variedades.

Con base a lo anterior, Carrizales, (2000) propone el método de selección jerarquizada el cual consiste en:

- 1) Análisis combinado de las medias de rendimiento y elección de las cruzas de más alto rendimiento (primer grupo con igualdad estadística).
- 2) Aplicación del índice de Langer(1979) a las variedades elegidas por rendimiento y selección de aquellas con los valores más bajos de L.
- 3) Aplicación de la ecovalencia de Wricke(1960) y selección de las variedades que quedaron como buenas en el punto anterior con los valores de  $W^2$  menores al límite inferior del intervalo de confianza.

### **3 MATERIALES Y MÉTODOS.**

El presente trabajo forma parte de una serie de ensayos desarrollados por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) del cual se sembró el ensayo número: SSCWQ9814/2 en el campo experimental del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara ubicado en el municipio de Ameca Jal.

#### **3.1 Variedades.**

Se evaluaron una serie de 32 cruzas simples experimentales consideradas como de alta calidad de proteína las cuales fueron formadas por 32 líneas (hembras) y la línea CML176 usado como macho o probador. Los híbridos así obtenidos se evaluaron junto con dos testigos del CIMMYT. ( Ver Cuadro 7 y 8).

#### **3.2 Localidades de evaluación.**

Las localidades de evaluación de los experimentos, durante el ciclo Primavera-Verano 1998, fueron: Celaya, Gto., Pabellón, Ags., Cd. Obregón, Son., Tlaltizapán, Mor. y Ameca, Jal.,

En el Cuadro 9 se pueden observar las localidades, fechas de siembra y algunas características geográficas en las que se desarrollaron las evaluaciones.

En la localidad de Ameca, el tipo de suelo es franco arcilloso, está a una asnm de 1250 m, con una precipitación media de 914 mm anuales y una temperatura máxima de 24°c.

**Cuadro N. 7** Cruzas e híbridos de CIMMYT evaluados en cinco localidades.

Ciclo P.V. 1998.

ENTRADA	PEDIGREE	CLAVE
1	G32QMH36-3-2-2-2-B-B x CML 176	L1 X L33
2	[G32Q x EV8444SRBC4YTZMSR-W]#-B-#-B-22-1-B x CML 176	L2 X L33
3	G32QMH43-1-1-1-B-1-B-B x CML 176	L3 X L33
4	[P63Q-7-2-1- x P67Q-5-1-1]-2-5-4-1-B-B x CML 176	L4 X L33
5	G32QMH12-3-1-B-1-B-B x CML 176	L5 X L33
6	[P63Q-7-2-1 x P67Q-6-1-1]-1-1-1-1-B-B x CML 176	L6 X L33
7	[P63Q-12-2-1 x P67Q-5-1-1]-1-2-1-2-B-B x CML 176	L7 X L33
8	[P63Q-12-2-1 x P67Q-5-1-1]-2-1-3-1-B-B x CML 176	L8 X L33
9	WOMTA1-B-1-1-1-B-B x CML 176	L9 X L33
10	(P63-1-1-1 x TX29A-1-02/02x1080)5-1-1]-2-1-2-1-B-B x CML 176	L10 X L33
11	(P63-7-1-1 x P68-7-2-1)-3-1-1-1-B-B x CML 176	L11 X L33
12	(P63-7-2-1 x P67-5-1-1)-2-3-2-1-B-B x CML 176	L12 X L33
13	(P63-7-2-1 x P67-5-1-1)-3-4-2-1-B-B x CML 176	L13 X L33
14	(P63-13-2-1 x P67Q-5-1-1)-4-1-3-1-B-B x CML 176	L14 X L33
15	(P63-7-2-1 x P67-5-1-1)-3-4-4-2-B-B x CML 176	L15 X L33
16	(P63-18-2-1 x P68Q-7-2-1)-2-1-4-2-B-B x CML 176	L16 X L33
17	(P63Q-17-3-1 x P67Q-5-1-1)-2-1-1-2-B-B x CML 176	L17 X L33
18	P68Qc1HC179-3-1-2-2-B-1-B-B x CML 176	L18 X L33
19	(P63-13-2-1 x P67-5-1-1)-4-1-1-2-B-B X CML 176	L19 X L33
20	P68Qc1HC243-2-3-3-2-B-1-B-B x CML 176	L20 X L33
21	(P63-18-2-1 x P68-7-2-1)-2-1-1-1-B-B x CML 176	L21 X L33
22	P68Qc1HC249-1-4-1-3-B-1-B-B X CML 176	L22 X L33
23	(P63-18-2-1 x P68-7-2-1)-2-1-2-1-B-B X CML 176	L23 X L33
24	G32Qc7MH220-1-2-2-2-2-B-1-B-B x CML 176	L24 X L33
25	P68c1HC179-3-1-2-2-B-1-B-B x CML 176	L25 X L33
26	P68c1HC179-3-1-2-2-B-2-B-B x CML 176	L26 X L33
27	P68c1HC221-4-3-2-1-B-3-B-B x CML 176	L27 X L33
28	G31c18MH#-3-1-4-1-1-5-1-B-2-B-B x CML 176	L28 X L33
29	G31c18MH#-96-1-2-1-B-5-1-B-1-B-B x CML 176	L29 X L33
30	P67Qc2HC44-1-1-2-7-B-B x CML 176	L30 X L33
31	P68c0HC77-2-3-7-B-2-3-1-B-2-B-B x CML 176	L31 X L33
32	P67c2HC44-1-1-2-3-B-B x CML 176	L32 X L33
33 *	CML 247 x CML 311	T1
34 *	[CML 78 x CML 322] x CML 311	T2

\* Testigos.

**Cuadro 8** Claves de líneas (CIMMYT) utilizadas en la formación de los híbridos simples y trilineales.

CLAVE	PEDIGREE
L1	G32QMH36-3-2-2-2-B-B
L2	[G32Q x EV8444SRBC4YTZMSR-W]#-B-#-B-22-1-B
L3	G32QMH43-1-1-1-B-1-B-B
L4	[P63Q-7-2-1- x P67Q-5-1-1-]-2-5-4-1-B-B
L5	G32QMH12-3-1-B-1-B-B
L6	[P63Q-7-2-1 x P67Q-6-1-1]-1-1-1-1-B-B
L7	[P63Q-12-2-1 x P67Q-5-1-1]-1-2-1-2-B-B
L8	[P63Q-12-2-1 x P67Q-5-1-1]-2-1-3-1-B-B
L9	WOMTA1-B-1-1-1-B-B
L10	(P63-1-1-1 x TX29A-1-02/02x1080)5-1-1]-2-1-2-1-B-B
L11	(P63-7-1-1 x P68-7-2-1)-3-1-1-1-B-B
L12	(P63-7-2-1 x P67-5-1-1)-2-3-2-1-B-B
L13	(P63-7-2-1 x P67-5-1-1)-3-4-2-1-B-B
L14	(P63-13-2-1 x P67Q-5-1-1)-4-1-3-1-B-B
L15	(P63-7-2-1 x P67-5-1-1)-3-4-4-2-B-B
L16	(P63-18-2-1 x P68Q-7-2-1)-2-1-4-2-B-B
L17	(P63Q-17-3-1 x P67Q-5-1-1)-2-1-1-2-B-B
L18	P68Qc1HC179-3-1-2-2-B-1-B-B
L19	(P63-13-2-1 x P67-5-1-1)-4-1-1-2-B-B
L20	P68Qc1HC243-2-3-3-2-B-1-B-B
L21	(P63-18-2-1 x P68-7-2-1)-2-1-1-1-B-B
L22	P68Qc1HC249-1-4-1-3-B-1-B-B
L23	(P63-18-2-1 x P68-7-2-1)-2-1-2-1-B-B
L24	G32Qc7MH220-1-2-2-2-2-B-1-B-B
L25	P68c1HC179-3-1-2-2-B-1-B-B
L26	P68c1HC179-3-1-2-2-B-2-B-B
L27	P68c1HC221-4-3-2-1-B-3-B-B
L28	G31c18MH#-3-1-4-1-1-5-1-B-2-B-B
L29	G31c18MH#-96-1-2-1-B-5-1-B-1-B-B
L30	P67Qc2HC44-1-1-2-7-B-B
L31	P68c0HC77-2-3-7-B-2-3-1-B-2-B-B
L32	P67c2HC44-1-1-2-3-B-B
L33	CML 176 **

\*\* Línea probador.

**Cuadro 9** Localidades y características geográficas y fecha de siembra evaluadas en el Ciclo P.V. 1998.

Localidad	Tipo de suelo	(asnm)	Latitud norte	Fecha de siembra
Ameca, Jal.	franco arcilloso	1250	20°	5/06/1998
Cd.	arcilloso	39	27°	3/06/1998
Obregón, Son.				
Tlaltizapan, Mor.	arcilloso	940	18°	1/06/1998
Celaya, Gto.	arcilloso	1750	20°	30/05/1998
Pabellón, Ags	franco arenoso	1880	22°	10/06/1998

### 3.3 Manejo agronómico.

En todas las localidades se hizo una buena preparación de terreno, con un barbecho de 30 cm de profundidad y los pasos de rastra necesarios.

El tratamiento de fertilización empleado en las localidades de Ameca, Celaya y Pabellón fue la (200-60-00); en Obregón fue la (150-80-00); y en Tlaltizapan fue la 275-50-00. Se utilizaron como fuentes de nitrógeno y fósforo: Urea y súper fosfato de calcio triple, respectivamente; la aplicación con estas fuentes fue de el 50% de nitrógeno y todo el fósforo en la primera aplicación,

cuando la planta tenía una altura aproximada de 15 cm y el otro 50% de nitrógeno se aplicó durante la segunda escarda.

Para mantener los experimentos libres de maleza se hicieron aplicaciones de herbicida preemergente y postemergente. En Ameca se aplicó Faena, Gramoxil, Sansón 4SC, Marvel y Tordón 101, a las dosis recomendadas; En Obregón se aplicaron cuatro l/ha de Prowal, después de la siembra; en Tlaltizapán se aplicó; después de la siembra, seis litros de primagram; y en Celaya y Pabellón se aplicaron 5 kg de gesaprin calibre 90 más dos lts de dual gold por ha, después de sembrar.

El control de insectos plaga en los experimentos se hizo de la siguiente manera: para el control de trips y cogollero, ( Lanate 1 kg/ha ); el control de araña roja ( Talstar 1l/ha); se aplicó Furadán granulado (20 kg/ha) para plagas del suelo y cogollero en la etapa de 7-8 hojas del cultivo; y se hicieron aplicaciones al follaje de Permetrina en dosis de 0.5 gr/pl en la etapa de 7-8 hojas.

### **3.4 Variables estudiadas**

Las variables estudiadas fueron de acuerdo a las indicaciones para la recolección de datos en los ensayos internacionales de maíz del CIMMYT, y son acordes a la importancia para seleccionar los mejores genotipos.

**Días a floración masculina.** Días transcurridos desde la fecha de siembra hasta que el 50% de las plantas presentaran anteras con liberación de polen.

**Días a floración femenina.** Días transcurridos desde la fecha de siembra hasta que el 50% de los jilotes expongan los estigmas.

**Sincronía floral (ASI).** Se calculó por diferencia entre los días a flor femenina y los días a flor masculina.

**Altura de la planta.** Medida en centímetros desde el nivel del suelo hasta la base de la espiga.

**Altura de la mazorca.** Medida en centímetros desde el nivel del suelo hasta el nudo de la mazorca principal.

**Acame de tallo.** Es el número de plantas con tallos rotos debajo de las mazorcas, pero no más arriba.

**Acame de raíz.** El número de plantas con una inclinación de 30° o más a partir de la perpendicular en la base de la planta, donde comienza la zona radical.

**Número de plantas cosechadas.** El número de plantas cosechadas en cada parcela útil, sin importar que la planta tenga una mazorca, dos o ninguna.

**Número de mazorcas.** Considerado como la cantidad total de mazorcas cosechadas en la parcela experimental, excluyendo las mazorcas muy pequeñas (molotes).

**Mazorcas por planta.** Se obtuvo al dividir el número total de mazorcas entre el número total de plantas (parcela útil).

**Pudrición de mazorca.** La cantidad total de mazorcas podridas por parcela, según la calificación de la escala de 1-5 para calificar enfermedades como (*fusarium spp.*) y (*Gibberella spp.*).

**Rendimiento.** El rendimiento de cada material se obtuvo al cosechar todas las plantas en cada parcela, al pesar el total de las mazorcas cosechadas, con todo y olote , y al registrar el rendimiento en kilogramos. Una vez registrada la cantidad de cada parcela en kilogramos, se calculó el peso corregido por fallas y desgrane, y se estandarizó el porcentaje de humedad (15 %) de cada material cosechado, para lo cual se utilizaron las siguientes formulas:

$$PCF = 1 + ((Npltopt - Nplc / Nplopt) 0.6)$$

Donde:

PCF = peso corregido por fallas.

Npltopt = número de plantas optimas totales.

Nplc = número de plantas cosechadas.

Nplopt = número de plantas optimas.

1 y 0.6 = constantes.

$$Desgrane = PCF \times 0.80$$

Donde :

PCF = peso corregido por fallas.

0.80 = constante.

$$\% \text{ de humedad} = (100 - \text{humedad}) / 85$$

Donde :

100 y 85 = constantes.

Humedad = Humedad de campo.

Una vez aplicadas estas fórmulas se obtuvo el peso corregido por fallas, humedad y desgrane de cada parcela; con dichos datos se estimó el rendimiento en ton/ha para cada material estudiado.

### **3.5 Diseño Experimental.**

Se utilizó un diseño experimental látice simple (6 x 6) con dos repeticiones. La unidad experimental constó de dos surcos c/u de 5 m de longitud por 0.80 m de ancho, para una parcela útil de 8 m<sup>2</sup>.

### **3.6 Análisis estadístico.**

Se hizo un primer análisis individual (por localidad) para la prueba de hipótesis de las variedades:

$$H_0: X_1 = X_2 = \dots = X_{36}$$

Después se efectuó un análisis combinado (cinco localidades) con objeto de encontrar la mejor variedad a través de localidades. Se concluyó con un análisis de parámetros de estabilidad (Eberhart y Rusell, 1966) únicamente para el rendimiento de las variedades en las cinco localidades. La prueba de hipótesis se

aplicó a las variedades; las localidades y la interacción variedades por localidades.

El modelo estadístico de los parámetros de estabilidad es el siguiente:

$$Y_{ij} = U_i + B_i l_j + d_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = media varietal de la i-esima variedad en el j-esimo ambiente.

$U_i$  = media de la i-esima variedad sobre todos los ambientes.

$B_i$  = coeficiente de regresión que mide la respuesta de la i-esima variedad a diferentes ambientes.

$l_j$  = índice ambiental, obtenido restando al rendimiento medio de todas las variedades en todos los ambientes, el rendimiento medio de todas las variedades en un ambiente particular.

$d_{ij}$  = desviación de regresión de la i-esima variedad en el j-esimo ambiente.

Análisis de varianza.

El análisis de varianza de los parámetros de estabilidad se pueden observar en el Cuadro 10.

**Cuadro 10.** Forma general del análisis de varianza para la estimación de los parámetros de estabilidad de Eberhart y Russel (1966).

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio
Total	$Av-1$	SCTOT	
Variedades (V)	$V - 1$	SCVAR	CM1
Ambiente (A)	$(a-1)$	SCAMB	
V x A	$(v-1)(a-1)$	SCVA	
A (lineal)	1	SCA	
VA (lineal)	$1(v - 1)$	SCVAL	CM2
Des. Conjuntas.	$V(a- 2)$	SCDC	CM3
V -1	$n-2$	SCv1	CMv1
V -2	$n-2$	SCv2	CMv2
V - v	$n-2$	SCvV	CMvV
Error conjunto	calculado		CMEconjunto

Para realizar la comparación de medias se utilizo la Diferencia Mínima Significativa (DMS) la cual esta dada por la formula siguiente:

$$DMS = t_{0.05} ((2 ( CMee )) / r)^{1/2}$$

Donde:

DMS = Diferencia mínima significativa.

t = Valor de tablas al % que se trate.

CMee = cuadrado medio del error experimental.

r = número de repeticiones.

El valor de t al 5% se obtiene utilizando los grados de libertad del error experimental y los de la variable que se pretende sacar

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los resultados obtenidos y su correspondiente discusión del presente estudio tanto para el análisis de cada uno de los experimentos, como para el análisis combinado, se presentan en relación a la variable de rendimiento; esto se debió a la importancia de la misma en la determinación de la estabilidad genética de los materiales evaluados.

### 4.1 Análisis por localidad

En los Cuadros 1A, 2A, 3A, 4A y 5A del apéndice se presentan las medias de las diferentes variables medidas en el estudio.

Las medias de rendimiento por localidad; la media de rendimiento general; la DMS; y el coeficiente de variación de los experimentos se presentan en el Cuadro 11.

De manera general, las variedades evaluadas presentaron diferencias significativas en cada localidad. En Celaya, Guanajuato., seis cruzas fueron estadísticamente superiores al resto, el mayor rendimiento fue para el testigo (CML 78/CML 322//CML 311) con 16.72 ton/ha, los demás rendimientos variaron de 13.94 a 16.36 ton/ha, para la craza dos ( L21 x L33 ) y la variedad testigo:( CML 274 x CML 311), respectivamente.

La localidad de Pabellón, Aguascalientes. Presentó a la variedad testigo ( CML 247 x CML 311) como estadísticamente superior a las cruzas probadas, con un rendimiento medio de 14.46 ton/ha.

En Obregón, Sonora, ocho cruzas resultaron con rendimientos estadísticamente iguales entre sí y superiores a las demás, la variedad testigo (CML 78 / CML 322 // CML 311) obtuvo el mayor rendimiento ( 7.66 ton/ha) y las otras cruzas sobresalientes variaron sus rendimientos de 6.42 a 7.48 ton/ha, (Ver Cuadro 11).

Para la localidad de Tlaltizapan, Morelos, los rendimientos estadísticamente superiores correspondieron a las variedades testigo: ( CML 78 / CML 322 // CML 311) y (CML 247 / CML 311), así como a la crusa número 32 (L32 x L33), las cuales obtuvieron:12.13, 12.10 y 10.22 ton/ha, respectivamente.

En la localidad de Ameca, Jalisco, cinco cruzas fueron estadísticamente superiores e iguales entre si; el mayor rendimiento correspondió a la variedad testigo (CML 247 x CML 311) con 8.42 ton/ha, las cuatro cruzas restantes: L32 x L33, L23 x L33, L21 x L33 y L29 x L33 dieron de 6.92 a 8.13, ton/ha.

Por sus rendimientos medios, podemos considerar a la localidad de Celaya, como la mejor de todas con 11.36 ton/ha, le sigue en importancia las localidades de Tlaltizapan y Pabellón con 7.42 y 7.03 ton/ha; y las medias de menor rendimiento corresponden a las localidades de Obregón y Ameca con 5.5 y 5.6

ton/Ha, El coeficiente de variación más alto correspondió a la localidad de Pabellón (20.05%) y el más bajo fue para la localidad de Tlaltizapan ( 7.08 %). Ver Cuadro 11. Lo anterior muestra que los materiales, aún siendo para las localidades de clima tropical y subtropical, presentan su potencial con mayor fuerza en localidades con climas templados que los climas subtropicales.

#### **4.2 Parámetros de estabilidad.**

El análisis de variación del modelo de Eberhart y Russell(1966) mostró diferencias significativas al (5%) tanto para el factor variedades como para el factor de variación correspondiente a variedades por ambiente lineal, (Ver Cuadro 12). Lo anterior indica diferencias estadísticas en rendimiento de las cruzas evaluadas y una respuesta significativa de las mismas a los diferentes ambientes de evaluación (localidades).

En el Cuadro 13 se presenta el rendimiento de las cruzas evaluadas, ordenado en forma decreciente, con sus correspondientes coeficientes y desviaciones de regresión ( $b_i$ ) y ( $S^2_{di}$ ).

Los mejores rendimientos fueron obtenidos por las variedades testigo: (CML 247 X CML 311) y (CML78 /CML322 // CML 311) así como por las cruzas:32 (L32

X L33) y 21 (L21 X L33), con rendimientos medios respectivos de 11.49, 10.46, 9.77 y 9.47 ton/ha. Ver Cuadro 13.

Se conformó un segundo grupo de significancia (grupo b), en el cual quedaron nueve cruzas estadísticamente iguales entre sí. El mayor rendimiento siguió correspondiendo a la variedad testigo (CML78/CML322 // CML311) con 10.46 ton/ha y el menor rendimiento correspondió a la cruz número 26 (L26 x L33) con 8.43 ton/ha. Se conformó este segundo grupo de significancia con la finalidad de tener un mayor número de cruzas para la predicción de cruzas trilineales, ya que en el primer grupo de significancia solo entraron dos cruzas simples y los dos testigos.

En cuanto a los resultados obtenidos para los coeficientes de regresión ( $b_i$ ) y las desviaciones de regresión ( $S^2_{di}$ ) y de acuerdo con la clasificación de las variedades por sus ( $b_i$ ) y ( $S^2_{di}$ ), propuesta por Carballo y Márquez (1970), se puede observar nueve cruzas, de las diez sobresalientes (grupo a y b) como estables y consistentes; de tal forma que pueden ser recomendadas para su cultivo en cualquiera de las localidades probadas. La variedad testigo No. 33 (CML 247 x CML 311), no obstante haber obtenido el mejor rendimiento, quedó clasificada como estable pero inconsistente, lo cual la sitúa como una cruz que no se ajusta al modelo lineal y responde solo a ambientes favorables, (Ver cuadro 13)..

**Cuadro 11** Medias de rendimiento de grano (ton/ha) de 34 variedades (QPM) evaluadas en cinco localidades de México. Ciclo P.V. 1998.

Variedad	Identificación	Localidad					Media Ton/ha
		Ameca	Celaya	Pabellón A.	Cd obregón	Tlaltizapan	
33*	CML247 X CML 311	8.42	<b>16.36</b>	<b>14.46</b>	6.11	<b>12.10</b>	11.49
34*	[CML78 X CML 322] X CML 311	6.05	<b>16.72</b>	9.72	<b>7.66</b>	<b>12.13</b>	10.46
32	L32 X L33	<b>8.13</b>	<b>16.13</b>	8.08	6.27	<b>10.22</b>	9.77
21	L21 X L33	<b>7.33</b>	<b>14.23</b>	9.61	<b>7.17</b>	9.03	9.47
25	L25 X L33	6.32	<b>15.43</b>	8.65	<b>6.94</b>	8.00	9.07
23	L23 X L33	<b>7.39</b>	13.75	8.07	<b>7.29</b>	8.19	8.94
31	L31 X L33	5.21	13.75	8.44	6.05	9.36	8.56
30	L30 X L33	6.13	13.25	9.02	5.91	<b>8.43</b>	8.55
29	L29 X L33	<b>6.92</b>	12.85	8.54	<b>6.67</b>	7.69	8.53
26	L26 X L33	6.10	13.05	8.50	6.22	8.28	8.43
16	L16 X L33	6.33	12.39	8.32	<b>7.29</b>	7.34	8.33
5	L5 X L33	6.41	10.13	7.65	<b>7.48</b>	8.77	8.09
27	L27 X L33	6.31	12.55	7.05	5.86	8.58	8.07
3	L3 X L33	6.32	11.06	8.03	5.04	9.63	8.02
24	L24 X L33	5.40	12.19	8.72	6.34	7.43	8.02
22	L22 X L33	4.87	11.62	8.22	<b>6.42</b>	8.83	7.99
1	L1 XL33	5.75	11.78	8.61	5.32	7.24	7.74
11	L11 X L33	5.86	10.78	8.08	5.32	7.66	7.54
28	L28 X L33	6.29	10.72	6.13	5.61	7.61	7.27
2	L2 X L33	6.01	<b>13.94</b>	5.53	4.55	6.23	7.25
9	L9 X L33	5.52	9.18	6.65	5.15	8.05	6.91
6	L6 X L33	5.63	10.08	6.39	4.32	7.38	6.76
10	L10 X L33	5.67	11.10	6.12	4.20	6.72	6.76
14	L14 X L33	5.40	11.46	5.50	5.72	4.78	6.57
20	L20 X L33	5.07	9.00	5.22	5.64	7.05	6.40
12	L12 X L33	4.46	11.42	5.34	4.72	6.00	6.39
15	L15 X L33	4.16	10.06	6.04	5.02	6.49	6.35
13	L13 X L33	4.78	9.83	4.18	4.37	6.23	5.88
4	L4 X L33	4.69	7.66	5.21	4.83	6.28	5.73
19	L19 X L33	3.87	9.75	5.36	3.99	4.10	5.41
17	L17 X L33	4.51	8.13	4.32	4.11	4.57	5.13
8	L8 X L33	4.89	6.88	3.06	3.77	4.47	4.61
18	L18 X L33	2.63	4.54	3.64	3.62	4.66	3.82
7	L7 X L33	2.13	4.33	2.67	2.51	2.78	2.88
	DMS(5%) en ton/ha	1.50	2.84	2.89	1.24	1.06	
	Med. Rend. Ton/ha	5.62	11.36	7.03	5.51	7.42	
	C.V. %	12.94	12.36	20.05	10.87	7.08	
	MED. GEN.(ton/ha)						<b>6.83</b>

\*testigo.

Cantidades en negritas (estadísticamente iguales).

**Cuadro 12** Análisis de varianza de los parámetros de estabilidad para rendimiento en 5 localidades.

Fuente	g.l	S.C.	C.M	Fc	Ft	
					5%	1%
Total	169	1487.914				
Variedades	33	546.278	16.554	20.232 **	1.46	1.70
Residual	136	941.636				
Ambiente (L)	1	765.669				
VXa (lineal)	33	92.510	2.803	3.4262 **	1.46	1.70
Desv. Pond	102	83.457	0.818		2.60	3.78
1	3	2.067	0.689	0.656	NS	NS
2	3	5.104	1.701	1.621	NS	NS
3	3	4.565	1.522	1.450	NS	NS
4	3	0.429	0.143	0.136	NS	NS
5	3	1.193	0.398	0.379	NS	NS
6	3	1.192	0.397	0.379	NS	NS
7	3	0.122	0.041	0.039	NS	NS
8	3	3.341	1.114	1.061	NS	NS
9	3	1.696	0.565	0.539	NS	NS
10	3	1.034	0.345	0.329	NS	NS
11	3	1.139	0.380	0.362	NS	NS
12	3	1.018	0.339	0.323	NS	NS
13	3	2.400	0.800	0.762	NS	NS
14	3	6.061	2.020	1.925	NS	NS
15	3	0.474	0.158	0.151	NS	NS
16	3	1.881	0.627	0.597	NS	NS
17	3	1.159	0.386	0.368	NS	NS
18	3	1.403	0.468	0.446	NS	NS
19	3	2.294	0.765	0.729	NS	NS
20	3	1.538	0.513	0.489	NS	NS
21	3	0.552	0.184	0.175	NS	NS
22	3	3.014	1.005	0.957	NS	NS
23	3	1.366	0.455	0.434	NS	NS
24	3	2.192	0.731	0.696	NS	NS
25	3	1.895	0.632	0.602	NS	NS
26	3	0.336	0.112	0.107	NS	NS
27	3	0.674	0.225	0.214	NS	NS
28	3	1.086	0.362	0.345	NS	NS
29	3	1.007	0.336	0.320	NS	NS
30	3	1.050	0.350	0.334	NS	NS
31	3	1.611	0.537	0.512	NS	NS
32	3	3.074	1.025	0.976	NS	NS
33	3	20.523	6.841	6.519	**	**
34	3	4.963	1.654	1.577	NS	NS
error pond	175		1.049			

\*\* altamente significativa. (5% y 1%).

NS no hay significancia.

**Cuadro 13** Media de rendimiento (ton/ha), coeficientes de regresión (  $b_i$  ) y desviaciones de regresión (  $S^2_{di}$  ) de 34 variedades (QPM) evaluadas en cinco localidades de México. Ciclo P.V. 1998.

No.de cruza	Genotipos	ton/ha	$b_i$	Tt	$S^2_{di}$	Fc
33	CML247 x CML311**	11.49a	1.501	NS	6.84	*
34	[CML78 x CML 322] x CML311**	10.46ab	1.696	NS	1.65	NS
32	L32 x L33	9.77ab	1.568	NS	1.02	NS
21	L21 x L33	9.47ab	1.195	NS	0.18	NS
25	L25 x L33	9.07 b	1.519	NS	0.63	NS
23	L23 x L33	8.94 b	1.119	NS	0.45	NS
31	L31 x L33	8.56 b	1.389	NS	0.53	NS
30	L30 x L33	8.55 b	1.23	NS	0.35	NS
29	L29 x L33	8.53 b	1.041	NS	0.33	NS
26	L26 x L33	8.43 b	1.179	NS	0.11	NS
16	L16 x L33	8.33	0.957	NS	0.62	NS
5	L5 x L33	8.09	0.55	*	0.39	NS
27	L27 x L33	8.07	1.128	NS	0.22	NS
24	L24 x L33	8.02	1.068	NS	0.73	NS
3	L3 x L33	8.02	0.919	NS	1.52	NS
22	L22 x L33	7.99	1.013	NS	1.00	NS
1	L1 x L33	7.74	1.055	NS	-0.36	NS
11	L11 x L33	7.54	0.879	NS	0.37	NS
28	L28 x L33	7.27	0.841	NS	0.36	NS
2	L2 x L33	7.25	1.526	NS	1.70	NS
9	L9 x L33	6.91	0.661	NS	0.56	NS
10	L10 x L33	6.76	1.073	NS	0.34	NS
6	L6 x L33	6.76	0.883	NS	0.39	NS
14	L14 x L33	6.57	1.038	NS	2.02	NS
20	L20 x L33	6.4	0.645	NS	0.51	NS
12	L12 x L33	6.39	1.193	NS	0.33	NS
15	L15 x L33	6.35	0.941	NS	0.15	NS
13	L13 x L33	5.88	0.935	NS	0.79	NS
4	L4 x L33	5.73	0.505	*	0.14	NS
19	L19 x L33	5.41	1.002	NS	0.76	NS
17	L17 x L33	5.13	0.674	NS	0.38	NS
8	L8 x L33	4.61	0.472	NS	1.11	NS
18	L18 x L33	3.82	0.241	*	0.46	NS
7	L7 x L33	2.88	0.348	NS	0.04	NS

\* Significativo al 5 % de probabilidad. NS No significativo.

\*\* testigos. a y b grupos estadísticamente

DMS ( 5% ) = 2.07 ton/ha. sobresalientes.

### 4.3 Predicción de cruzas simples y trilineales.

En base a los rendimientos de las ocho cruzas simples sobresalientes en los grupos (a y b) y por considerarse como estables y consistentes, se seleccionaron las líneas que las conforman, para la predicción de cruzas trilineales, ( Cuadro 14 ).

**Cuadro 14** Grupo de líneas utilizadas para la predicción de cruzas trilineales.

Líneas	Pedigree
L 21	(P63-18-2-1 x P68-7-2-1)-2-1-1-1-B-B
L23	(P63-18-2-1 x P68-7-2-1)-2-1-2-1-B-B
L25	P68c1HC179-3-1-2-2-B-1-B-B
L26	P68c1HC179-3-1-2-2-B-2-B-B
L29	G31c18MH#-96-1-2-1-B-5-1-B-1-B-B
L30	P67Qc2HC44-1-1-2-7-B-B
L31	P68c0HC77-2-3-7-B-2-3-1-B-2-B-B
L32	P67c2HC44-1-1-2-3-B-B
L33	CML 176

La formación de las cruzas trilineales se hizo en base a las fórmulas propuestas por Jenkins (1934), adaptadas para tres líneas. El Cuadro 15 presenta las cruzas trilineales posibles, utilizando de macho a la línea probadora (L33).

**Cuadro 15** Predicción de rendimiento y formación de cruzas trilineales a partir de líneas que integran las mejores cruzas de maíz (QPM) evaluadas en cinco localidades de México durante el Ciclo P.V. 1998.

Cruza	Rendimiento predicho
<b>Primer y Segundo grupo</b>	
1 ( L21 x L23) L33	= $(9.47+8.94)/2 = 9.21$
2 ( L21 x L25) L33	= $(9.47+9.07)/2 = 9.27$
3 ( L21 x L26) L33	= $(9.47+8.43)/2 = 8.95$
4 ( L21 x L29) L33	= $(9.47+8.53)/2 = 9.00$
5 ( L21 x L30) L33	= $(9.47+8.55)/2 = 9.01$
6 ( L21 x L31) L33	= $(9.47+8.56)/2 = 9.02$
7 ( L21 x L32) L33	= $(9.47+9.77)/2 = 9.62$
8 ( L23 x L25) L33	= $(8.94+9.07)/2 = 9.01$
9 ( L23 x L26) L33	= $(8.94+8.43)/2 = 8.69$
10 ( L23 x L29) L33	= $(8.94+8.53)/2 = 8.74$
11 ( L23 x L30) L33	= $(8.94+8.55)/2 = 8.75$
12 ( L23 x L31) L33	= $(8.94+8.56)/2 = 8.75$
13 ( L23 x L32) L33	= $(8.94+9.77)/2 = 9.36$
14 ( L25 x L26) L33	= $(9.07+8.43)/2 = 8.75$
15 ( L25 x L29) L33	= $(9.07+8.53)/2 = 8.80$
16 ( L25 x L30) L33	= $(9.07+8.55)/2 = 8.81$
17 ( L25 x L31) L33	= $(9.07+8.56)/2 = 8.82$
18 ( L25 x L32) L33	= $(9.07+9.77)/2 = 9.42$
19 ( L26 x L29) L33	= $(8.43+8.53)/2 = 8.48$
20 ( L26 x L30) L33	= $(8.43+8.55)/2 = 8.49$
21 ( L26 x L31) L33	= $(8.43+8.56)/2 = 8.50$
22 ( L26 x L32) L33	= $(8.43+9.77)/2 = 9.10$
23 ( L29 x L30) L33	= $(8.53+8.55)/2 = 8.54$
24 ( L29 x L31) L33	= $(8.53+8.56)/2 = 8.55$
25 ( L29 x L32) L33	= $(8.53+9.77)/2 = 9.15$
26 ( L30 x L31) L33	= $(8.55+8.56)/2 = 8.56$
27 ( L30 x L32) L33	= $(8.55+9.77)/2 = 9.16$
28 ( L31 x L32) L33	= $(8.56+9.77)/2 = 9.17$

De la combinación de las líneas hembras se obtuvo un total de 28 cruza simples, las cuales se deben formar y evaluar con la línea macho CML 176 como línea probadora. Debido a que esta línea a demostrado tener una aptitud combinatoria general buena la cual se manifestó en los rendimientos obtenidos en este estudio.

En el Cuadro16 aparece un grupo de 13 cruza trilineales con rendimientos medios estimados con más de 9.00 ton/ha, Se puede observar a la línea L32, en combinación con otras líneas, como la que aporta un mayor número de cruza trilineales rendidoras con más de 9 ton/ha.

**Cuadro 16** Cruzas trilineales predichas con rendimientos superiores a las 9 ton/ha.

Numero de cruza	Cruza	Rendimiento ton/ha
1	( L21 x L32) x L33	9.62
2	( L25 x L32) x L33	9.42
3	( L23 x L32) x L33	9.36
4	( L21 x L25) x L33	9.27
5	( L21 x L23) x L33	9.21
6	( L31 x L32) x L33	9.17
7	( L30 x L32) x L33	9.16
8	( L29 x L32) x L33	9.15
9	( L26 x L32) x L33	9.10
10	( L21 x L31) x L33	9.02
11	( L23 x L25) x L33	9.01
12	( L21 x L30) x L33	9.01
13	( L21 x L29) x L33	9.00

## 5 CONCLUSIONES.

De los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

La combinación de las diferentes metodologías utilizadas en el presente estudio, fueron de gran importancia, ya que con estas se pudieron desarrollar los objetivos y comprobar las hipótesis planteadas, al poder clasificar a los materiales evaluados por su rendimiento y sobre todo por su estabilidad y consistencia.

La divergencia entre cruzas fue altamente significativa (1%) para el carácter de rendimiento en las variedades estudiadas así como para los ambientes donde se realizaron dichos estudios y para la interacción genotipo ambiente lineal.

La craza 33(CML 247 x CML 311) fue la de mayor rendimiento y se comporto como estable e inconsistente, es decir con gran dispersión de los puntos observados con relación a los ajustados. El resto de las cruzas se clasificaron como estables y consistentes por tener una  $b_i$  igual a uno y una  $S^2b_i$  igual a cero estadísticamente.

De acuerdo a los grupos formados por la DMS las cruzas: 34([CML78 x CML322] x CML 311) así como las cruzas simples, 32(L32 x L33) y 21(L21 x L33). Se comportaron como las más rendidoras estables y consistentes.

Se encontró con la posibilidad de formar 28 nuevas cruzas simples utilizando solamente, aquellas líneas que se usaron como hembras con la línea probadora. Así mismo dichas cruzas simples cruzarlas con la línea probadora CML 176 para formar híbridos trilineales.

Del grupo de cruzas trilineales predichas solo 13 cruzas mantuvieron rendimientos superiores a las 9 ton/ha. (ver Cuadro 16).

Desarrollados los objetivos y comprobado las hipótesis, la principal contribución a la sociedad, con el desarrollo de este proyecto, es él poder proporcionar materiales con alta calidad de proteína, con rendimientos iguales o similares al de los híbridos comerciales proporcionados por los diferentes organismos privados y/o públicos del ramo semillero, mismos que carecen de Lisina y triptofano.

Así mismo el investigador podrá utilizar el material genético (líneas) para incorporarlo a sus programas de mejoramiento y poder obtener materiales estables y consistentes.

Como segunda parte de este trabajo de investigación se sugieren los siguientes objetivos:

Formar y evaluar dichas cruzas trilineales, para comprobar los rendimientos calculados y su estabilidad genética, en las diferentes localidades de estudio.

Formar las cruzas simples antes recomendadas para comprobar si el tipo de aptitud combinatoria que tiene la línea ( L32 ) es realmente general.

Aplicar índices de estabilidad de Langer (L) a dichas cruzas.

## 6 LITERATURA CITADA.

**Altschul, A. M.** 1977. Maíz de alta calidad de proteína. Necesidades de proteína de alta calidad a nivel mundial 1981. Editorial Limusa, Pág. 3-14.

**Allard, R. W.** 1980 Principios de la mejora genética de las plantas. Ed 4. editorial Omega. Barcelona, España. Págs. 27-29 y 232-233.

**Ángeles A. H.** 1972. Obtención de variedades mejoradas de maíz de alta calidad de proteína en México. Simposio sobre desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo. Ed Colegio de posgraduados ENA, Chapingo México. p 85-89.

**Arámbula de la T. A.** 1985. Control Químico de Plagas del Suelo en el cultivo de Maíz Temporalero en Ameca, Jalisco. Tesis profesional de licenciatura.

Facultad de Agronomía. Universidad de Guadalajara. Jal, México.

**Argote, O., M. E.** 1998. Introducción a los parámetros de estabilidad. Tesis de M. C. Área de temporal. CUCBA. División de Ciencias Agronómicas. Universidad de Guadalajara. 1998. Jal, México. Pág. 77

**Arriata, H. A.** 1972. Obtención de variedades mejoradas de maíz de alta calidad de proteína en México. Simposio sobre desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo. Ed. Colegio de posgraduados, ENA. Chapingo México. p. 85-89.

**Balderas, P. G.** 1991 Caracterización de líneas y cruzas del maíz y su comportamiento agronómico en temporal. Tesis de maestría. Universidad de Guadalajara. Escuela de Graduados. Guadalajara Jal. P. 28

**Bressani, R.** 1972. Evaluación nutricional del maíz opaco-2 en niños y adultos. Simposio sobre desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo. Ed. Colegio de posgraduados, ENA. Chapingo, México. P.21-38.

- Bressani, R., J. Alvarado y F. Viteri.** 1969. Evaluación en niños de la calidad de la proteína de maíz opaco-2. Arch. Latinoamer. Nutr., 19: 129-140.
- Carrizales, M., N.** 2000. Comparación de índices para clasificar la estabilidad genética en híbridos tropicales de maíz. Tesis de maestría. Universidad de Guadalajara. CUCBA. Zapopan, Jalisco., México.
- Casas, S., J.F.** 2000. Uso de teocintle (*Zea ssp.*) en el mejoramiento genético de líneas elite de maíz (*Zea Mays L.*). Tesis de doctorado. Universidad de Guadalajara. CUCBA. Posgrado interinstitucional en ciencias agrícolas y forestales. Zapopan, Jalisco., México. P.1-5.
- Carballo, C. A., y F. Márquez Sánchez.** 1970. Comparación de variedades de maíz del bajío y la mesa central por su rendimiento y estabilidad. Agrociencia 5:129-146.
- De La Loma, J.L.** 1963. Genética general y aplicada. 3 ed. Ed. Uteha. México DF. p.407.
- Eberhart, S. A. and W. A. Ruseell.** 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 6:36-40
- Falconer, D.S.** 1981. Introducción a la genética cuantitativa. Ed. CECSA. 12 ed.
- FAO.** 1993. El maíz en la nutrición humana. P. 15-16.
- García, M.C.** 1972. Estudios nutricionales con maíz opaco-2 y harinoso-2 en animales monogástricos. Simposio sobre desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo. ed. Colegio de posgraduados, ENA. Chapingo México. p. 61-62.
- García, V., M. A.** 1975. Mejoramiento jerarquizado en el rendimiento y valores de proteína en una población de maíces opaco-2. Universidad de Guadalajara. Escuela de Agronomía, Guadalajara Jalisco.

- García, V., M. A.** 2000. Aptitud combinatoria y estabilidad genética de la resistencia a sequía en líneas e híbridos tropicales de maíz. Tesis doctoral en ciencias agrícolas y forestales. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA). Zapopan, Jalisco. México.
- INEGI.** 1998. El sector alimentario en México. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México.
- Jenkins, M.T.** 1934. Methods of estimating the performance of double crosses in corn. J. Am. Soc. Agron. 26:199-204.
- John, M.** 1976. Mejoramiento genético de las cosechas. 5 ed. Ed. AGT editor, S.A. México, DF. p. 282-284.
- Jugenheimer, W. R.** 1987. Maíz. Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. 2 ed. Ed. Lemusa. México. p. 88.
- Jugenheimer, W. R.** 1981. Variedades mejoradas. Método de cultivo y producción de semilla. Editorial Limusa México, D. F. Págs. 87-94.
- Langer, I., K.J. Frey and T. Bailey.** 1979. Associations among productivity, production response and stability indices in oat varieties. Euphytica 28: 17-24.
- Maner, J. H.** 1977. Maíz de alta calidad proteínica. La calidad proteínica del maíz y la nutrición de porcinos 1981. ed Lemusa. México, DF. p. 63-65.
- Márquez, S. F.** 1985. Genotecnia vegetal. Tomo I. 1ed. Ed. Editor S. A. México, DF.
- Márquez, S. F.** 1988. Genotecnia vegetal. Tomo II. 1ed. Ed. Editor S.A. México, DF. p. 25-26,42,215,225,256.
- Martínez, R. L. y Shimada, A. S.** 1971. Valor alimenticio de una variedad mexicana de maíz opaco-2, para el cerdo en crecimiento. Estudio de un programa

cooperativo entre el Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias y CIMYT. P. 45,27.

**Mena, M. S.** 1990 Aptitud combinatoria y heterosis de poblaciones de maíz de CIMYT en el ciclo agrícola de temporal en Zapopan, Jal. Tesis de maestría. Universidad de Guadalajara. Escuela de Graduados. Guadalajara Jal. P.16-20.

**Pérez, J. G.** 1976. Análisis comparativo de la producción de maíz y sorgo en los valles centrales de Oaxaca. Tesis profesional. ENA. Chapingo, México.

**Poehlman, M. J.** 1983. Mejoramiento genético de las plantas. Octava reimpresión, Editorial Limusa, México. p.54.

**Poey, F.R., Bressani, R., García, M.A. y Elias, L. G.** 1979. Germ. Endosperm relationship in the nutritional improvement of maize grain. En Seed. Protein improvement in cereals and grain legumes. Vol.1, p.369-384. Viena, OIEA.

**Remington. R. D. y Schork. M.A.** 1977. Estadística biométrica y sanitaria. Ed Prentice / Hall Internacional. 2<sup>da</sup> impresión. Pág. 83.

**Reyes. C. P.** 1985. Fitogenotecnia Básica y aplicada. ED. Editor, cha. Primera edición, editorial Limusa. México. p 45

**Reyes. C. P.** 1990. El maíz y su cultivo. ED. AGT Editor s.a. Primera edición. México D.F. p 208-209.

**Strickberger** 1988. Genética. ED. Omega. 3ed. Barcelona España. P 761-762.

**Terrón, P. U.** 1969. Plantas de escarda. Editorial mundi-prensa. Pág. 232-234 y 284- 293.

**Torres. H.** 1994. Mejoramiento para tolerancia a endocria y utilización de heterosis en maíz de valles altos. 11vo congreso latinoamericano de genética. P 355.

**Villegas. E.** 1972. Maíces de alta calidad nutricional. Simposio sobre desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo. Colegio de posgraduados, ENA. Chapingo México. SAG 1973. p. 13-18.

**Williams. W.** 1963. Principios de genética y mejora de las plantas. Ed Acribia, Zaragoza, España. P 249, 379.

**Winchester.** 1982. Genética. Ed CECSA. 4ta impresión. México. P 204.

**Zúñiga. D. R.** 1979. Introducción y comparación de maíces normales y opacos de otras regiones con los maíces criollos en la Mixteca Oaxaqueña. Tesis de licenciatura. Universidad de Guadalajara. Escuela de Agricultura. Guadalajara Jal. P 44-48.

Cuadro 1 A Medias de rendimiento y otras características agronómicas de 34 cruzas evaluadas en Ameca, Jalisco P.V. 1998.

SSCWQ\_9814/2 QPM SUBTROPICAL, 1998 B. LOCALIDAD N. 1

VAIEDAD	REND TON/HA	EROTT (%)	ALT PL cm	ALT MZ cm	ALT. MZ / P	# MZ/PL	HUMEDAD %
1	5.750	47.1	273	138	0.51	1.33	12.8
2	6.010	16.6	233	110	0.47	1.16	12.9
3	6.320	14.7	239	103	0.43	1.19	12.8
4	4.690	11.9	228	118	0.52	1.47	13.1
5	6.410	10.0	251	128	0.51	1.22	14.3
6	5.630	3.7	239	123	0.51	1.29	12.8
7	2.130	6.3	226	105	0.46	1.24	12.2
8	4.890	14.2	219	129	0.59	1.08	12.5
9	5.520	4.0	252	128	0.51	1.33	12.7
10	5.670	11.3	200	104	0.52	1.33	12.2
11	5.860	13.4	235	127	0.54	1.18	13.3
12	4.460	0.0	235	115	0.49	1.00	12.9
13	4.780	21.0	232	113	0.49	1.05	12.8
14	5.400	6.2	229	115	0.50	1.01	12.6
15	4.160	10.8	248	123	0.50	1.09	13.5
16	6.330	22.0	233	118	0.50	1.19	11.0
17	4.510	1.6	200	97	0.48	0.96	12.3
18	2.630	16.7	215	116	0.54	0.83	12.3
19	3.870	13.4	231	120	0.52	1.12	12.5
20	5.070	12.2	232	119	0.51	1.09	12.6
21	7.330	8.4	239	119	0.50	1.10	13.2
22	4.870	6.2	245	123	0.50	1.25	9.6
23	7.390	8.0	257	121	0.47	0.95	13.3
24	5.400	41.6	230	113	0.49	1.13	10.1
25	6.320	12.1	230	103	0.45	1.02	13.2
26	6.100	21.0	236	112	0.47	1.10	12.7
27	6.310	16.7	253	131	0.52	1.54	12.9
28	6.290	7.4	236	133	0.56	1.29	13.6
29	6.920	12.9	230	121	0.53	1.03	11.5
30	6.130	6.6	244	138	0.57	1.16	12.5
31	5.210	5.0	242	130	0.54	1.08	17.3
32	8.130	2.7	218	121	0.55	1.61	12.7
33	8.420	2.9	228	128	0.56	1.10	13.1
34	6.050	6.9	229	122	0.53	0.98	13.0

Continuación Cuadro 1 A.

VAIEDAD	ASPEC. PL	ASPEC. MZ	RLODG %	SLODG %	MZ #	PLANTA #
1	2.8	3.8	14.9	1.9	41	31
2	3.0	3.3	20.7	9.2	39	34
3	3.0	2.8	2.2	3.9	31	26
4	4.0	4.0	26.9	4.5	41	28
5	3.0	2.3	0.0	1.9	35	29
6	4.0	3.0	6.3	6.4	41	32
7	4.0	4.0	7.5	0.0	28	23
8	3.8	3.0	3.1	4.8	35	33
9	3.8	2.8	1.7	7.2	37	28
10	3.0	3.0	0.0	21.9	36	28
11	3.0	3.0	5.2	6.6	39	32
12	2.8	2.8	7.9	5.4	27	27
13	2.8	3.0	0.0	9.4	34	32
14	3.3	2.8	0.0	3.0	34	34
15	3.8	3.0	1.4	18.0	31	29
16	4.0	3.3	13.2	1.9	37	31
17	3.5	3.3	1.6	5.6	33	35
18	3.8	3.5	15.4	1.9	22	26
19	3.8	3.3	3.8	10.8	30	27
20	2.5	2.8	0.0	7.6	29	27
21	2.5	2.3	3.0	6.0	37	34
22	3.0	2.8	2.8	13.6	31	25
23	3.0	2.0	0.0	1.5	31	33
24	3.0	4.0	10.9	9.0	36	32
25	3.0	2.8	1.4	3.2	34	33
26	2.5	3.0	0.0	3.2	34	31
27	1.8	3.0	3.1	0.0	45	30
28	2.3	2.3	0.0	13.2	41	32
29	2.3	2.5	0.0	4.4	35	34
30	3.5	2.0	9.2	3.2	37	32
31	2.5	2.0	1.9	1.7	30	28
32	2.3	2.3	5.0	4.5	51	32
33	2.0	1.5	0.0	0.0	35	32
34	3.0	2.3	8.3	0.0	28	29

Cuadro 2 A Medias de rendimiento y otras características agronómicas de 34 cruzas evaluadas en Celaya, Guanajuato. P.V. 1998.

SSCWQ\_9814/1 QPM SUBTROPICAL 1998 B. LOCALIDAD N. 2

VAIEDA D	REND TON/HA	EROTT (%)	FLOR FEM	FLOR MAS	ASI	ALT PL cm	ALT MZ cm
1	11.780	3.8	82	84	2.0	245	130
2	13.940	0.0	81	83	2.0	225	100
3	11.060	5.3	81	83	2.0	220	113
4	7.660	8.3	83	85	2.0	213	113
5	10.130	0.0	84	86	2.0	243	125
6	10.080	8.8	84	86	2.0	230	125
7	4.330	5.6	100	102	2.0	223	123
8	6.880	0.0	89	91	2.0	230	128
9	9.180	8.2	89	91	2.0	255	138
10	11.100	1.6	83	85	2.0	218	123
11	10.780	6.9	84	86	2.0	205	123
12	11.420	0.0	84	86	2.0	230	108
13	9.830	1.7	84	86	2.0	220	110
14	11.460	5.0	90	92	2.0	240	128
15	10.060	3.2	85	87	2.0	235	130
16	12.390	1.7	85	87	2.0	248	135
17	8.130	7.7	85	87	2.0	218	110
18	4.540	9.1	87	89	2.0	208	105
19	9.750	11.3	85	87	2.0	238	125
20	9.000	2.8	78	80	2.0	225	115
21	14.230	0.0	89	91	2.0	265	140
22	11.620	0.0	83	85	2.0	233	125
23	13.750	0.0	84	86	2.0	245	138
24	12.190	1.4	84	86	2.0	245	123
25	15.430	1.5	82	84	2.0	218	105
26	13.050	4.2	82	85	2.5	210	105
27	12.550	2.8	86	86	0.5	245	133
28	10.720	1.9	83	85	2.0	220	130
29	12.850	3.5	86	88	2.0	230	125
30	13.250	1.3	81	83	2.0	233	138
31	13.750	0.0	83	85	2.0	235	118
32	16.130	0.0	84	86	2.0	238	138
33	16.360	1.6	89	91	2.0	238	143
34	16.720	1.7	83	85	2.0	218	120

Continua Cuadro 2 A.

VAIEDAD	ALT. MZ / P	# MZ/PL	HUMEDAD		ASPEC. PL	ASPEC. MZ	EROTT(1-5)
			%				
1	0.53	1.17	21.3		3.0	3.3	2.0
2	0.49	1.25	23.1		2.0	3.0	1.8
3	0.51	1.02	20.8		3.3	3.8	2.3
4	0.53	1.16	18.4		3.0	4.0	2.0
5	0.52	1.06	21.2		2.8	3.3	2.0
6	0.54	0.98	21.8		2.8	3.3	1.8
7	0.55	1.14	24.0		3.8	4.5	2.3
8	0.55	0.94	19.1		3.5	4.0	1.8
9	0.54	1.10	23.5		3.3	3.8	2.3
10	0.56	1.06	21.3		2.3	3.3	1.5
11	0.60	1.35	20.0		2.8	3.5	2.0
12	0.47	1.09	20.4		3.0	2.8	1.5
13	0.50	0.98	20.7		4.0	3.5	2.5
14	0.53	1.11	23.3		2.3	2.5	1.8
15	0.55	1.17	20.4		2.5	3.5	2.3
16	0.54	0.98	24.4		2.3	2.0	1.3
17	0.51	0.96	18.4		3.0	3.8	2.3
18	0.51	1.00	18.9		3.5	3.3	1.5
19	0.53	0.98	18.1		3.5	4.0	3.0
20	0.51	1.08	22.0		2.5	2.8	1.5
21	0.53	1.18	26.9		2.0	2.0	1.0
22	0.54	0.92	22.9		2.0	3.0	1.3
23	0.56	1.07	23.0		2.0	2.3	1.3
24	0.50	1.32	22.2		2.5	2.8	1.5
25	0.48	1.10	23.5		2.5	2.3	1.5
26	0.50	1.16	22.7		2.8	3.0	1.8
27	0.54	1.20	23.5		2.5	2.8	1.8
28	0.59	1.07	23.2		2.5	3.0	1.8
29	0.54	0.96	22.2		2.5	3.0	1.8
30	0.59	1.24	20.9		3.3	3.0	1.8
31	0.50	1.06	21.3		2.3	2.8	1.3
32	0.58	1.16	20.0		3.3	2.8	1.5
33	0.60	1.00	24.4		2.3	2.0	1.0
34	0.55	0.99	22.7		2.0	2.3	1.3

Continua Cuadro 2 A.

VAIEDAD	FUS %	RLODG %	SLODG %	BHCOV %	MZ #	PLANTA #
1	20.7	0.0	7.0	25.6	34	29
2	3.7	0.0	0.0	17.7	34	28
3	30.4	0.0	14.6	61.3	29	28
4	41.1	0.0	17.9	29.4	24	21
5	8.5	0.0	6.5	15.6	26	24
6	20.6	0.0	12.2	10.2	29	30
7	23.8	1.8	5.1	0.0	24	22
8	8.3	0.0	4.1	11.2	23	25
9	32.4	0.0	21.2	19.0	30	27
10	6.3	0.0	3.1	7.4	34	32
11	26.4	0.0	16.8	15.5	32	24
12	10.7	1.8	7.1	19.7	31	28
13	8.3	1.6	0.0	59.4	30	30
14	9.0	0.0	0.0	1.7	31	28
15	18.5	0.0	1.8	28.5	31	27
16	1.8	0.0	0.0	12.6	27	28
17	15.3	0.0	7.6	19.8	25	26
18	29.3	0.0	13.6	4.5	10	10
19	25.3	0.0	11.1	9.7	31	31
20	18.9	0.0	6.5	5.6	25	23
21	0.0	0.0	0.0	4.3	33	28
22	2.1	2.1	0.0	13.1	23	25
23	3.8	0.0	3.8	13.5	29	27
24	11.6	0.0	4.2	33.2	34	26
25	4.7	0.0	0.0	18.0	33	30
26	14.6	0.0	11.3	18.1	36	31
27	13.6	1.7	6.9	16.8	36	30
28	24.6	0.0	22.7	17.6	29	27
29	9.4	0.0	3.0	17.4	29	30
30	6.8	1.7	1.7	34.2	37	30
31	6.7	0.0	3.3	6.8	28	27
32	11.1	0.0	3.3	45.2	35	31
33	0.0	0.0	0.0	16.2	30	30
34	1.7	0.0	0.0	10.0	30	31

Cuadro 3 A Medias de rendimiento y otras características agronómicas de 34 cruzas evaluadas en Pabellón de Arteaga, Aguascalientes. P.V. 1998.

VAIEDAD	REND TON/HA	EROTT (%)	FLOR MAS	FLOR FEM	ASI
1	8.610	0.0	81	81	0.0
2	5.530	7.6	83	84	1.0
3	8.030	6.0	78	78	0.0
4	5.210	0.0	80	81	0.5
5	7.650	12.4	85	86	1.0
6	6.390	7.4	83	84	1.0
7	2.670	0.0	90	93	2.5
8	3.060	30.6	84	86	2.0
9	6.650	4.1	84	85	1.5
10	6.120	6.8	80	81	1.5
11	8.080	11.8	83	85	2.0
12	5.340	6.1	86	87	1.5
13	4.180	9.4	89	90	0.5
14	5.500	6.9	89	89	0.5
15	6.040	6.0	83	83	0.0
16	8.320	2.3	81	81	0.0
17	4.320	4.4	84	85	1.0
18	3.640	2.6	84	86	1.5
19	5.360	2.5	85	86	1.0
20	5.220	8.7	79	79	0.5
21	9.610	0.0	85	87	1.5
22	8.220	6.3	80	80	0.0
23	8.070	0.0	81	82	1.0
24	8.720	8.0	80	81	0.5
25	8.650	0.0	82	83	0.5
26	8.500	4.0	81	83	1.5
27	7.050	21.7	82	83	1.5
28	6.130	7.6	81	82	1.5
29	8.540	5.7	83	85	2.5
30	9.020	2.2	80	81	1.0
31	8.440	0.0	83	85	2.0
32	8.080	17.2	83	83	0.0
33	14.460	8.7	87	87	0.0
34	9.720	4.3	82	82	1.5

Continuación Cuadro 3 A.

VAIEDAD	ALT PL cm	ALT MZ cm	ALT. MZ / P	HUMEDAD %	ASPEC. PL	ASPEC. MZ
1	213	95	0.45	24.4	3.0	2.0
2	183	75	0.40	22.7	3.5	3.0
3	193	98	0.51	23.4	2.8	2.3
4	185	83	0.45	16.8	3.5	2.8
5	180	83	0.46	21.1	3.3	2.8
6	198	88	0.44	19.3	3.3	2.5
7	195	85	0.44	2.1	3.8	4.0
8	190	85	0.45	17.3	3.8	3.5
9	223	103	0.46	25.0	3.5	3.0
10	175	88	0.50	22.4	3.5	2.8
11	198	83	0.42	21.6	3.0	2.3
12	185	80	0.43	17.8	3.5	2.8
13	168	70	0.42	19.2	3.8	3.8
14	215	105	0.49	28.7	3.5	2.3
15	203	93	0.46	20.5	3.3	2.8
16	220	103	0.47	24.2	3.0	1.8
17	168	70	0.42	15.4	4.0	2.5
18	168	70	0.42	15.6	3.8	3.3
19	188	85	0.45	23.4	3.3	2.8
20	175	75	0.43	21.9	3.3	2.8
21	210	90	0.43	31.4	2.5	2.0
22	193	88	0.45	23.4	2.8	2.3
23	208	90	0.43	21.4	3.0	2.5
24	215	108	0.50	24.2	3.0	2.5
25	185	80	0.43	22.4	3.3	2.5
26	183	80	0.44	24.2	3.0	2.0
27	190	85	0.44	22.0	3.5	3.3
28	198	98	0.50	20.2	3.3	2.5
29	173	80	0.46	18.3	3.3	3.0
30	195	95	0.49	21.2	3.0	2.8
31	198	93	0.47	23.2	3.0	2.0
32	188	98	0.52	23.7	3.5	2.5
33	203	95	0.47	33.5	2.0	1.8
34	218	105	0.48	28.9	2.3	1.8

Continuación Cuadro 3 A.

VAIEDA							
D	RUST(1-5)	USTIL %	RLODG %	SLODG %	BHCOV %	MZ #	PLANTA #
1	1.5	0.0	12.7	2.1	6.4	23	23
2	2.0	0.0	50.0	0.0	15.1	17	17
3	2.3	0.0	52.4	0.0	2.0	23	23
4	3.3	0.0	51.9	2.4	4.5	25	18
5	4.0	3.1	40.6	6.3	10.5	21	20
6	2.8	0.0	45.5	0.0	7.6	20	19
7	4.3	0.0	2.5	0.0	0.0	15	17
8	3.0	0.0	12.7	0.0	12.8	19	20
9	2.3	4.0	6.0	0.0	18.4	25	25
10	2.8	0.0	38.8	0.0	8.9	22	21
11	3.3	0.0	28.3	2.8	3.7	25	23
12	3.0	2.9	23.8	0.0	25.0	17	19
13	4.0	2.9	12.9	0.0	9.4	16	16
14	3.3	0.0	0.0	0.0	3.8	18	18
15	3.8	0.0	17.5	0.0	0.0	23	22
16	2.5	0.0	52.3	0.0	6.8	22	22
17	3.0	0.0	14.1	8.5	3.7	24	18
18	2.5	0.0	20.3	2.5	2.6	18	19
19	3.3	0.0	12.9	0.0	3.3	18	20
20	4.3	7.7	13.7	0.0	0.0	17	18
21	1.8	0.0	16.4	0.0	0.0	27	24
22	1.5	2.1	31.4	0.0	6.5	23	23
23	3.3	0.0	15.0	0.0	0.0	21	20
24	3.3	3.1	21.9	0.0	4.0	25	2
25	4.0	2.3	26.2	0.0	4.3	24	23
26	1.8	6.1	13.8	1.9	2.0	25	25
27	3.0	0.0	41.2	0.0	19.6	23	24
28	2.5	2.6	46.8	2.6	17.9	20	20
29	2.0	3.9	6.0	0.0	3.9	26	26
30	3.5	1.9	59.5	0.0	11.5	26	24
31	2.8	2.0	24.3	0.0	0.0	22	24
32	3.3	0.0	40.7	0.0	20.0	25	23
33	1.3	1.8	0.0	0.0	8.5	30	29
34	1.8	1.9	2.2	0.0	8.4	24	25

Cuadro 4 A Medias de rendimiento y otras características agronómicas de 34 cruzas evaluadas en Cd. Obregón, Sonora. P.V. 1998.

**SSCWQ\_9814/6 SUBTROPICAL 98 B LOCALIDAD N. 4**

VARIEDAD	REND TON/HA	EROTT (%)	FLOR MAS	FLOR FEM	ASI	ALT PL cm
1	5.320	1.9	57	59	2.0	175
2	4.550	7.6	57	59	2.0	158
3	5.040	0.0	59	60	1.5	168
4	4.830	0.0	57	58	1.5	158
5	7.480	1.8	60	63	3.5	188
6	4.320	0.0	62	62	0.0	163
7	2.510	0.0	72	74	2.5	160
8	3.770	0.0	64	67	3.0	165
9	5.150	0.0	62	66	4.0	180
10	4.200	0.0	60	62	2.0	155
11	5.320	1.9	59	62	3.0	168
12	4.720	8.9	61	63	2.0	170
13	4.370	2.0	64	65	1.5	168
14	5.720	1.7	65	68	2.5	180
15	5.020	0.0	60	61	1.0	160
16	7.290	0.0	61	62	1.0	170
17	4.110	0.0	62	65	3.0	153
18	3.620	0.0	61	64	2.5	153
19	3.990	0.0	63	65	1.5	153
20	5.640	0.0	56	57	1.0	173
21	7.170	0.0	61	63	2.0	180
22	6.420	0.0	57	57	0.5	173
23	7.290	0.0	60	62	2.0	168
24	6.340	1.9	60	62	2.0	173
25	6.940	1.7	58	59	1.0	170
26	6.220	1.8	59	61	2.0	168
27	5.860	1.9	58	60	2.0	188
28	5.610	0.0	61	63	2.0	165
29	6.570	1.9	59	61	2.0	170
30	5.910	0.0	59	60	1.0	173
31	6.050	0.0	60	62	2.0	180
32	6.270	0.0	60	62	2.0	173
33	6.110	2.2	62	63	1.5	168
34	7.660	0.0	57	60	2.5	168

Continuación cuadro 4 A.

VARIEDAD	ALT MZ cm	ALT. MZ / P	HUMEDAD%	ASP MZ
1	83	0.47	18.5	2.0
2	75	0.48	21.0	2.0
3	95	0.57	23.0	2.0
4	90	0.57	13.0	2.0
5	108	0.57	18.0	1.0
6	85	0.52	17.5	2.0
7	80	0.50	25.0	3.0
8	90	0.55	14.0	2.5
9	100	0.56	21.5	2.0
10	100	0.65	16.5	2.0
11	98	0.58	20.0	2.0
12	90	0.53	18.0	2.0
13	83	0.49	16.0	2.0
14	100	0.56	21.5	2.0
15	78	0.49	19.0	2.0
16	95	0.56	23.0	1.5
17	83	0.54	15.0	2.5
18	75	0.49	13.0	2.0
19	98	0.64	14.5	2.0
20	95	0.55	22.5	2.0
21	105	0.58	22.0	1.0
22	95	0.55	16.5	2.0
23	85	0.51	18.5	1.5
24	95	0.55	18.0	2.0
25	90	0.53	20.0	2.0
26	83	0.49	22.5	2.0
27	100	0.53	24.0	2.0
28	98	0.59	21.5	2.0
29	103	0.60	20.5	1.5
30	103	0.59	14.0	2.0
31	98	0.54	24.5	2.0
32	103	0.59	18.0	2.0
33	100	0.60	17.0	2.0
34	90	0.54	19.0	1.5

Continuación Cuadro 4 A.

VARIEDAD	FUS (1-5)	PULGON(1-5)	BHCOV %	# MZ	#PLANTA
1	1.0	3.5	0.0	27	27
2	3.5	4.0	8.0	27	26
3	1.0	3.0	5.8	18	19
4	4.5	3.5	7.3	28	27
5	1.5	3.0	1.8	27	26
6	4.5	3.5	0.0	25	25
7	1.5	2.5	0.0	25	27
8	2.5	4.0	0.0	25	26
9	2.0	3.0	4.8	24	24
10	5.0	3.5	4.3	26	26
11	2.5	3.0	0.0	26	26
12	4.5	3.5	8.9	28	27
13	4.0	3.5	27.3	26	26
14	1.0	3.0	0.0	28	24
15	3.5	4.0	0.0	27	26
16	2.5	3.5	0.0	28	26
17	4.0	3.5	0.0	27	26
18	4.5	3.0	0.0	20	21
19	3.0	3.5	0.0	26	27
20	1.5	3.0	0.0	26	26
21	1.0	3.5	0.0	25	26
22	4.0	3.5	0.0	24	24
23	2.0	4.0	0.0	28	28
24	4.5	3.5	0.0	28	27
25	1.0	4.0	0.0	28	27
26	1.5	3.5	0.0	28	27
27	4.0	4.0	0.0	27	27
28	4.5	4.0	0.0	26	26
29	2.0	3.5	0.0	27	27
30	3.5	3.0	0.0	27	27
31	3.0	3.0	0.0	26	25
32	3.5	3.0	1.9	26	27
33	4.0	3.5	0.0	26	28
34	1.5	3.0	0.0	25	26

Cuadro 5 A Medias de rendimiento y otras características agronómicas de 34 cruzas evaluadas en Tlaltizapan, Morelos. P.V. 1998.

**SSCWQ\_9814/4 QPM SUBTROPICAL 1998 B LOCALIDAD N.5**

VARIEDAD	REN TON7HA	EROTT (%)	FLOR MAS	FLOR FEM	ASI	ALT PL cm
1	7.240	0.0	58	58	0.0	235
2	6.230	2.6	56	58	2.5	213
3	9.630	0.0	59	59	0.5	222
4	6.280	0.0	57	57	0.5	211
5	8.770	0.0	59	60	1.5	237
6	7.380	2.4	60	61	1.0	216
7	2.780	8.3	65	70	5.0	216
8	4.470	4.8	62	65	3.5	212
9	8.050	0.0	60	61	1.0	237
10	6.720	0.0	57	58	1.0	217
11	7.660	0.0	59	59	0.0	227
12	6.000	2.6	60	61	0.5	211
13	6.230	5.1	62	62	0.5	209
14	4.780	2.6	63	65	2.0	208
15	6.490	2.4	61	61	0.0	220
16	7.340	2.2	61	61	-0.5	243
17	4.570	2.8	61	62	1.0	195
18	4.660	0.0	60	62	1.5	205
19	4.100	7.6	61	62	1.0	210
20	7.050	2.4	56	57	1.5	215
21	9.030	0.0	63	63	0.5	241
22	8.830	0.0	56	57	1.0	236
23	8.190	0.0	59	60	1.0	237
24	7.430	0.0	59	60	0.5	231
25	8.000	0.0	58	59	0.5	215
26	8.280	0.0	59	59	0.5	210
27	8.580	0.0	59	60	0.5	239
28	7.610	0.0	59	60	1.0	218
29	7.690	0.0	59	60	1.0	220
30	8.430	0.0	58	58	0.0	234
31	9.360	0.0	59	59	0.0	240
32	10.220	3.6	58	59	1.0	228
33	12.100	0.0	62	63	1.0	229
34	12.130	0.0	59	60	0.5	222

Continuación Cuadro 5 A.

VARIEDAD	ALT MZ cm	ALT. MZ / P	HUMEDAD %	ASPEC. PL	ASPEC. MZ
1	108	0.46	21.0	2.8	2.5
2	104	0.49	22.0	3.3	3.5
3	105	0.47	20.4	2.5	2.3
4	107	0.51	17.4	3.3	4.0
5	124	0.52	20.4	2.8	3.0
6	108	0.50	20.7	3.0	3.0
7	112	0.52	23.7	3.5	4.5
8	109	0.51	19.8	3.5	4.0
9	116	0.49	20.2	2.8	2.8
10	121	0.56	19.7	3.0	3.3
11	119	0.52	21.1	2.5	2.8
12	98	0.46	19.1	3.5	3.5
13	101	0.48	19.9	3.3	3.3
14	103	0.50	18.6	3.5	3.8
15	115	0.52	19.8	3.0	3.5
16	131	0.54	21.7	3.3	3.0
17	96	0.49	18.7	3.3	4.0
18	102	0.50	17.8	3.3	3.8
19	113	0.54	24.6	3.5	4.0
20	116	0.54	19.9	2.5	2.8
21	128	0.53	24.5	2.8	2.5
22	121	0.51	20.0	2.8	2.5
23	130	0.55	20.7	2.8	3.3
24	125	0.54	19.2	2.8	2.5
25	102	0.47	22.5	2.8	3.3
26	104	0.49	21.7	2.5	2.3
27	126	0.53	21.2	2.5	3.3
28	123	0.56	20.5	2.5	2.5
29	127	0.58	20.3	3.0	3.3
30	127	0.54	23.3	2.8	2.8
31	127	0.53	22.7	3.3	3.0
32	122	0.53	21.3	3.0	2.3
33	126	0.55	26.5	2.3	2.5
34	122	0.55	24.3	2.0	2.0

Continuación Cuadro 5 A.

VARIEDAD	C STUNT %	FUS%	RLODG %	# MZ	# PLANTA
1	5.0	2.5	0.0	21	20
2	12.9	77.5	10.4	19	20
3	5.1	0.0	0.0	20	20
4	0.0	32.5	0.0	22	20
5	0.0	0.0	0.0	21	20
6	2.5	35.0	0.0	21	20
7	10.3	2.6	7.9	18	20
8	5.0	20.0	0.0	21	20
9	2.5	5.0	5.0	21	20
10	2.5	2.5	0.0	20	20
11	12.6	5.1	2.5	24	20
12	0.0	39.5	0.0	20	19
13	5.0	0.0	0.0	20	20
14	5.6	11.1	0.0	19	18
15	2.5	2.5	0.0	21	20
16	7.6	0.0	0.0	22	20
17	10.8	95.0	0.0	20	19
18	0.0	72.8	0.0	19	19
19	5.0	40	7.5	20	20
20	0.0	7.0	5.3	21	20
21	2.5	0.0	0.0	21	19
22	7.8	12.9	0.0	19	20
23	2.5	0.0	2.5	20	20
24	5.0	7.5	0.0	21	20
25	2.6	5.1	0.0	22	20
26	2.5	20	0.0	21	20
27	7.6	0.0	0.0	25	20
28	8.2	16.7	0.0	19	19
29	0.0	0.0	0.0	19	20
30	0.0	0.0	0.0	21	20
31	2.5	0.0	2.5	21	20
32	0.0	2.5	0.0	28	20
33	0.0	0.0	0.0	20	20
34	0.0	0.0	0.0	21	20