

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**Y AGROPECUARIAS**

**DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS**



**Correlación canónica y análisis de conglomerados entre caracteres vegetativos y reproductivos de maíz (*Zea mays* L.) bajo temporal en el Valle de Matatipac**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO**  
**EN MANEJO DE AREAS DE TEMPORAL**

**P R E S E N T A**

**G**raciela **A**scención **J**iménez

CTICRA



BIBLIOTECA CENTRAL

**GUADALAJARA JALISCO, DICIEMBRE DEL 2002**

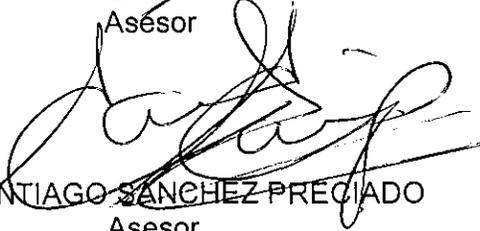
Esta tesis fue realizada bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

MAESTRO  
EN  
MANEJO DE AREAS DE TEMPORAL

CONSEJO PARTICULAR

  
DR. ALBERTO BETANCOURT VALLEJO  
Director

  
DR. JOSÉ RON PARRA  
Asesor

  
M.C. SANTIAGO SÁNCHEZ PRECIADO  
Asesor

## DEDICATORIAS

**A MIS PADRES:** Por su cariño incondicional y su apoyo moral.

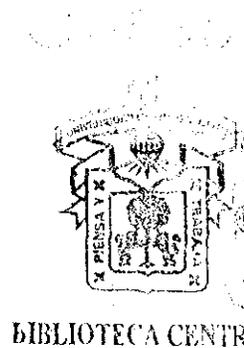
**A MIS HERMANOS:** Cenobio, Francisco, Wenceslao, Margarita, Jorge y Rubén.

**A MI ESPOSO:** por su gran apoyo en todo momento y alentar mi superación.

**A MIS HIJOS:** Ana Graciela y Martha Graciela. Mi inspiración en la vida.

**A LA FAMILIA:** Ramírez Ascención. Por su apoyo incondicional.

**A MIS COMPADRES:** José Casillas y Estela Ramírez.



## **AGRADECIMIENTOS**

- Al Dr. Alberto Betancourt Vallejo, por su apoyo en el establecimiento de campo de esta investigación y por asesorar, dirigir y revisar el contenido de esta tesis.
- Al Dr. Roberto Gómez Aguilar, por sus valiosas aportaciones en el área estadística de la presente investigación.
- Al MC. Mariano García López por sus valiosas sugerencias en el ordenamiento del presente documento.
- A mi Universidad y Facultad de Agricultura, por recibirme en su seno como un hijo prodigo.
- A los CC. Maestros en Ciencias Salvador Mena, Salvador Hurtado de la Peña y Santiago Preciado. Por su ayuda moral y su tenacidad para lograr mi incorporación a la Universidad de Guadalajara en la maestría Manejo de Areas de Temporal.
- Al Dr. José Ron Parra por sus conocimientos transmitidos y por brindarme su amistad.

**Muchas gracias**

# CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS	i
INDICE DE FIGURAS	ii
RESUMEN	iii
SUMMARY	v
CAPITULO I. INTRODUCCION	1
1.1 Objetivos	2
1.2 Hipótesis	2
CAPITULO II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Origen	3
2.2 Reproducción sexual	3
2.3 Fecundación	3
2.4 Humedad	3
2.5 Fotoperiodo	4
2.6 Germinación	4
2.7 Mejoramiento del maíz	5
2.8 Hibridación intervarietal	5
2.9 Bases fisiológicas de la variación de rendimiento	5
2.10 Componentes del rendimiento	10
2.11 Variables vegetativas	12
2.11.1 Altura de planta	12
2.11.2 Longitud de hoja	12
2.11.3 Ancho de hoja	12
2.11.4 Número de hojas	12
2.12 Variables reproductivas	12
2.12.1 Rendimiento	12
2.12.2 Días a floración	13
2.12.3 Número de ramas de la espiga	13

CONTENIDO

	Página
2.12.4 Longitud de espiguilla central	13
2.13 Análisis de correlación canónica	13
2.14 Análisis de conglomerados	14
<b>CAPITULO III. MATERIALES Y METODOS</b>	<b>17</b>
<b>3.1 MATERIALES</b>	<b>17</b>
3.1.1 Localización del sitio experimental	17
3.1.2 Material genético	17
<b>3.2 METODOS</b>	<b>17</b>
3.2.1 Diseño experimental y tamaño de la parcela	17
3.2.2 Desarrollo del experimento	19
3.2.2.1 Preparación del terreno	19
3.2.2.2 Siembra	19
3.2.2.3 Fertilización	19
3.2.2.4 Control de plagas	19
3.2.2.5 Control de malezas	19
3.2.2.6 Cosecha	19
3.2.3 Variables vegetativas evaluadas	20
3.2.3.1 Altura de planta	20
3.2.3.2 Longitud de hoja	20
3.2.3.3 Ancho de hoja	20
3.2.3.4 Número de hojas	20
3.3 Variables reproductivas evaluadas	20
3.3.1 Rendimiento de grano	20
3.3.2 Días a floración	20
3.3.3 Número de espiguillas	21
3.3.4 Longitud de espiguilla central	21
3.3.5 Análisis estadístico	21

	Página
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSION	22
4.1 Análisis de varianza para caracteres agronómicos de los genotipos	22
4.2 Prueba de Tukey para las medias de las variables reproductivas	23
4.2.1 Rendimiento de grano	23
4.2.2 Días a floración masculina	23
4.2.3 Número de espigas	26
4.2.4 Longitud de espiguilla central	26
4.3 Prueba de Tukey para las medias de las variables vegetativas	26
4.3.1 Altura de planta	26
4.3.2 Número de hojas	26
4.4 Análisis de correlación canónica	31
4.5 Análisis de conglomerados	33
CAPITULO V. CONCLUSIONES	34
CAPITULO VI. LITERATURA CITADA	35

## INDICE DE CUADROS

No.	Página
1. Relación de genotipos de maíz evaluados en el ciclo de temporal. Xalisco Nayarit 1998	18
2. Resultados del análisis de varianza aplicado a las variables agronómicas reproductivas y vegetativas. Xalisco Nayarit 1998 T.	22
3. Resultados de la prueba de medias por el método de Tukey (5 %) para la variable rendimiento de grano (ton/ha). Xalisco Nayarit 1998 T.	24
4. Resultados de la prueba de medias por el método de Tukey (5 %) para la variable días a floración masculina. Xalisco Nayarit 1998 T.	25
5. Resultados de la prueba de medias por el método de Tukey (5 %) para la variable número de espiguillas. Xalisco Nayarit 1998 T.	27
6. Resultados de la prueba de medias por el método de Tukey (5 %) para la variable longitud de espiguilla central (cm). Xalisco Nayarit 1998 T.	28
7. Resultados de la prueba de medias por el método de Tukey (5 %) para la variable altura de planta (cm). Xalisco Nayarit 1998 T.	29
8. Resultados de la prueba de medias por el método de Tukey (5 %) para la variable número de hojas de la totalidad de la planta. Xalisco Nayarit 1998 T.	30

## INDICE DE FIGURAS

No.		Página
1.	Correlación canónica de vegetal con reprod	31
2.	Gráfica de reprod * vegetal	32
3.	Representación esquemática del análisis de conglomerados	33

## RESUMEN

La presente investigación, se realizó en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agricultura en el ciclo de temporal de 1998. Los objetivos fueron evaluar 25 genotipos de maíz (híbridos dobles, triples, variedades de polinización libre y cruzas intervarietales); y determinar si los caracteres vegetativos están asociados con los reproductivos, e inferir si a partir de la correlación canónica entre estos dos grupos de variables se pueden obtener índices de selección. Las variables reproductivas evaluadas fueron: rendimiento de grano, días a floración, número de espiguillas y longitud de espiga central; y las vegetativas: altura de planta, longitud de hoja, ancho y número de hojas. Se empleó un diseño experimental en bloques al azar con 3 repeticiones. Se llevó a cabo un Análisis de Varianza, la prueba de medias de Tukey (5 %), un Análisis de Correlación Canónica y un Análisis de conglomerados. Los resultados indicaron que existieron diferencias estadísticas significativas entre los materiales probados para el carácter rendimiento de grano. Al analizar las correlaciones canónicas se encontró que para las variables vegetativas el área foliar representada básicamente por el ancho de la hoja fue la que tuvo mayor influencia sobre el rendimiento de grano; por otra parte, las variables reproductivas días a floración ( $R= 0.79$ ) y número de espiguillas ( $R= 0.71$ ) fueron los caracteres que generaron gran variabilidad entre los materiales estudiados, y además, mostraron efectos sobre el rendimiento. El análisis de conglomerados indicó que existieron materiales similares, aún cuando procedían de diferentes orígenes, como el AN 447 de la Universidad Antonio Narro y la cruza 12 de la Facultad de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit y por otra parte el C343 y la cruza 18 de una empresa privada y la Facultad de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit, respectivamente. Otros dos grupos detectados en el análisis agrupó la mayor parte de las cruzas evaluadas y el otro a los materiales más sobresalientes y los testigos. Los materiales más distantes del resto, correspondieron al maíz de alta calidad de proteína Opaco-2 y la cruza 24 con características muy diferentes al resto del material. Se concluyó que las técnicas de análisis multivariado son útiles en la caracterización de los materiales genéticos de maíz, dado que los más sobresalientes en rendimiento del ensayo con valores vegetativos y reproductivos altos fueron

U de G 600 y U de G 601 así como el híbrido C 983 que ha resultado sobresaliente en rendimiento en el área de prueba en los últimos años. Adicionalmente los índices de selección para el material de prueba y condiciones climatológicas de esta área, de acuerdo al presente trabajo, fueron el área foliar y el número de espiguillas.

## SUMMARY

This research was carried out at the Experimental Station of the Faculty of Agriculture during the growing season 1998 under rainfed conditions. The objectives were: to evaluate 25 maize genotypes (double, three-way, varieties and intervarietal crosses) and to determine if the vegetative characters are associated with reproductive ones, on the basis of these results to deduct if selection indexes can be obtained with canonic correlation between the two groups of variables. The reproductive variables evaluated were: grain yield, days to flower, number of small spikelets and length of central small spikelet. The vegetative were: plant height, leaf length, width and number of leaves. A randomized block design with three replications was used. A analysis of variance, means Tukey test (0.05), canonic correlation and cluster analysis were applied. The results indicated that significant differences were found among genotypes for yield. The canonic correlation indicated that for the vegetative variables leaf area represented by leaf width was that one which influenced grain yield, on the other hand the reproductive variables days to flower ( $R= 0.71$ ) were the characters that originated large variability among the materials studied and showed effect on grain yield. The cluster analysis showed similarities among materials even though these were originated from different sources such as AN 447 (Antonio Narro) and cross number 12 (FAUAN) and the same occurred with C 343 (Cargill) and cross 18 (FAUAN). Other groups detected on the analysis grouped the majority of the crosses evaluated and the other the best materials and the control. The materials more distant from the others corresponded to high-protein-maize O2 and the cross 24 with characters very different to the rest of the material. It was concluded that techniques of Multivariate Analysis are useful in the characterization of maize genotypes since U de G 600 and U de G 601 and C 983, were the most outstanding genotypes since they showed both high vegetative and reproductive values. The selection indexes for this area and genotypes used were leaf area and number of small spikelets.

# CAPITULO I

## INTRODUCCION

El conocimiento del potencial productivo actual de maíz en México, es importante para llevar a cabo los planes nacionales de producción agrícola, ya que es el cultivo de mayor superficie sembrada, y que proporciona ocupación a un gran número de personas económicamente activas en el país, así mismo constituye el elemento básico en su alimentación. En el estado de Nayarit, las condiciones climáticas y del suelo permiten producir maíz en los agroecosistemas existentes que determinan su potencial productivo

La producción de grano de maíz en el estado de Nayarit para 1998 fue de 191, 822.72 ton, con un valor de \$ 258 944 467.00, con una media de 2.849 ton/ha (SAGAR, 1999).

El Valle de Matatipac, municipio de Xalisco, Nayarit, tiene como característica un clima semi cálido, fresco y húmedo, propicio para el desarrollo del cultivo de maíz (García, 1989).

Los caracteres fisiotécnicos que determinan el rendimiento del maíz son empleados por los fitomejoradores para elevar su rendimiento y adaptación, sin embargo, algunos maíces muestran superioridad a otros aún cuando poseen aparentemente caracteres agronómicos similares, lo anterior posiblemente sea un indicio de que la asociación entre diversas características tanto vegetativas como reproductivas dé como resultado un híbrido o variedad con características superiores tanto en rendimiento como en caracteres agronómicos (Betancourt *et al*, 1998).

Una de las herramientas estadísticas que pueden emplearse para hacer más efectivo el mejoramiento del maíz consiste en medir la asociación de variables de un grupo con otro grupo mediante la correlación canónica, que se diferencia de la correlación simple en que ésta última sólo correlaciona una variable con otra, es decir, el enfoque de la correlación canónica involucra la relación entre dos grupos de variables. Otra herramienta lo constituye el análisis de conglomerados, que agrupa los datos dentro de clases homogéneas dentro de grupos, los cuales difieren considerablemente de otro grupo (Mardia *et al*, 1979).

Empleando ambas metodologías, es posible determinar cuales caracteres influyen con mayor proporción en la expresión de la característica de interés, además de establecer cual material sobresaliente tiene caracteres similares que lo distinguen de otro para poder emplear criterios de selección efectivos.

### **1.1 Hipótesis.**

Existe una asociación muy estrecha entre algunos caracteres vegetativos y reproductivos que da como resultado que algunos materiales sean más eficientes que otros desde el punto de vista del rendimiento de grano.

Los caracteres fisiotécnicos medidos y evaluados mediante correlación canónica y análisis de conglomerados, permiten establecer índices de selección para los programas de mejoramiento del maíz.

### **1.2 Objetivos.**

Evaluar bajo condiciones de temporal materiales de maíz (híbridos dobles, triples, variedades e híbridos intervarietales) y dentro de este material determinar cuales grupos de caracteres vegetativos y reproductivos muestran mayor correlación.

Conocer el grado de asociación entre y dentro de los caracteres vegetativos y reproductivos, así como el grado de similitud o discrepancia entre los materiales evaluados que conduzcan a índices de selección más efectivos.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10

## **CAPITULO II**

### **REVISION DE LITERATURA**

#### **2.1 Origen.**

Robles (1985), cita que el descubrimiento más reciente fue el del Dr. Mac Neish en 1965 en el Valle de Tehuacán, Puebla, donde se encontraron mazorcas a las que se les calcula mediante la prueba de carbono 14, una edad de 7,000 años. Sin embargo, otros autores presentan controversia sobre los orígenes de éste cultivo, la hipótesis del teosintle menciona que a pesar de las diferencias morfológicas y anatómicas entre el teosintle y el maíz los dos se intercrucan libremente tanto en la naturaleza como en forma experimental, dado que el teocintle es exitoso como planta silvestre y reportado como tal hace 7000 años (Lorenzo y Quintero 1970), el maíz moderno es incapaz de sobrevivir sin la ayuda del hombre se asume que el teocintle fue ancestral al maíz y la transformación fue el resultado de la selección humana.

#### **2.2 Reproducción sexual.**

Fuller y Ritchie (1967) citados por Robles (1985), afirman que el maíz es una planta sexual que se reproduce por medio de semilla, que resulta de la unión de un gameto masculino y un femenino, presenta los dos órganos sexuales pero en diferentes flores. Es una planta monoica porque posee las flores pistiladas y estaminadas en la misma planta.

#### **2.3 Fecundación.**

Robles (1985) que cita a Taylor y Will (1970), señalan que la polinización consiste en el traslado del grano de polen desde la antera hasta el estigma por efecto del viento por lo que se considera que es trata depolinización anemófila).

#### **2.4 Humedad.**

Jugenheimer (1981), expresa que la humedad afecta la evaporación y por lo tanto la eficiencia de lluvia, la humedad varía con la temperatura, el viento y la cantidad de lluvia, son factores

que influyen en la producción de maíz, ya que los factores bioclimáticos explica la respuesta a las plantas y animales.

Thompson (1969) mencionado por Jugenheimer (1981), dice que las variables meteorológicas explicaron gran parte de la variación de los rendimientos del maíz, la temperatura promedio de junio pareció óptima para el maíz, y la temperatura abajo del promedio de julio y agosto se asocian con mayores rendimientos.

Romo y Arteaga (1989) mencionan que Novero (1977), proporciona una fórmula para estimar los rendimientos del maíz cuyos factores son: radiación, cubierta vegetal, distribución, temperatura del aire e intensidad de transpiración así como velocidad del viento.

Jugenheimer (1981), dice que la temperatura en el cultivo de maíz y la duración del tiempo de crecimiento así como la del día, son factores que influyen considerablemente en la producción de maíz. Por lo que afirma que en Julio, entre 21°C y 27 °C son óptimas para el hemisferio norte.

## **2.5 Fotoperiodo.**

Leeper *et al* (1972) enunciado por Jugenheimer (1981), estudiaron bajo condiciones climáticas variables el efecto de humedad almacenada en el suelo, disponible para las plantas, sobre el rendimiento de maíz, y se encontró una correlación entre el rendimiento con la precipitación y temperatura media cuando el ciclo vegetativo estaba en el periodo de seis semanas antes y cuatro semanas después de la floración.

## **2.6 Germinación.**

Delorit y Ahlgren (1976), citan que cuando ocurre germinación, la temperatura debe ser favorable y debe haber suficiente humedad, oxígeno y aire rodeando la semilla mientras que Wallace y Brassman, citados por Robles (1985), señalan que a una temperatura de 15.5 °C a 18.3 °C para que el maíz emerja de los 8 - 10 días.

## **2.7 Mejoramiento del maíz.**

El mejoramiento del maíz en México fue iniciado por la antigua Oficina de Estudios especiales que se transformó posteriormente en el Instituto de Investigaciones Agrícolas antecesor del actual INIFAP, (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales), los resultados de estas investigaciones han sido notables ya que han permitido elevar los rendimientos promedios del maíz en México y por otra parte los híbridos de Estados Unidos de Norteamérica no se adaptan a las condiciones de nuestro país y el grano de la mayoría de los híbridos es de color amarillo que no tiene aceptación en el consumo popular, la estrategia de mejoramiento ha sido obtener materiales de amplia adaptación y con mejores características agronómicas, híbridos para las regiones de riego y variedades para las regiones de temporal o con escasa precipitación y ciclos de siembra cortos, con el cambio climático observado en los últimos años la tendencia en el mejoramiento genético debe estar orientada a la obtención de materiales precoces sobre todo por la disminución de la superficie de cultivo por la expansión de las ciudades.

## **2.8 Hibridación intervarietal**

Moll *et al* (1962) citados por Jugenheimer (1981), informaron sobre la heterosis y la diversidad genética en cruzamientos intervarietales de maíz, y concluyeron que los cruzamientos entre materiales muy divergentes pueden tener una utilidad potencial para mejorar el rendimiento a pesar de la deficiente adaptación local de las variedades de orígenes diversos. Los híbridos intervarietales nunca se usaron comercialmente en una superficie extensiva debido a que; los resultados fueron inconsistentes, el método es mas complicado que en selección masal, tenía que producirse semilla por cruzamiento cada año, los híbridos entre líneas puras seleccionadas eran superiores en su comportamiento.

## **2.9 Bases Fisiológicas de la variación del rendimiento**

Watson (1952), señala que la variación en el rendimiento de la materia seca total depende del peso de la semilla, la tasa de crecimiento relativa y la duración del período de crecimiento. Asimismo señala que la tasa de crecimiento relativa  $R = 1/W \cdot dw/dt$  representa la eficiencia de la planta para producir nuevo material y esta es denominada índice de eficiencia. Debido a

que el peso seco total de la planta no es activo totalmente, sino parte de él es esqueleto, el incremento de materia seca es el resultado de fotosíntesis y por tanto el área debe ser considerada como el mejor indicador del material activo.

Con base en lo anterior, Blackman (1919), citado por García (1976), consideró más conveniente calcular la tasa de incremento de peso seco por unidad de área foliar ( $1/L: dw/dt$ ), a ésta relación Gregory (1917) la denominó tasa de asimilación neta.

Considerando los razonamientos anteriores, Watson (1952), señala que el progreso en la acumulación de materia seca y el nivel de rendimiento final, pueden ser descritos en términos de tasa de asimilación neta (T.N.) y área foliar (A.F.) ya que el producto de éstos factores representa la tasa de crecimiento absoluta (T.C.A.)

$$T.C.A. = (T.A.N.) (A.F.) \text{ ó } dw/dt = (1/L. dw/dt) (L)$$

Watson (1956), concluye que el rendimiento de un cultivo es el producto de la fotosíntesis a través de su ciclo, y que por tanto incrementar el rendimiento es el problema de aumentar el total de fotosíntesis anual por unidad de área de un cultivo, indica además que las componentes de éste total de fotosíntesis anual son: El tamaño, la eficiencia y la duración del sistema fotosintético. Este mismo autor señala que el tamaño del sistema fotosintético es representado por el área foliar de la planta y cuando se habla en términos de área foliar de un cultivo, se utiliza el concepto índice de área foliar, el cual es, la relación del área foliar sobre la superficie de suelo que ocupa la misma; y que la eficiencia del sistema fotosintético es dada por la tasa de incremento de peso seco por unidad de área foliar o tasa de asimilación neta.

Debido a la importancia de éstos dos factores (T.A.N. y A. F.) en la determinación de rendimiento de un cultivo, se han llevado a cabo estudios de la variabilidad interespecífica e intraespecífica de ambos parámetros.

Watson (1947a), encontró que para la tasa de asimilación neta existían diferencias significativas entre trigo, remolacha azucarera, cebada y papa. Este mismo autor señala que para papa y remolacha azucarera se observó variabilidad interespecífica o entre variedades.

Para el caso del maíz Duncan y Hesketh (1968), utilizando la tasa de fotosíntesis neta como indicador de la eficiencia del sistema fotosintético de 22 razas de maíz, encontraron que había diferencias entre razas para dicha eficiencia.

Heichel y Musgrave (1969), también utilizando la tasa de fotosíntesis neta como un estimador de la eficiencia del sistema fotosintético, encontraron diferencias que variaron de 100 a 200 % entre líneas, híbridos y variedades de polinización abierta; los mismos autores no detectaron diferencias intravarietales debidas el error experimental, pero mencionan que se tienen datos no publicados que comprueban la variabilidad intravarietal.

En maíz se ha comprobado que existe una amplia variabilidad para el área foliar (Eric y Hanway, 1964; Hesketh, Chase y Nanda, 1969; y Francis, Rutger y Palmer, 1969). Además del estudio de la variabilidad de la T.A.N. y A.F., existen investigaciones sobre la respuesta de éstos parámetros a los factores ambientales, algunos reportes se citan a continuación:

Hanway (1962), trabajando con maíz con relación a dosis y formas de fertilización encontró que los nutrimentos del suelo afectan la T.A.N. en cierto grado, pero que éste factor es más importante en determinar el tamaño y longevidad de las hojas.

Beker y Musgrave (1964), utilizando una cámara semicerrada trabajando con maíz, señalan que aún existiendo signos de marchitamiento en todos los tratamientos de déficit de humedad aplicados, la tasa de fotosíntesis aparente disminuyó entre un 40 a 50 %.

Eik y Hanway (1964), encontraron que la fecha de siembra tuvo poco efecto sobre el número, tamaño y longevidad de las hojas, en cambio el nitrógeno aplicado en la parte inicial del ciclo, incrementó estas tres características, principalmente el tamaño y la longevidad.

Núñez y Kamprath (1969), reportaron que el área foliar por planta, disminuyó al incrementarse la densidad de siembra. Además las aplicaciones de nitrógeno de 112 a 280 kg/ha y espaciamientos entre surcos, no mostraron efectos significativos sobre el área foliar por planta y el índice de área foliar. Este mismo autor explica que la falta de respuesta al nitrógeno, fue debida probablemente a un período de sequía que se presentó antes de la emergencia de la espiga.

De la anterior revisión sobre éstas componentes del rendimiento se puede concluir que:

- En el maíz existe variabilidad intravarietal tanto para el tamaño, como para la eficiencia del sistema fotosintético (T.A.N.)
- Ambas componentes responden a cambios en el ambiente, principalmente a nutrimentos y humedad del suelo.

Es importante mencionar que el rendimiento de un cultivo, determinado por las componentes tasa de asimilación neta y área foliar, es evaluado en producción de materia seca total de este rendimiento, representado por el peso seco del grano.

Con relación a lo anterior, Watson (1952), indica que para un análisis completo del rendimiento agrícola, es necesario examinar las causas de la variación en la distribución de materia seca en órganos y tejidos.

Tomando en cuenta lo anterior, éste mismo autor y sus colaboradores (1963), proponen dos nuevos parámetros para analizar en una forma más precisa la variación del rendimiento agrícola de los cereales; siendo éstos parámetros, la duración del área foliar (D) y la relación peso de grano/unidad de superficie/D (G). Estos mismos investigadores mencionan que Bomstra (1929), Porter *et al* (1950), indicaron que el rendimiento de grano de los cereales puede ser explicado en gran parte durante el desarrollo y maduración del grano.

La importancia y mayor precisión de ambos factores en la determinación de rendimiento de grano, quedo respaldada por numerosos estudios (Watson *et al*, 1963; Welbank *et al*, 1966; Wellbank *et al*, 1968).

Tanaka y Yamaguchi (1972), concluyeron que la producción de grano de maíz depende en un 90 % de la fotosíntesis realizada durante el período de llenado de grano, por lo que la producción de materia seca después de la emergencia de los estigmas determina en gran parte el rendimiento de grano.

En el caso del maíz para analizar las variaciones en el rendimiento de grano, sólo se ha evaluado el tamaño del sistema fotosintético por medio del área foliar, pero no su duración; la

medición del área foliar se hace solo una vez a la fecha de emergencia de los estigmas, que es cuando se considera que el área foliar ha finalizado su crecimiento.

Torrice (1973), comparó dos grupos de híbridos, uno desarrollado para condiciones de temporal y el otro para condiciones de riego, bajo ocho ambientes diferentes (dos densidades 40,000 y 80,000 pl/ha) y encontró que los híbridos para temporal tuvieron más altos rendimientos que los formados para riego. Este mismo autor señala que los híbridos de riego tuvieron una mayor duración del ciclo vegetativo y altura de planta, y un menor índice de cosecha con relación a los híbridos de temporal. En esta misma investigación se reporta que ambos grupos de híbridos tuvieron la misma área foliar por planta e índice de área foliar, pero los híbridos de temporal mostraron un índice de eficiencia mayor que el de los híbridos de riego. Se obtuvieron también correlaciones altamente significativas entre rendimiento de mazorca y los índices de eficiencia, de cosecha y de área foliar.

Buren *et al* (1974), mediante la prueba de híbridos de maíz a una densidad de 98,800 pl/ha determinó la influencia de varios caracteres morfológicos y fisiológicos sobre esterilidad femenina, factor principal que limita el rendimiento de grano en altas densidades de población. Estos autores señalan que los genotipos tolerantes a altas densidades pueden ser caracterizados por:

- Rápida emergencia total de los estigmas.
- Coincidencia de la polinización y la emergencia de estigmas
- Rápido crecimiento de los estigmas del primer jilote
- Prolificidad
- Tamaño pequeño de espiga
- Eficiencia en la producción de grano por unidad de superficie

Con base en toda la evidencia experimental expuesta, que apoya la importancia de la eficiencia del área foliar para producir grano, en determinar el rendimiento de grano bajo condiciones ambientales de alta competencia (alta densidad de población o tensión de humedad), se creyó conveniente utilizar el índice de área foliar) como criterio de selección de genotipos más eficientes y por tanto de más altos rendimientos de grano bajo condiciones de alta competencia.

### **2.10 Componentes del rendimiento.**

Blum (1979), sugirió tres diferentes métodos para desarrollar variedades con alto rendimiento de semilla bajo condiciones de sequía:

- Identificar variedades superiores bajo condiciones de riego restringido y utilizarlas bajo temporal
- Seleccionar materiales sobresalientes directamente bajo condiciones de riego temporal, para su uso ahí mismo.
- Seleccionar variedades incorporando características fisiológicas de resistencia a sequía.

Baker y Wilson (1981), indicaron que los componentes del rendimiento actúan en forma de una serie de eventos secuenciales involucrando varios procesos metabólicos y varias actividades de desarrollo; por lo tanto, el efecto de estrés debido a factores ambientales sobre el rendimiento final, puede variar dependiendo del estado de crecimiento en el cual ocurre; la temperatura y déficit de humedad tienen gran influencia sobre los rasgos fisiológicos y características morfológicas, mismas que determinan el desarrollo y producción final de los genotipos.

Fisher y Johnson (1984), sugirieron que para minimizar el riesgo de pérdida en el rendimiento, los agricultores pueden escalonar sus siembras de maíz con madurez diferente o intercalar especies diferentes. Prácticas agronómicas mejoradas, tales como un mejor control de malezas y el mantenimiento de una cubierta vegetal sobre la superficie del suelo (labranza mínima), tendrán un efecto sobre los rendimientos de maíz bajo condiciones de sequía.

Variedades de maíz con mas capacidad para resistir el efecto de la humedad reducida, particularmente alrededor del tiempo de floración, también ayudarían a estabilizar los rendimientos de grano bajo estas condiciones.

Rojas (1984), definió al rendimiento como la manifestación de factores extrínsecos e intrínsecos menciona la capacidad de asimilación de nutrimentos, la cual depende del área foliar, número y posición de las hojas y de la tasa de fotosíntesis por unidad de área o asimilación neta.

Márquez (1985), manifiesta que la mayor parte de los caracteres agronómicos como el rendimiento, altura de planta y mazorca, días a floración, madurez fisiológica y factores adversos como plagas, enfermedades y sequía son de gran importancia económica. Estos pueden ser modificados a través del mejoramiento genético donde mediante la selección es posible obtener materiales de buenas características agronómicas, es decir, variedades de alto rendimiento, precocidad, resistentes a plagas, sequía y enfermedades.

Rojas (1984), conceptualiza al rendimiento como la máxima capacidad de expresión de un genotipo en respuesta a su interacción con el ambiente. Este autor describe el rendimiento como la manifestación de factores extrínsecos e intrínsecos que actúan durante el desarrollo de la planta.

Dentro de los primeros señala clima, suelo, agua y organismos dañinos, en los intrínsecos mencionó la capacidad de asimilación de nutrimentos, la cual depende del área foliar húmeda y posición de hojas y de la tasa de fotosíntesis por unidad de área a asimilación neta.

La altura de la planta y la altura de la posición de la mazorca son drásticamente afectadas en tres generaciones de autofecundaciones sucesivas; la reducción de altura se le atribuye a la mayor o menor longitud de los entrenudos (Reyes, 1985).

## **2.11 Variables vegetativas.**

### **2.11.1 Altura de planta.**

Márquez (1985), afirma que es un carácter de gran importancia económica, que mediante la selección es posible obtener materiales de buenas características agronómicas.

Navarrete (1991), asocia positivamente el rendimiento con la altura de planta, considerando un componente directo al carácter en cuestión.

### **2.11.2 Longitud de hoja.**

Mendoza y Ortiz (1973), estimaron el área foliar con las siguientes mediciones para estimar el área foliar de cada hoja multiplicando el largo máximo por ancho máximo. La suma de las áreas foliares se consideró como área foliar total por planta.

### **2.11.3 Ancho de hoja.**

Begg y Turner (1976), encontraron que el papel de las hojas maduras y anchas en el rendimiento es muy bajo.

### **2.11.4 Número de hojas.**

Madueño (1991), comprobó en forma general que el número de hoja por planta y en ambos lados de la mazorca marcó tendencia negativa de asociación. Indicando que a menor área foliar se tiene un incremento en las componentes de crecimiento, demostrando como carácter indeseable mayor número de hojas para áreas de temporal.

## **2.12 Variables reproductivas.**

### **2.12.1 Rendimiento.**

Fischer y Johnson (1984), comprobaron que la tendencia negativa de asociación de hojas con rendimiento de grano.

### **2.12.2 Días a floración.**

Fisher y Johnson (1984), la irradiación por planta durante la floración era el factor dominante en determinación número de granos, concluyó que la sequía desde 10 días antes de la floración hasta la maduración reduce el número de granos en un 33 % y el tamaño del grano 20 %.

### **2.12.3 Número de ramas de la espiga.**

Fisher y Johnson (1984), reportaron que además de la influencia de acumulación de materia seca total en el período crítico, la distribución de materia seca a la mazorca en desarrollo y los factores ambientales que afectan la fertilidad de las espiguillas son importantes para determinar el rendimiento mediante el control del número de espiguillas en los genotipos en estudio.

### **2.13 Análisis de correlación canónica.**

El análisis de correlación canónica involucra la partición de una colección de variables en dos juegos o grupos, un grupo  $x$  y un grupo  $y$ . Entonces, el objetivo es encontrar combinaciones lineales  $n = a'x$  y  $o = b'y$  de tal manera que  $n$  y  $o$  tengan la correlación más grande posible. Tales combinaciones lineales pueden dar una vista de las asociaciones entre los dos juegos de variables. Este análisis, tiene ciertas propiedades máximas similares a aquellas de los análisis de los componentes principales. Sin embargo, mientras que el análisis de componentes principales considera interrelaciones dentro de un juego de variables, el enfoque de la correlación canónica está en la relación entre dos grupos de variables. Una manera de ver el análisis de correlación canónica es como una extensión de la regresión múltiple. En el análisis de regresión múltiple las variables se fraccionan en un juego de  $x$  conteniendo  $q$  variables, y en un juego de  $y$  conteniendo  $p = 1$  variable. La solución de regresión involucra encontrar la combinación lineal  $a'x$  que está más altamente correlacionada con  $y$ .

En el análisis de correlación canónica el juego “y” contiene un valor de  $p$  mayor o igual a las variables y se buscan los vectores “a” y “b” para los cuales la correlación entre  $a'x$  y  $b'y$  obtiene el máximo valor. Si “x” se interpreta como “causando” “y”, entonces  $a'x$  puede ser llamada como el mejor predictor y  $b'y$  como el criterio más predecible”.

#### **2.14 Análisis de conglomerados.**

De acuerdo a Mardia *et al* (1979), el objetivo de este análisis es el de agrupar los datos dentro de clases homogéneas o conglomerados.

Denominemos  $x_1, \dots, x_n$  a las medidas de  $p$  variables en cada uno de los  $n$  objetos de los cuales se cree que son heterogéneos. Entonces, el objetivo del análisis de conglomerados es agrupar estos dentro de clases homogéneas  $g$  donde  $g$  es también desconocida (pero usualmente se asume que es mucho más pequeña que  $n$ ).

Un grupo es homogéneo, si los miembros son cercanos entre sí, pero los miembros de tal grupo difieren considerablemente de aquellos de otro grupo. Esto conduce a la idea de establecer una medida entre los puntos para cuantificar la noción de cercanía. Las técnicas, usualmente se aplican en más bien dos diferentes situaciones. En un caso, el propósito del análisis es puramente descriptivo. No se asume a cerca de la forma de la población y el agrupamiento es simplemente un a condensación útil de los datos. En otros casos, hay un modelo donde cada observación en la muestra puede surgir de cualquiera de un pequeño número de diferentes distribuciones. El término de conglomerado es sinónimo de taxonomía numérica y clasificación. Otros términos empleados son: análisis tipo Q, tipología, reconocimiento de modelo, etc.

Gómez *et al* (2000), llevaron a cabo un estudio de correlación canónica y de conglomerados en los híbridos de maíz generados en el programa de mejoramiento de la FAUAN para determinar la influencia de los caracteres vegetativos con las reproductivos e identificar la similitud agronómica entre los híbridos de ese programa así como de los testigos. Estos autores encontraron similitudes entre híbridos generados en varias Instituciones como los híbridos de U de G; híbridos de INIFAP con un comercial AS 31 que posiblemente emplean metodologías o materiales similares, así como híbridos de una misma empresa: Cargill 909 con 923; UAN

con materiales de CIMMyT. Los caracteres vegetativos altura de planta y mazorca y número de hojas correlacionaron significativamente con el rendimiento y número de mazorcas con una  $Pr > F$  de 0.0001 en el valor de correlación canónica de 0.67.

Betancourt *et al* (2001), reportaron las características agronómicas que determinan la producción de lote fresco en híbridos de maíz utilizando en su estudio materiales comerciales. El análisis de correlación canónica mostró correlaciones en días a floración (0.92), altura de planta con 0.61 y altura de mazorca con 0.45 para la variable vegetativa; mientras que para la reproductiva días a corte de elote 0.96, peso fresco de forraje con elote 0.24 y cobertura de mazorca 0.26. El análisis de correlación canónica mostró en estos dos grupos una correlación de 0.94 para una  $Pr > F$  de 0.0001. Se concluyó que los genotipos más sobresalientes en el número de plantas con elotes grandes fueron M-621 (MIPSENAY), NS-9614 (NOVASEM) y el criollo regional.

Gómez, *et al* (1999), utilizaron el análisis de conglomerados para caracterizar 73 cruza de colectas de chile cora con base en el valor obtenido en el análisis de componentes principales y agrupar los materiales en base en la técnica mencionada. Con la primera técnica seleccionaron cuatro variables que cubrían el 80 % de la variación presente en los datos: peso de fruto (0.40), número de hojas sexta semana (0.36), peso seco de vástago (0.39) y peso fresco de vástago (0.30). Con el análisis de conglomerados se agruparon los materiales de acuerdo a la cercanía en base al cálculo de la distancia entre ellos, la técnica permite agrupar los materiales genéticos similares y seleccionar los distantes para disminuir la vulnerabilidad genética.

Gómez *et al* (1999), estudiaron 25 materiales de maíz de diverso origen y estructura: cruza dobles, triples y variedades para determinar el grado de asociación entre caracteres vegetativos y reproductivos mediante el análisis de correlación canónica y de conglomerados. Estos autores encontraron que el ancho de hoja (que representa área foliar) contribuyo al 85 % de la variabilidad presente para caracteres vegetativos; mientras que días a floración y número de espiguillas contribuyeron con 79 % y 71 % de la variabilidad en los caracteres reproductivos, concluyendo que el área foliar tiene una relación con días a floración y número de espiguillas. La correlación entre grupos fue de 0.77. El análisis de conglomerados indicó que los

materiales más cercanos fueron AN-447 y C-343, y los más lejanos el Opaco 2 y una cruz de la FAUAN.

## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 MATERIALES

##### 3.1.1 Localización del sitio experimental.

El presente trabajo de investigación se realizó en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agricultura dependiente de la Universidad Autónoma de Nayarit, la cual esta ubicada en el municipio de Xalisco en el km 9 de la carretera Tepic Compostela. Geográficamente esta ubicada en las coordenadas 21° 26' 00" de Latitud Norte y 104° 53' 30" al Oeste del Meridiano de Greenwich; con una altitud de 960 msnm. García, (1989).

##### 3.1.2 Material genético.

En el presente ensayo de rendimiento intervinieron 17 híbridos experimentales formados en el programa de mejoramiento de la FAUAN a partir de líneas endogámicas obtenidas del CIMMYT seleccionadas *per se* como criterio para determinar los mejores híbridos a formar; se incluyeron 8 híbridos comerciales de maíz para ser utilizados como testigos y dar un total de 25 materiales que se muestran en el Cuadro 1.

#### 3.2 METODOS

##### 3.2.1 Diseño Experimental y tamaño de la parcela.

Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con 3 repeticiones. El tamaño de la parcela fue de 2 surcos de 5 m de largo con una separación entre ellos de 0.80 m, arrojando una área de 8 m<sup>2</sup> por parcela. La distancia entre plantas fue de 27 cm.

Cuadro 1. Relación de genotipos de maíz evaluados en el ciclo de temporal. Xalisco Nayarit. 1998.

No.	Genealogía o designación	TH	Origen
1.	(C2FAW F2-1-1-B*) (CML 312 S89500 F2-2-2.2B*5)	CS	248 X 230
2.	(C2FAW F2-1-1-B*) CML 319 89 (CRI/ARG/FIM.SH P1 N PIH) 6-3-2-2-4-B-B	CS	248 X 237
3.	C2 FAW F2 1-1-1-B* RSCB GCA 54/P390 X C2 FAW F2 1-1-B ASCB GCA 54/P390 C2FAW F12-3-3-1 B	CT	248 X 277
4.	C2 FAW F25 1-1-1-B RSCB GCA 54/P390 X CRL 312 5 89500 F2-2-1-1 B* 5	CT	257 X 230
5.	C2 FAW F25 1-1-1-B RSCB GCA 54/P390 X CML 31238500 F2-2-2-1-1 B* 5	CT	257 X 248
6.	RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F25 1-2-1-B X CML 313 P 50160 F6-3-3-2-1-1-B* 4	CT	258 X 230
7.	RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F25 1-2-1-B X RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F68-1-1-1* B	CD	258 X 265
8.	CARGILL 343 (T10 X T22) x SWAN 6027	CT	263 X 230
9.	RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F6 8-1-1-1* B X RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F25 -1-1-1-B*	CD	265 X 257
10.	F28-4-2-1*B X RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F25-1-1-1*B	CT	285 x257
11.	RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F58-1-1*B X RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F28 1-2-1*B	CD	292 X 284
12.	U D G - 600	HV	U D E G 96
13.	U D G - 601	HV	U D E G 96
14.	U D G - 602	HV	U D E G 96
15.	A N - 447 (Antonio Narro)	CT	A N 96
16.	COMPUESTO H. C.	VPL	FAUAN 97
17.	CARGILL AMARILLO	CT	CARGILL 97
18.	OPACO X 2401	HV	U D G 96
19.	CML 255 X CML-311	CS	9 X 10
20.	CL 02134 P21 C5 HC 163 X CML 271	CS	12 X 2
21.	(C2 FAW F 25-1-1-1-B) X CML 9	CS	44 X 2
22.	(C2 FAW F 25-1-2-1-B) X CML 9	CS	45 X 2
23.	CL 02134 P21 C5 HC 163 X CML 271	CS	12 X 10
24.	CARGILL-520 (TESTIGO)	CT	CARGILL 98
25.	CARGILL-983 (TESTIGO)	CT	CARGILL 98

TH: Tipo de híbrido. VPL: Variedad de polinización libre

\* Significa una mezcla mecánica de la semilla una vez identificada la línea, la letra B bulk en inglés significa mezcla masiva de la semilla.

### **3.2.2 Desarrollo del experimento**

#### **3.2.2.1 Preparación del terreno.**

Esta se realizó mediante un barbecho o aradura a una profundidad aproximada de 30 cm y dos pasos de rastra, para posteriormente realizar el surcado.

#### **3.2.2.2 Siembra.**

Se realizó en forma manual el 18 de Julio de 1998 bajo condiciones de temporal o secano término que se utiliza en algunos países latinoamericanos.

#### **3.2.2.3 Fertilización.**

Se utilizó la formula 140 - 60 - 40, aplicando la mitad del Nitrógeno y todo el Fósforo y el potasio a la siembra y el resto a la escarda. Las fuentes empleadas fueron la Urea (46 %), el DAP (18-46-00) y el Cloruro de Potasio.

#### **3.2.2.4 Control de plagas.**

Al momento de la siembra se aplicaron 7 kg de Counter (Terbufós) 5% con la finalidad de controlar las plagas presentes en el suelo, tales como gallina ciega (*Phyllophaga, sp.*), Colaspis y Diabrotica (*Diabrotica sp.*).

#### **3.2.2.5 Control de malezas.**

Para contrarrestar la presencia de malas hierbas se aplicó la mezcla de 1.5 litros de Prowl (Pendimetalín)+ 1.5 litros de Bladex / ha en pre emergencia.

#### **3.2.2.6 Cosecha.**

Se realizó el 26 de noviembre 1998 en forma manual.

### **3.2.3 Variables vegetativas evaluadas.**

Para contabilizar estas variables, se midieron 10 plantas tomadas al azar, en cada una de las unidades experimentales, se etiquetaron las plantas para llevar un registro individual de todas las variables, en todos los casos de las variables estudiadas se utilizaron las mismas plantas.

#### **3.2.3.1 Altura de planta.**

Se midió desde la superficie del terreno a la base de las espigas. Se tomaron lecturas hasta antes de la etapa de floración, expresando los resultados en cm.

#### **3.2.3.2 Longitud de hoja.**

Se midieron 10 plantas de cada tratamiento en la parcela útil (hojas centrales). Desde el inicio de la lígula hasta el ápice de la hoja, expresando los resultados en cm.

#### **3.2.3.3 Ancho de hoja.**

Se tomaron 10 plantas de cada tratamiento en la parcela útil para determinar esta característica, se midió la parte más ancha de las hojas centrales, expresando los resultados en cm.

#### **3.2.3.4 Número de hojas.**

Se contaron las hojas desde la primera fase de desarrollo hasta terminar la fase vegetativa de cada tratamiento. Para determinar esta característica se siguieron analizando las mismas 10 plantas por parcela.

### **3.3 Variables reproductivas evaluadas.**

#### **3.3.1 Rendimiento de grano.**

Rendimiento de grano ajustado al 14 % de humedad y transformados a ton/ha.

#### **3.3.2 Días a floración.**

Número de días en alcanzar la floración masculina (antesis) en el 50 % de las plantas de cada parcela.

### **3.3.3 Número de espiguillas.**

Número de espigas obtenidas por parcela, en 10 plantas muestreadas al azar.

### **3.3.4 Longitud de la espiguilla central. (donde termina la espiga principal)**

Valores obtenidos de las 10 plantas muestreadas por parcela, expresando los resultados en cm.

### **3.3.5 Análisis estadístico.**

Se realizó un análisis de varianza, la prueba de comparaciones múltiples mediante el método de Tukey (5 %), un análisis de correlación simple, otro de correlación canónica y finalmente uno de conglomerados entre las variables estudiadas. Dichos análisis se realizaron con el paquete computacional S.A.S. (Statistical Analysis System).

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSION

#### 4.1 Análisis de varianza para caracteres agronómicos de los genotipos.

En el Cuadro 2 se muestran las conclusiones del Análisis de Varianza aplicado a los caracteres agronómicos evaluados en los híbridos probados, donde se puede observar que todas las variables reproductivas incluyendo el rendimiento de grano presentaron diferencias significativas. Para el caso de las vegetativas; solamente la altura de planta y el número de hojas mostraron diferencias, lo que indica que los híbridos evaluados mostraron diferencias para las características mencionadas. Además, se observan los coeficientes de variación para cada una de las variables estudiadas, que mostraron valores aceptables en un rango de 3 a 22 % que reflejan un valor considerado como bueno para las evaluaciones realizadas bajo condiciones de temporal.

Cuadro 2. Resultados del análisis de varianza aplicado a las variables agronómicas reproductivas y vegetativas. Xalisco Nayarit. 1998 T.

Variables reproductivas	Pr>F	C. V. (%)
1. Rendimiento de grano	0.0001*	15.93
2. Días a floración masculina	0.0001*	3.36
3. Número de espiguillas	0.0001*	22.22
4. Longitud de espiguilla central	0.0002*	11.69
<b>Variables vegetativas</b>		
5. Altura de planta	0.0001*	8.15
6. Número de hojas	0.0001*	8.58
7. Longitud de hoja	0.1498 <sup>NS</sup>	8.64
8. Ancho de hoja	0.3130 <sup>NS</sup>	20.01

\* Cuando la Pr>F es menor de 0.05 existen diferencias significativas.

<sup>NS</sup> Nó significativa

## **4.2 Prueba de Tukey para las medias de las variables reproductivas en los genotipos.**

### **4.2.1 Rendimiento de grano.**

Para este carácter, se detectaron cuatro grupos de igual valor estadístico, sobresaliendo en el primero los materiales de cruza simple formados en la FAUAN (4, 9, 3 y 19), junto con los testigos CARGILL, U. de G. 600 y el maíz opaco X-2401. Puede notarse que el AN-447, proviene de la Universidad Antonio Narro, mostró poca adaptación y rendimiento bajo debido a que su germoplasma es más favorecido en condiciones del trópico seco con irrigación (Cuadro 3).

### **4.2.2 Días a floración masculina.**

Para este carácter, se detectaron tres grupos con valores iguales estadísticamente y un rango de variación de 10 días de 57 para el material más precoz y de 68 para el más tardío; es importante mencionar que los materiales más sobresalientes en rendimiento mostraron periodos de floración más largos como fueron los materiales 4, 19, 9 y 17 que ocuparon los primeros lugares en rendimiento y también quedaron dentro del grupo estadísticamente superior (Cuadro 4). Lo anterior, usualmente ocurre cuando no existen limitaciones de humedad y los genotipos expresan al máximo su productividad (Watson, 1956; Fisher y Johnson, 1984).

De acuerdo a los resultados del cuadro 2, se probó la hipótesis nula de igualdad de medias, aceptándose la alterna que establece diferencias entre las medias de cada variable, no se transformaron las variables dado que no se llevó a cabo la prueba de normalidad, sin embargo puede observarse que los coeficientes de variación mostraron valores bajos o deseables en el análisis.

CUCURBA

Cuadro 3. Resultados de la prueba de medias por el método de Tukey (5 %) para la variable rendimiento de grano (ton/ha). Xalisco Nayarit 1998 T.

No.	Genotipos	Medias	Grupos
4	<i>C2 FAW F25 1-1-1-B RSCB GCA 54/P390 X CML 312 S 89500 F2-2-1-1 B* 5</i>	10.27	A
9.	<i>RSCB GCA 54 P390 C2 FAW F6 8-1-1-1* B X RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F25 - 1-1-1-B*</i>	9.33	a b
3.	<i>C2 FAW F2 1-1-B* RSCB GCA 54/P390 X C2 FAW F2 1-1-B ASCB GCA 54/P390 C2FAW F12-3-3-1 B</i>	9.06	a b
25.	<i>CARGILL-983 (TESTIGO)</i>	8.58	a b c
21.	<i>(C2 FAW F 25-1-1-1-B) X CML 9</i>	8.50	a b c
1.	<i>(C2FAW F2-1-1-B*)(CML 312 S89500 F2-2-2.2B*5)</i>	8.30	a b c d
19.	<i>CML 255 X CML-311</i>	8.50	a b c d
17.	<i>CARGILL AMARILLO</i>	7.86	a b c d
18.	<i>OPACO X 2401</i>	7.64	a b c d
11.	<i>RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F58-1-1*B X RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F28 1-2-1*B</i>	7.64	a b c d
6.	<i>RSCB GCA 54 P390 C2 FAW F25 1-2-1-B X CML 313 P 50160 F6-3-3-2-1-1-B* 4</i>	7.51	a b c d
12.	<i>U D G - 600</i>	7.50	a b c d
24.	<i>CARGILL-520 (TESTIGO)</i>	7.30	a b c d
16.	<i>COMPUESTO H.C.</i>	7.11	a b c d
2.	<i>(C2FAW F2-1-1-B*) CML 319 89 (CRI/ARG/FIM.SH PI N PH) 6-3-2-2-4-B-B</i>	6.80	a b c d
20.	<i>CL 02134 P21 C5 HC 163 X CML 271</i>	6.50	b c d
13.	<i>U D G - 601</i>	6.49	b c d
5.	<i>C2 FAW F25 1-1-1-B RSCB GCA 54/P390 X CML 31238500 F2-2-2-1-1 B* 5</i>	6.48	b c d
23.	<i>CL 02134 P21 C5 HC 163 X CML 271</i>	6.2750	b c d
10.	<i>F28-1-2-1*B X RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F25-1-1-1*B</i>	6.22	b c d
22.	<i>C2 FAW F 25-1-2-1-B X CML 9</i>	6.06	b c d
8.	<i>CARGILL 343</i>	5.86	b c d
14.	<i>U D G - 602</i>	5.81	b c d
15.	<i>A N - 447</i>	5.31	C d
7.	<i>RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F25 -B X RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F68-1-1-1* B</i>	4.66	D

Cuadro 4. Resultados de la prueba de medias por el método de Tukey (5 %) para la variable días a floración masculina. Xalisco Nayarit 1998 T.

No.	Genotipos	Medias	Grupos
4.	<i>C2 FAW F25 1-1-1-B RSCB GCA 54/P390 X CML 312 5 89500 F2-2-1-1 B* 5</i>	68	a
19.	<i>CML 255 X CML-311</i>	66	a
20.	<i>CL 02134 P21 C5 HC 163 X CML 271</i>	66	a
9.	<i>RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F6 8-1-1-1* B X RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F25 -1-1-1-B*</i>	66	a
23.	<i>CL 02134 P21 C5 HC 163 X CML 271</i>	66	a
10.	<i>F28-4-2-1*B X RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F25-1-1-1*B</i>	66	a
17.	<i>CARGILL AMARILLO</i>	65	a
6.	<i>RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F25 1-2-1-B X CML 313 P 50160 F6-3-3-2-1-1-B* 4</i>	65	a
2.	<i>(C2FAW F2-1-1-B*) CML 319 89 (CRI/ARG/FIM.SH PI N PH) 6-3-2-2-4-B-B</i>	65	a
8.	<i>CARGILL 343</i>	65	a b
5.	<i>C2 FAW F25 1-1-1-B RSCB GCA 54/P390 X CML 31238500 F2-2-2-1-1 B* 5</i>	65	a b
16.	<i>COMPUESTO H.C.</i>	65	a b
21.	<i>(C2 FAW F 25-1-1-1-B) X CML 9</i>	64	a b
7.	<i>RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F25 1-2-1-B X RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F68-1-1-1* B</i>	64	a b
1.	<i>(C2FAW F2-1-1-B*)(CML 312 S89500 F2-2-2.2B*5)</i>	64	a b
13.	<i>U D G - 601</i>	64	a b
12.	<i>U D G - 600</i>	64	a b
22.	<i>C2 FAW F 25-1-2-1-B X CML 9</i>	63	a b c
11.	<i>RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F58-1-1*B X RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F28 1-2-1*B</i>	63	a b c
18.	<i>OPACO X 2401</i>	63	a b c
3.	<i>C2 FAW F2 1-1-B* RSCB GCA 54/P390 X C2 FAW F2 1-1-B ASCB GCA 54/P390 C2FAW F12-3-3-1 B</i>	63	a b c
15.	<i>A N - 447</i>	62	a b c
14.	<i>U D G - 602</i>	62	a b c
25.	<i>CARGILL-983 (TESTIGO)</i>	58	b c
24.	<i>CARGILL-520 (TESTIGO)</i>	57	c

#### **4.2.3 Número de espiguillas.**

Los resultados de la prueba de medias de Tukey para número de espiguillas mostraron solo dos grupos con tratamientos estadísticamente iguales; es interesante notar que los materiales 19, 9 y 3 confirman su valor para rendimiento, un periodo de días a floración más largo y alto número de espiguillas con relación al resto de los materiales (Cuadro 5). Resultados que están en concordancia con los mencionados por Fisher y Johnson<sup>l</sup> (1984).

#### **4.2.4 Longitud de espiguilla central.**

En el Cuadro 6 se muestran los resultados para esta variable, notándose al tratamiento 4 como el que mostró mayor longitud de la espiguilla principal; esta cruza tuvo también el rendimiento más alto y el número más alto en días a floración masculina.

### **4.3 Prueba de Tukey para las medias de las variables vegetativas.**

#### **4.3.1 Altura de planta.**

La mayor parte del material mostró una altura semejante, por lo que solo se observan dos grupos estadísticos, mostrando los tratamientos 9, 3 y 4 una altura deseable, dado que estos híbridos fueron sobresalientes para el carácter rendimiento de grano, sin embargo, otros híbridos que rindieron aceptablemente mostraron porte bajo, como fue el caso de los tratamientos 14, 17 y 15. En general, y con algunas excepciones los híbridos con alturas mayores mostraron rendimientos más altos (Cuadro 7).

#### **4.3.2 Número de hojas.**

Los mejores tratamientos para esta variable fueron el 9, 3 y 19 que incidentalmente muestran los más altos rendimientos (Cuadro 8), el número de hojas estuvo asociado con el área foliar y este con el rendimiento, como lo señalan varios autores entre otros Marquez (1985) y Fisher y Johnson (1984).

Cuadro 5. Resultados de la prueba de medias por el método de Tukey (5 %) para la variable número de espiguillas. Xalisco Nayarit 1998 T.

No.	Genotipos	Medias	Grupos
19.	<i>CML 255 X CML-311</i>	23	A
20.	<i>CL 02134 P21 C5 HC 163 X CML 271</i>	19	A B
9.	<i>RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F6 8-1-1-1* B X RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F25 -1-1-1-B*</i>	18	a b
22.	<i>C2 FAW F 25-1-2-1-B X CML 9</i>	18	a b
21.	<i>(C2 FAW F 25-1-1-1-B) X CML 9</i>	18	a b
3.	<i>C2 FAW F2 1-1-B* RSCB GCA 54/P390 X C2 FAW F2 1-1-B .RSCB GCA 54/P390 C2FAW F12-3-3-1 B</i>	17	a b
23.	<i>CL 02134 P21 C5 HC 163 X CML 271</i>	17	a b
17.	<i>CARGILL AMARILLO</i>	16	a b
2.	<i>(C2FAW F2-1-1-B*) CML 319 89 (CRI/ARG/FIM.SH P1 N PH) 6-3-2-2-4-B-B</i>	15	a b
25.	<i>CARGILL-983 (TESTIGO)</i>	15	a b
5.	<i>C2 FAW F25 1-1-1-B RSCB GCA 54/P390 X CML 31238500 F2-2-2-1-1 B* 5</i>	15	a b
6.	<i>RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F25 1-2-1-B X CML 313 P 50160 F6-3-3-2-1-1-B* 4</i>	15	a b
7.	<i>RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F25 1-2-1-B X RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F68-1-1-1* B</i>	14	a b
1.	<i>(C2FAW F2-1-1-B*)(CML 312 S89500 F2-2-2.2B*5)</i>	13	a b
12.	<i>UDG - 600</i>	13	a b
4.	<i>C2 FAW F25 1-1-1-B RSCB GCA 54/P390 X CML 312 5 89500 F2-2-1-1 B* 5</i>	13	B
10.	<i>F28-1-2-1*B X RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F25-1-1-1*B</i>	12	B
8.	<i>CARGILL 343</i>	12	B
18.	<i>OPACO X 2401</i>	11	B
16.	<i>COMPUESTO H.C.</i>	11	B
11.	<i>RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F58-1-1*B X RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F28 1-2-1*B</i>	11	B
24.	<i>CARGILL-520 (TESTIGO)</i>	10	B
13.	<i>UDG - 601</i>	10	B
14.	<i>UDG - 602</i>	9	B
15.	<i>AN - 447</i>	9	B

Cuadro 6. Resultados de la prueba de medias por el método de Tukey (5 %) para la variable longitud de espiguilla central (cm). Xalisco Nayarit 1998 T.

No.	GENOTIPOS	Medias	Grupos
4.	<i>C2 FAW F25 1-1-1-B RSCB GCA 54/P390 X CML 312 5 89500 F2-2-1-1 B* 5</i>	33.2	A
18.	<i>OPACO X 2401</i>	31.6	a b
15.	<i>AN - 447</i>	31.2	a b
6.	<i>RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F25 1-2-1-B X CML 313 P 50160 F6-3-3-2-1-1-B* 4</i>	30.7	a b
8.	<i>CARGILL 343</i>	30.3	a b
11.	<i>RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F58-1-1*B X RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F28 1-2-1*B</i>	29.1	a b
7.	<i>RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F25 1-2-1-B X RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F68-1-1-1* B</i>	28.7	a b
1.	<i>(C2FAW F2-1-1-B*)(CML 312 S89500 F2-2-2.2B*5)</i>	28.3	a b
2.	<i>(C2FAW F2-1-1-B*) CML 319 89 (CRJ/ARG/FIM.SH P1 N PH) 6-3-2-2-4-B-B</i>	28.3	a b
12.	<i>UDG - 600</i>	28.2	a b
16.	<i>COMPUESTO H.C.</i>	27.5	a b
14.	<i>UDG - 602</i>	27.5	a b
13.	<i>UDG - 601</i>	27.3	a b
9.	<i>RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F6 8-1-1-1* B X RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F25 -1-1-1-B*</i>	27.0	a b
22.	<i>C2 FAW F 25-1-2-1-B X CML 9</i>	26.9	a b
5.	<i>C2 FAW F25 1-1-1-B RSCB GCA 54/P390 X CML 31238500 F2-2-2-1-1 B* 5</i>	25.2	a b
10.	<i>F28-4-2-1*B X RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F25-1-1-1*B</i>	25.2	a b
17.	<i>CARGILL AMARILLO</i>	25.1	a b
21.	<i>(C2 FAW F 25-1-1-1-B) X CML 9</i>	24.9	a b
3.	<i>C2 FAW F2 1-1-B* RSCB GCA 54/P390 X C2 FAW F2 1-1-B ASCB GCA 54/P390 C2FAW F12-3-3-1 B</i>	24.8	a b
20.	<i>CL 02134 P21 C5 HC 163 X CML 271</i>	24.3	a b
25.	<i>CARGILL-983 (TESTIGO)</i>	24.0	a b
23.	<i>CL 02134 P21 C5 HC 163 X CML 271</i>	23.2	a b
19.	<i>CML 255 X CML-311</i>	22.4	b
24.	<i>CARGILL-520 (TESTIGO)</i>	21.8	B

Cuadro 7. Resultados de la prueba de medias por el método de Tukey (5 %) para la variable altura de planta (m).  
Xalisco Nayarit 1998 T.

No.	Genotipos	Medias	grupos
10.	<i>F28-4-2-1*B X RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F25-1-1-1*B</i>	1.75	a
3.	<i>C2 FAW F2 1-1-B* RSCB GCA 54/P390 X C2 FAW F2 1-1-B ASCB GCA 54/P390 C2FAW F12-3-3-1 B</i>	1.72	a
9.	<i>RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F6 8-1-1-1*B X RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F25 -1-1-1-B*</i>	1.68	a
14.	<i>U D G - 602</i>	1.66	a
7.	<i>RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F25 1-2-1-B X RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F68-1-1-1*B</i>	1.66	a
15.	<i>A N - 447</i>	1.65	a
4.	<i>C2 FAW F25 1-1-1-B RSCB GCA 54/P390 X CRL 312 5 89500 F2-2-1-1 B* 5</i>	1.63	a
19.	<i>CML 255 X CML-311</i>	1.63	a
25.	<i>CARGILL-983 (TESTIGO)</i>	1.62	a
2.	<i>(C2FAW F2-1-1-B*) CML 319 89 (CRI/ARG/FIM.SH P1 N PH) 6-3-2-2-4-B-B</i>	1.61	a
18.	<i>OPACO X 2401</i>	1.60	a
11.	<i>RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F58-1-1*B X RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F28 1-2-1*B</i>	1.59	a
1.	<i>(C2FAW F2-1-1-B*)(CML 312 S89500 F2-2-2.2B*5)</i>	1.56	a
21.	<i>(C2 FAW F 25-1-1-1-B) X CML 9</i>	1.55	a
13.	<i>U D G - 601</i>	1.54	a
12.	<i>U D G - 600</i>	1.52	a
16.	<i>COMPUESTO H.C.</i>	1.51	a
22.	<i>C2 FAW F 25-1-2-1-B X CML 9</i>	1.50	a
5.	<i>C2 FAW F25 1-1-1-B RSCB GCA 54/P390 X CML 31238500 F2-2-2-1-1 B* 5</i>	1.49	a
17.	<i>CARGILL AMARILLO</i>	1.46	a
24.	<i>CARGILL-520 (TESTIGO)</i>	1.46	a
6.	<i>RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F25 1-2-1-B X CML 313 P 50160 F6-3-3-2-1-1-B* 4</i>	1.46	a
20.	<i>CL 02134 P21 C5 HC 163 X CML 271</i>	1.45	a
23.	<i>CL 02134 P21 C5 HC 163 X CML 271</i>	1.37	a b
8.	<i>CARGILL 343</i>	1.02	b

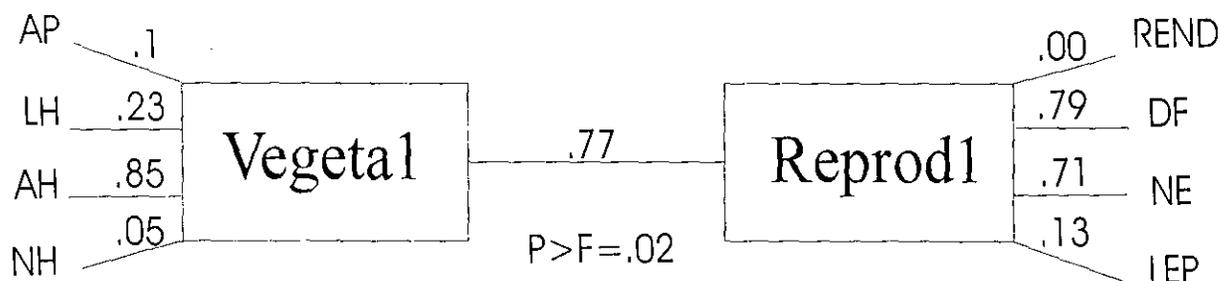
Cuadro 8. Resultados de la prueba de medias por el método de Tukey (5 %) para la variable número de hojas de la totalidad de la planta. Xalisco Nayarit 1998 T.

No.	Genotipos	Medias	Grupos
9.	RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F6 8-1-1-1* B X RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F25 -1-1-1-B*	10	A
3.	C2 FAW F2 1-1-B* RSCB GCA 54/P390 X C2 FAW F2 1-1-B ASCB GCA 54/P390 C2FAW F12-3-3-1 B	9	A
19.	CML 255 X CML-311	9	A
7.	RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F25 1-2-1-B X RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F68-1-1-1* B	9	A
5.	C2 FAW F25 1-1-1-B RSCB GCA 54/P390 X CML 31238500 F2-2-2-1-1 B* 5	9	A
2.	(C2FAW F2-1-1-B*) CML 319 89 (CRI/ARG/FIM.SH P1 N PH) 6-3-2-2-4-B-B	9	A
24.	CARGILL-520 (TESTIGO)	9	A
21.	(C2 FAW F 25-1-1-1-B) X CML 9	9	A
25.	CARGILL-983 (TESTIGO)	9	A
17.	CARGILL AMARILLO	9	A
18.	OPACO X 2401	9	A
20.	CL 02134 P21 C5 HC 163 X CML 271	9	A
10.	F28-4-2-1*B X RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F25-1-1-1*B	9	A
6.	RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F25 1-2-1-B X CML 313 P 50160 F6-3-3-2-1-1-B* 4	9	A
11.	RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F58-1-1*B X RSCB GCA 54/P390 C2 FAW F28 1-2-1*B	9	A
15.	AN - 447	8	A
14.	UDG - 602	8	A
22.	C2 FAW F 25-1-2-1-B X CML 9	8	A
23.	CL 02134 P21 C5 HC 163 X CML 271	8	A
13.	UDG - 601	8	A
4.	C2 FAW F25 1-1-1-B RSCB GCA 54/P390 X CRI. 312 5 89500 F2-2-1-1 B* 5	8	A
16.	COMPUESTO H.C.	8	A
12.	UDG - 600	8	A
1.	(C2FAW F2-1-1-B*)(CML 312 S89500 F2-2-2.2B*5)	8	A
8.	CARGILL 343	4	B

#### 4.4 Análisis de correlación canónica.

De las cuatro posibles correlaciones canónicas que se pueden establecer en esta investigación, solamente una de ellas resultó significativa, con un coeficiente de 0.77 (Figura 1).

La variable canónica vegetal representa esencialmente área foliar (AH, LH) aunque con mayor dependencia de AH (R=0.85), en cuanto a la variable canónica reprod1, ésta se configura básicamente por las variables DF (R= 0.79) y NE (R= 0.71) que son caracteres que generaron gran variabilidad entre los materiales evaluados, ésta variabilidad se genera debido a las características contrastantes del material probado que como se mencionó anteriormente se derivaron de diferentes programas de mejoramiento. Se puede señalar que el área foliar tiene una relación alta con días a floración y número de espiguillas, aspectos señalados previamente por otros autores (Marquez, 1985 y Fisher y Johnson, 1984).



AP= Altura de planta

LH= Longitud de hoja

AH= Ancho de hoja

NH= Número de hojas

DF= Días a floración

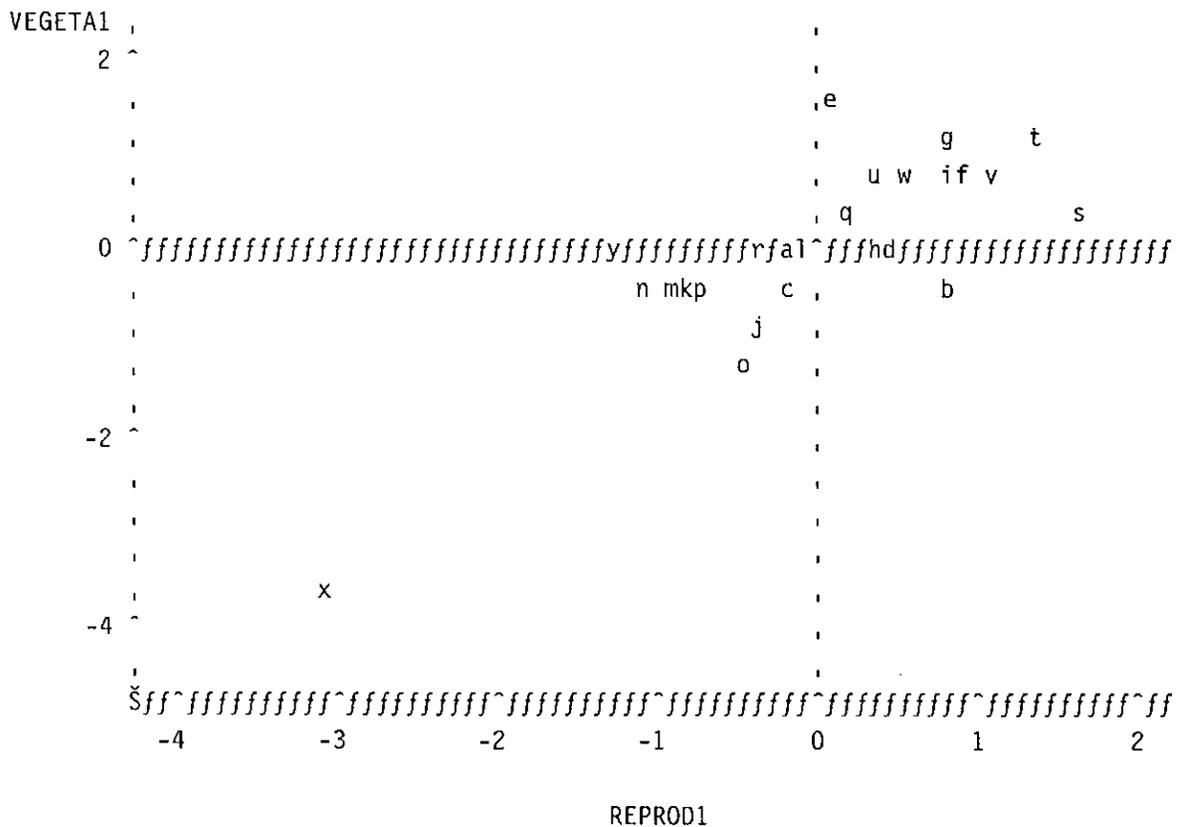
NE= Número de espiguillas

LEP= Longitud de espiguilla central

REND= Rendimiento de grano

Figura 1. Correlación canónica de vegetal con reprod1.

Conforme a la Figura 2 se tiene que los materiales de cruza simples generados por la Facultad de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit, están agrupados al centro de la figura (con excepción de x) reflejando posiblemente un manejo homogéneo del material. De los testigos Cargill, el C 520 (u) no se aleja de las cruza, en cambio, C 983 (s) presenta valor alto para reprod1, destacan los materiales UDG 601 (t) con valores altos para ambas variables y UDG 600 (e) con el valor más alto para vegetal1; ambos materiales están siendo reproducidos por productores a través del proyecto de micro empresas, auspiciado por EL Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), la Universidad Autónoma de Nayarit (U. A. N.) y la Universidad de Guadalajara (U. de G.)



CUBA  
 (10)

Figura 2. Gráfica de reprod1 \* vegetal1.



## CAPITULO V

### CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos e hipótesis planteadas en la presente investigación, se concluye lo siguiente:

1. Los caracteres vegetativos y reproductivos que mostraron mayor correlación canónica fueron: ancho de hoja y longitud de hoja (que representan el área foliar) con días a floración y número de espiguillas con un valor de correlación de 0.77 y valor de  $P > 0.02$  que resultó significativa.
2. Dentro de cada grupo, el ancho de hoja y longitud de hoja contribuyeron a generar mayor variabilidad para la componente vegetativa. Los días a floración y número de espiguillas para la variable reproductiva.
3. En el análisis de conglomerados se observó similitud cruzas de la FAUAN, y discrepancia con el testigo C-963. U de G 601 mostró valores reproductivos y vegetativos altos, el UDG 600 valores vegetativos altos. El AN 447, el C-343 y el tratamiento 23 fueron similares, misma situación ocurrió para las cruzas más sobresalientes con los testigos. La discrepancia mayor ocurrió con el maíz opaco-2 y la cruzas 24.
4. Las técnicas de análisis multivariado son útiles en la caracterización de los genotipos de maíz.
5. La asociación estrecha entre rendimiento y ancho de hoja, longitud de hoja, días a floración y número de espiguillas ( $R = 0.77$ ) permite establecerlos como índice de selección es decir un parámetro que permite utilizar éstos caracteres agronómicos como guía para lograr avances en el mejoramiento del maíz en éste caso particular para el germoplasma empleado y para la localidad de prueba.

## CAPITULO VI

### LITERATURA CITADA

Baker, D. N. and R. B. Musgrave. 1964. The effects of low level moisture stresses on the rate of apparent photosynthesis in Corn. *Crop Sci.* 4: 249-253.

Baker, D. N. and G. L. Wilson. 1981. Temperature influences on development of grain sorghum yield. *Sorghum Newls.* 24:124.

Begg, J. E. and N.C. Turner 1976. Crop Water deficit, *adv. Agron.* 28:161-217.

Blum, A. 1979. Genetic Improvement of Drought Resistance in Crop Plant: a case for sorghum. *Stress physiology in crop plants.* In Harry Mussell (ED.) John Wiley. New York.

Eik, K. and J. J. Hanway. 1964. Some factors affecting development and longevity of leaves of corn. *Agr. Jour.* 56: 7-12.

Fisher, K. S., Johnson y G. O. 1984. Mejoramiento y selección de maíz tropical para incrementar su resistencia a la sequía. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Ed. Meades. El Batán, México.

Fisher, R. A. and N.C. Turner. 1978. Plant Productivity in the Arid and Semiarid zones. *Ann. Rev. Plant. Physiol.* 29:277-317.

García, E. 1989. *Apuntes de Climatología.* Sexta edición. México, D. F.

Gómez, A. R., Pérez, G. R., Arriaga, N.R. M., y Betancourt, V. A. 2000. Caracterización de progenies de chile cora (*Capsicum annum* L) a través de componentes principales y análisis de conglomerados. En: VIII congreso de Horticultura. Vol. 7 No.1 Manzanillo, Colima. 25-30 de Abril 1999. *Notas científicas.* p.89.

Gómez, A. R., Betancourt, V. A., Ascención, J. G. y Quiñónez, D. J. 1999. Determinación de caracteres fisiotécnicos de materiales de maíz (*Zea mays* L.) mediante correlación canónica y

análisis de conglomerados. En. Tercera reunión de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Nayarit. Memoria. 29-30 de Abril de 1999 en Tepic, Nayarit. p. 109.

Gómez, A. R., Betancourt, V. A., Quiñónez, D. J., y García, L. M. 2000. Correlación de caracteres vegetativos con reproductivos y similitud entre híbridos de maíz generados por la FAUAN. En: XVIII Congreso Nacional de Fitogenética. Irapuato Guanajuato, México. 15-26 de Octubre del 2000. p. 29.

Betancourt, V. A., Gómez, A. R., García, L. M., Velasco, A. I., Gómez, O. R. A., García, C. M. C. y García, V. M. L. 2001. Caracteres agronómicos que determinan la producción de elote fresco en maíz y correlación canónica entre las variables relevantes. En: Reunión Interamericana de Ciencias Hortícolas. IX Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. Oaxtepec, Morelos. 1-5 de Octubre del 2001. p. 55.

Hanway, J. J. 1962. Corn growth and composition in relation to soil fertility: I. Growth of different plant parts and relation between leaf weight and grain yield. Agr. Jour. 54: 145-148.

Heichel, G. H. and R. B. Musgrave. 1969. Varietal differences in net photosynthesis of *Zea mays* L. crop. Sci. 9: 483-486.

Jugenheimer, R. W. 1981. El maíz. Variedades mejoradas. Métodos de cultivo y producción de semilla. Editorial Limusa, México D. F.

Madueño, M. A. 1991 Evaluación de híbridos simples experimentales de maíz (*Zea mays* L.) bajo temporal en el Sur de Nayarit. UAN PRONASOL SAG Tepic, Nayarit.

Mardia K. V., Kent J. T. and Bibby J. M. 1979. Multivariate Analysis. Second Ed. Academy Press Inc. (London). Ltd.

Márquez, S. F. 1985. Genotécnia Vegetal, Métodos, Teoría y Resultados. Primera Edición A. G. T. México, D. F.

Mendoza, O.L.E. y J. Ortiz. 1973. Estimadores e influencia del espaciamento entre surcos, la densidad de siembra y la fertilización sobre el área foliar en relación con la eficiencia en la producción de grano de dos híbridos de maíz. *Agrociencia* 11: 57-71.

Navarrete, V. A. L. 1991. Evaluación de variedades comerciales y semi comerciales de (*Zea mays* L.) bajo temporal en el Sur de Nayarit. UAN-PRONASOL SAG Tepic, Nayarit.

Núñez, R. and E. Kamprath. 1969. Relationships between N response, plant population, and row width on growth and yield of corn. *Agr. Jour.* 61: 279-282.

Reyes, C. P. 1985. Fitogenotecnia. Básica y Aplicada. A. G. EDITOR S. A. Primera edición. México D. F.

Robles, S.R. 1985. Producción de granos y forrajes. Editorial Limusa S. A. México, D. F.

Rojas, G. M. 1984. Fisiología Vegetal Aplicada. Segunda edición. Editorial. Mc Graw Hill, México D. F.

Romo, G. J. R. y Arteaga R. R. 1989. Meteorología Agrícola. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de Irrigación. Texcoco, México.

Schmidt, W. H. and W. L. Colville. 1967. Yield components of *Zea mays* L. as influenced by artificially induced shade. *Crop. Sci.* 7: 137-140.

Tanaka, A. and J. Yamaguchi. 1972. Dry matter production, yield components and grain yield of the maize plant. *Jour. Of the Faculty of Agriculture, Hokkaido University.* 571: 70-132. Sapporo, Japan.

Villalpando, I. J. F., Del Real L. I. y Ruíz C. J. A. 1991. Temperatura y Fenología. Agrícola. Agroclimatología. Guadalajara, Jalisco. México.

Watson, D. G. 1947. Comparative physiological studies on the growth of field crop. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. *Ann. Botany, N. S.* 11: 41-76.

CUICBA

- Watson, D. G. 1952. The physiological basis of variation in yield. *Advanc. Agron.* 4, 101-145.
- Watson, D. G. 1956. Leaf growth in relation to crop yield, in the growth of leaves. Butterworth, London.
- Watson, D. J., G. N. Thorne and S. A. W. French. 1963. Analysis of growth and yield of winter and spring wheats. *Ann. Botany, N. S.* 27: 1-21.