
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRONOMIA



**RENDIMIENTO DE GRANO DE HIBRIDOS DE CRUZA DOBLE Y
UNA VARIEDAD SINTETICA DE MAIZ (ZEAMAYSL.) BAJO
RIESGO, EN TEQUIXQUIAC, EDO. DE MEXICO.**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

PRESENTAN:

**HECTOR CASILLAS FRANCO
GUSTAVO LOPEZ DELGADO
JOSE BERRELLEZA ALCARAZ**

ZAPOPAN, JAL.

JUNIO 1994



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

OF182037/94
OGA81037/94
OE85037/94

COMITE DE TITULACION

SOLICITUD Y DICTAMEN

SOLICITUD

M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA.
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION.
PRESENTE.

Conforme lo indica la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara y su Reglamento, así como lo establece el Reglamento Interno de la Facultad de Agronomía, he reunido los requisitos necesarios para iniciar los trámites de Titulación, por lo cual solicito su autorización para realizar mi TESIS PROFESIONAL, con el tema:

RENDIMIENTO DE GRANO DE HIBRIDOS DE CRUZA DOBLE Y UNA VARIEDAD SINTETICA DE MAIZ (Zea mays L) BAJO RIEGO, EN TEQUIXQUIAC, EDO. DE MEXICO

ANEXO ORIGINAL Y DOS COPIAS DEL PROYECTO DEL TRABAJO DE TITULACION.

MODALIDAD: Individual () Colectiva (X).

Nombre del Solicitante	Código	Generación	Orientación o Carrera	Firma del Solicitante
HECTOR CASILLAS FRANCO	077057404	77-82	FITOTECNIA	
GUSTAVO LOPEZ DELGADO	076257507	76-81	GANADERIA	
JOSE BERRELLEZA ALCARAZ	080174659	80-85	EXT. AGRIC.	

Fecha de Solicitud: 20 de mayo de 1994

DICTAMEN

Vo. Bo. de Aprobación

M. EN C. SALVADOR MENA MUNGUIA

PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION

AUTORIZACION DE IMPRESION

M.C. MANUEL GALINDO TORRES

DIRECTOR

ING. ANTONIO ALARCON MARTINEZ

ING. JOSE MA. AYALA RAMIREZ

ASESOR

VO. BO. PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION

M. EN C. SALVADOR MENA MUNGUIA

FECHA:

Original: Solicitante. Copia: Comité de Titulación.

mam

D E D I C A T O R I A S

MI QUERIDA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA :

CUYAS AULAS PASE UNA FELIZ ETAPA DE MI VIDA.

MIS MAESTROS :

QUIENES CON VERDADERO PROFESIONALISMO ME CAPACITARON PARA
DESARROLLARME Y ALCANZAR MIS METAS.

MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS :

QUE CON ENTUSIASMO Y ALEGRIA ME HICIERON MAS AGRADABLE EL CAMINO .

MIS PADRES :

CON TODA LA GRATITUD Y ORGULLO QUE SE PUEDE TENER HACIA QUIENES HAN
SIDO MI GUIA.

MIS HERMANOS :

POR SU APOYO CONSTANTE EN LOS AÑOS DE LUCHA.

MI ESPOSA :

POR SU AMOR, CARIÑO Y COMPRESION A TODA PRUEBA.

MIS HIJOS :

POR SER LO MAS MARAVILLOSO QUE ME HA SUCEDIDO.

J O S E B E R R E L L E Z A A L C A R A Z

D E D I C A T O R I A S

A MI QUERIDA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA :

EN CUYAS AULAS PASE UNA FELIZ ETAPA DE MI VIDA.

A MIS MAESTROS :

QUIENES CON VERDADERO PROFESIONALISMO ME CAPACITARON PARA
DESARROLLARME Y ALCANZAR MIS METAS.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS :

QUE CON ENTUSIASMO Y ALEGRIA ME HICIERON MAS AGRADABLE EL CAMINO .

A MIS PADRES :

CON TODA LA GRATITUD Y ORGULLO QUE SE PUEDE TENER HACIA QUIENES HAN
SIDO MI GUIA.

A MIS HERMANOS :

POR SU APOYO CONSTANTE EN LOS AÑOS DE LUCHA.

A MI ESPOSA :

POR SU AMOR, CARIÑO Y COMPRESION A TODA PRUEBA.

A MIS HIJOS :

POR SER LO MAS MARAVILLOSO QUE ME HA SUCEDIDO.

G U S T A V O L O P E Z D E L G A D O

D E D I C A T O R I A S

MIS PADRES :

MI AGRADECIMIENTO A SU ESFUERZO POR HACERME HOMBRE UTIL A LA
CIUDAD

MIS HERMANOS :

ME SUPIERON ALENTARME Y APOYARME EN MI VIDA COMO ESTUDIANTE.

MI ESPOSA :

EN FORMA MUY ESPECIAL A MI ESPOSA ANA BERTHA POR SU APOYO Y
COMPRENSION EN MI VIDA COMO PROFESIONISTA.

DIOS :

POR SER LO QUE SOY Y A QUIEN LE DEBO TODO.

H E C T O R C A S I L L A S F R A N C O

C O N T E N I D O

	Página
INDICE DE CUADROS	V
RESUMEN	VI
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS E HIPOTESIS	4
2.1. Objetivos	4
2.2. Hipótesis	4
III. REVISION DE LITERATURA	6
3.1. Necesidad de la Experimentación Agrícola	6
3.2. Historia y Origen del Maíz	7
3.3. Origen Citogenético	9
3.4. Descripción Botánica	11
3.5. Evolución	12
3.6. Híbridos	14
3.7. Endogamia	16
3.8. Heterosis	17
3.9. Cruzas Simples	21
3.10. Cruzas Dobles	22
3.11. Variedad Sintética	24
3.12. Trabajos Realizados	25
3.13. Interacción Genotipo Medio Ambiente	27
IV. MATERIALES Y METODOS	29
4.1. Caracterización del Area de Estudios	29
4.1.1. Ubicación del Sitio Experimental	29

4.1.2.	Caracterización y Clasificación Climática	29
4.1.3.	Caracterización Edáfica	30
4.2.	Caracterización del Experimento	30
4.2.1.	Material Experimental	30
4.2.2.	Diseño y Parcela Experimental	31
4.2.3.	Manejo del Experimento	33
4.2.3.1.	Preparación del Terreno	33
4.2.3.2.	Siembra, Densidad y Epoca	33
4.2.3.3.	Fertilización	33
4.2.3.4.	Labores Culturales	34
4.2.3.5.	Riegos	34
4.2.3.6.	Plagas y Enfermedades	34
4.2.3.7.	Cosecha	34
4.2.4.	Registro de Datos	35
4.2.4.1.	Días a Floración	36
4.2.4.2.	Altura de Planta	36
4.2.4.3.	Altura de Mazorca	36
4.2.4.4.	Porcentaje de Acame	37
4.2.4.5.	Número de Plantas	37
4.2.4.6.	Número de Hijos	37
4.2.4.7.	Número de Plantas Cuatas	37
4.2.4.8.	Número de Plantas Jorras	38
4.2.4.9.	Número de Mazorcas Podridas	38
4.2.4.10.	Peso de Campo	38
4.2.4.11.	Humedad del Grano	38
4.2.4.12.	Factor de Desgrane	39

4.2.5.	Rendimiento en Tonelada	39
4.2.6.	Análisis de la Información	41
V.	RESULTADOS Y DISCUSION	42
5.1.	Características Agronómicas	42
5.2.	Rendimiento de Grano	52
VI.	CONCLUSIONES	58
VII.	BIBLIOGRAFIA	60

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Lista de materiales de maíz evaluados en Tequixquiac, Estado de México P-V. 1981	27
Cuadro 2. Análisis de varianza de las variables: floración, altura de la planta, altura de la mazorca, humedad del grano y proporción del grano en la mazorca. Rendimiento y adaptación de híbridos de cruza doble y una variedad sintética. Maíz P-V. 1981	37
Cuadro 3. Prueba de medias (Tukey 0.05) para la variable altura de planta (cm). Rendimiento y adaptación de híbridos de cruza doble y una variedad sintética. Maíz. P-V. 1981	39
Cuadro 4. Prueba de medias (Tukey 0.05) para la variable altura de mazorca (cm). Rendimiento y adaptación de híbridos de cruza doble y una variedad sintética. Maíz P-V. 1981	40
Cuadro 5. Prueba de medias (Tukey 0.05) para la variable % de grano. Rendimiento y adaptación de híbridos de cruza doble y una variedad sintética Maíz. P-V. 1981	42
Cuadro 6. Valores medios por genotipo de características agronómicas. Rendimiento y adaptación de híbridos de cruza doble y una variedad sintética Maíz p-v. 1981	44
Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable y rendimiento en kg/ha. Rendimiento y adaptación de híbridos de cruza doble y una variedad sintética. Maíz P-V. 1981	46
Cuadro 8. Rendimiento de grano en kg/ha, por ciento relativo al testigo y la prueba de Tukey (0.05). Rendimiento y adaptación de híbridos de cruza doble y una variedad sintética. Maíz P-V. 1981	47

RESUMEN

El cultivo de maíz es relevante en el país, siendo el estado de México uno de los más importantes productores con 554 mil ha. y un rendimiento medio de 3.6 ton/ha. La evaluación de nuevas variedades es uno de los medios para incrementar la producción y el uso de variedades mejoradas, se ha constituido en la tecnología más fácil de adoptar por los productores; por tal motivo el presente trabajo trató de contribuir con una etapa de la selección y evaluación de genotipos, en particular en el municipio de Tequixquiac, Estado de México. Se evaluaron bajo riego 17 materiales: 15 híbridos de cruzada doble, experimentales y comerciales, además de una variedad sintética (VS) por la importancia económica que representa su uso, y el criollo regional "chalqueño"; la VS y tres de los híbridos comerciales provenían de áreas específicas para temporal. Las parcelas experimentales de dos surcos con 10 matas cada uno y dos plantas por mata a 42 y 85 cm. entre mata y surco, se distribuyeron en campo bajo diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Se dió un manejo al cultivo siguiendo las recomendaciones del Campo Experimental del Area (CAEVAMEX). Se tomaron características agronómicas de la planta y la variable rendimiento de grano por hectárea. Los resultados indican que se presentaron diferencias estadísticas para las variables evaluadas. Se detectó que principalmente la altura de la planta y mazorca, la proporción de grano en la mazorca y el

cuateo fueron los caracteres más relacionados con rendimiento, por lo que pueden utilizarse como criterio de selección. La mejor variedad fué el H-127 pues además de ser de las más productivas (10.9 ton/ha) presentó menor riesgo de acame y cosecha accesible por su altura de mazorca. Ninguna de las variedades experimentales, ni de las propias para temporal (entre las que se incluye la VS-22) superaron en producción a los mejores híbridos de cruza doble para riego; sin embargo entre ellos hay características agronómicas favorables: menor riesgo al acame, mazorca similar al criollo y menor costo de semilla (VS), las cuales deben tomarse en cuenta por conveniencia técnica y socioeconómica. El criollo tipo chalqueño rindió 9.4 ton/ha y actualmente mantiene su preferencia de consumo y producción, por lo que deben continuar evaluándose los materiales que compitan con este, para incrementar los rendimientos de maíz en la región.

INTRODUCCION

El maíz es una de las especies más conocidas y cultivadas desde la antigüedad, actualmente su producción global sobrepasa los 400 millones de toneladas, superado sólo por el trigo y el arroz, con casi 500 y un poco más de 400 millones de toneladas respectivamente (Forston, 1986).

El ritmo de crecimiento de la población mundial ha propiciado como consecuencia una demanda cada vez mayor de alimentos; en contraste, la producción de alimentos no tiene proporción a la demanda. En lo que respecta al cultivo de maíz en México se encuentra inmerso en esta situación, ya que en los años sesenta se colocó entre los países exportadores del grano y perdió su posición en la década de los setentas, por lo que hoy requiere de las importaciones para satisfacer las necesidades internas del grano.

El maíz es el cultivo más importante en la agricultura de México, está presente en la mesa de los mexicanos en todas las épocas del año, en todas las regiones del país y en formas tan diversas como amplias son las necesidades y costumbres de la población, y quizá por encontrarlo tan integrado a la vida cotidiana, sea difícil apreciar la importancia social y económica que representa para el país.

En México más de la tercera parte de la tierra que se siembra se destina a éste cereal, en 1984 se sembraron 20 millones de hectáreas de las cuales 8 fueron de maíz, especialmente en los estados de Jalisco, México, Chiapas, Veracruz, Puebla y Michoacán. Uno de los más importantes productores de esta gramínea es el estado de México, donde se siembran 664,000 hectáreas con una producción de 2'396,944 toneladas y un rendimiento promedio de 3.6 toneladas por hectárea (SEDAGRO, 1991). Por tal razón se tiene especial interés en generar tecnología y materiales adecuados para los diferentes agrosistemas del estado, a través del uso de nuevas prácticas de cultivo y del mejoramiento de las características agronómicas de la planta, entre otros, a fin de elevar el rendimiento por unidad de superficie.

Dentro de estos procesos, la evaluación de nuevas variedades debe llevarse a cabo en forma continua y relacionarla con variedades de uso común por los agricultores, para conocer sus comportamientos, adaptación y en forma general los aspectos más relevantes que las caractericen a cada una de ellas.

El presente trabajo es una etapa de este proceso; se evalúan en Tequixquiac, Estado de México, híbridos experimentales de cruza doble y una variedad sintética para

II. OBJETIVOS E HIPOTESIS

2.1. Objetivos

2.1.1. Evaluar bajo condiciones de riego el rendimiento de grano y características agronómicas de variedades comerciales híbridos experimentales de cruza doble, una variedad sintética y el criollo local.

2.1.2. Determinar bajo condiciones de riego la capacidad productiva de los genotipos adaptados a condiciones de temporal.

2.1.3. Seleccionar genotipos que superen en producción y/o características deseables a las variedades comerciales recomendadas en la región y en consecuencia complementar la información de apoyo para recomendar una nueva variedad de maíz para el Valle de México.

2.2. Hipótesis

2.2.1. Bajo condiciones de riego los híbridos de cruza doble producen igual que una variedad sintética.

2.2.2. Bajo condiciones de riego los genotipos propios para temporal, no superan los rendimientos obtenidos por los híbridos propios para riego.

2.2.3. Al menos uno de los genotipos evaluados supera en rendimiento y/o características agronómicas deseables a las variedades comerciales en la región.



III. REVISION DE LITERATURA

3.1. Necesidad de la experimentación agrícola.

Bobadilla (1956) indica que es necesaria la experimentación para conocer el comportamiento de variedades de maíz; se sabe que la baja producción de maíz por unidad de superficie, se debe a varios factores, siendo uno de los principales, el poco uso de fertilizantes y/o de variedades mejoradas para la gran diversidad de condiciones ecológicas que existen en las diferentes regiones donde se realiza éste cultivo.

La experimentación agrícola es indispensable, como medio de aquilatar las ventajas de un sistema o tratamiento nuevo en una región, antes de recomendarlo a los agricultores o de emprenderlo como norma ordinaria en los cultivos, y esto, tanto desde el punto de vista de evitar fracasos inmediatos y pérdidas de tiempo y dinero, como desde el punto de vista más importante, de no comprometer el crédito de la técnica agronómica y de los técnicos mismos ante los campesinos, que han de ser en definitiva, quienes desarrollen el progreso agrícola de cada región y de cada país (ENA, 1975). Los resultados de diversos experimentos llevados a cabo en la región del Valle de Puebla, en México, a través de un programa en el que participan la Secretaría de Agricultura, el CIMMYT y

el Colegio de Postgraduados de Chapingo, indicaron que, una limitación que se tenía era la falta de variedades e híbridos con lato potencial de rendimiento, que pudieran superar a las variedades locales en condiciones de temporal (INIA, 1976). Por su parte, Reyes (1977) señala que el desarrollo agrícola de países avanzados se basa en la investigación de las diversas ciencias de la agronomía usando como método de investigación, la experimentación. Cualquier variedad o nueva modalidad en las técnicas de cultivo, al introducirse a un nuevo país o región, necesita de la experimentación para poderse adaptar y divulgar entre los agricultores, ésto debido a que las condiciones de clima y suelo varían de una región a otra, de una estación o de un año a otro.

3.2. Historia y Origen del Maíz.

Dónde, cuándo y cómo surgió el maíz, son interrogantes que numerosos hallazgos arqueológicos y estudios botánicos, biológicos, genéticos y antropológicos no han podido desentrañar con certeza, sin embargo, en cuanto a las dos primeras interrogantes existen ciertos consensos entre los especialistas: casi todos coinciden en afirmar que el maíz es una planta americana que ya existía alrededor del año 5,000 A.C., tal y como se conoce hoy desde el punto de vista botánico, menciona Mangelsdorf citado por Poehlman (1974).

La tercera interrogante: cual es el origen del maíz, ha dado lugar a diversas hipótesis y hasta la fecha se sigue investigando al respecto. Poehlman (1974) menciona dos lugares en América como el posible lugar de origen, estos son:

- a) Los Valles Altos del Perú, Ecuador y Bolivia.
- b) La Región Sur de México y América Central.

El mismo autor (op-cit) señala que en Europa y Asia, pro ejemplo, se han encontrado plantas silvestres que se consideran antecesores del trigo, cebada y arroz, mientras que en ningún sitio se ha encontrado la planta que pudo haber evolucionado hasta convertirse en maíz. Además cita que son tres las hipótesis principales que se han manejado durante los últimos cincuenta años. Las tres parten de que el maíz es una gramínea de la tribu Maydeae que se divide en tres grupos, de uno de estos se desprenden tres géneros: Zea (Maíz), Euchlaena (Teosinte) y Tripsacum.

Una teoría propone que el Teosinte anual es el antepasado del maíz, ambas plantas se asemejan extraordinariamente, pero muchos botánicos la rechazan porque el teosinte tiene un valor nutritivo insignificante y por que sus granos (semilla) son tan duros que el esfuerzo por romperlos y convertirlos en alimento excede con mucho al valor nutritivo.

La segunda es la que propone que el antepasado del maíz es el *Zea tunicata* (maíz tunicado o Pod corn), variedad muy peculiar en la que cada grano está envuelto en pequeñas hojas similares a las que cubren las mazorcas. La teoría sostiene que el maíz tunicado evolucionó por domesticación hasta convertirse en el maíz actual, y por el otro que el teosinte anual es resultado del cruce entre el maíz y el teosinte perenne (*Zea Diploperennis*) redescubierto en Jalisco hace apenas unos 13 años. Sin embargo poco se conoce hasta la fecha sobre la historia del maíz tunicado.

La tercera teoría propone que los géneros citados (El maíz, el teosinte y el *tripsacum*) evolucionaron por separado y que los tres tienen un antecesor común.

3.3. Origen Citogenético.

Poehlman (1974), menciona que el maíz está clasificado dentro de una sola especie botánica, *Zea Mays* L. y que se tiene dos parientes cercanos, que son el *Tripsacum* y el Teosinte. El *tripsacum* crece silvestre en las regiones este y sureste de los Estados Unidos del Norte América, y en las Américas Central y del Sur. Se conocen especies de *Tripsacum* con 18 y con 36 pares de cromosomas. El Teosinte (*Euchlaena*) es nativo del sur

de México y Guatemala y se le considera como el pariente más cercano del maíz. La forma anual del Teosinte tiene 10 pares de cromosomas, que es el mismo número que se encuentra en el maíz. También se conoce una especie perenne de *Euchlaena* con 20 pares de cromosomas. El maíz se cruza fácilmente con Teosinte. Mediante el uso de técnicas especiales también se han obtenido cruzas entre maíz y *Tripsacum*.

Robles (1975), señala que a través del tiempo y de la investigación la información citogenética trae por consecuencia conclusiones más acertadas; ésta opinión se reafirma al conocer que Reeves y Mangelsdorf citados por Robles (1975) mencionan el cambio de la nomenclatura científica del teosinte de *Euchlaena mexicana* a *Zea mexicana* (Schrad) en base a investigaciones recientes. Por muchos años se afirmó que el género *Zea* sólo incluía a la especie *mays*, de acuerdo con lo anterior, comprende a maíz (*Zea mays* L.) Teosinte (*Zea mexicana* Schard) y Teosinte tetraploide perenne (*Zea mexicana* Hitch).

El maíz pertenece a la clase angiospermae, orden graminales familia gramineae, tribu Maydeae, género *Zea*, especie *Mayz*.

Antes del conocimiento actual de las razas de maíz, se subdividió *Zea mays* L. en subespecies o variedades botánicas, los que aún son vigentes (Carias, 1977) como sigue:

- a) *Zea mays indurata* (maíz cristalino)
- b) *Zea mays amylacea* (maíz amiláceo)
- c) *Zea Mays everta* (maíz reventador o palomero)
- d) *Zea mayz saccharata* (maíz dulce)
- e) *Zea mayz tunicata* (maíz tunicado)
- f) *Zea mayz indentata* (maíz dentado)
- g) *Zea mayz cerea* (maíz cereo)

La subdivisión de la especie mayz en subespecies o variedades botánicas, es importante porque de acuerdo con la utilización que se desee del maíz o por sus caracteres tan amplios y bien definidos, las razas de maíz pueden quedar incluidas en uno u otro grupo taxonómicos.

3.4. Descripción botánica.

El maíz es una planta herbácea de la familia de las gramíneas y de la subfamilia andropogónica. La familia de las gramíneas comprende varios miles de especies que los botánicos han agrupado en 20 tribus, pertenece a la tribu Maydeae, que se divide en tres grandes grupos, uno de estos grupos comprende tres géneros de origen americano: El *Zea* (maíz, el *Euchlaena* (teosinte) y el *Tripsacum* emparentados entre sí.

Morfológicamente el maíz presenta un tallo central compuesto por nudos y entrenudos, de cada uno surge una hoja que envuelve parcialmente al entrenudo y que continúa después en forma libre en los nudos de la parte media del tallo se encuentran las inflorescencias femeninas y en la parte final o ápice la inflorescencia masculina o espiga que sólo produce polen, y al fecundar éste las inflorescencias femeninas se originan las mazorcas.

La semilla del maíz es especialmente grande y se distribuye en la mazorca de acuerdo con la raza a la que pertenece, el grano está compuesto por tres partes: la envoltura, el germen o embrión y el endosperma que constituye la mayor parte de la semilla. Por lo general las mazorcas presentan de 8 a 6 hileras de granos y cada una desarrolla de 8 a 70 semillas, hay mazorcas que llegan a tener mil granos o más. También de acuerdo con la raza, el color de los granos varía y puede encontrarse maíz blanco, amarillo, rojo, morado y azul (Forston, 1986).

3.5. Evolución.

Habiendo regiones en México donde aún se siguen empleando las variedades antiguas, que tienen un rendimiento relativamente bajo, se puede lograr un aumento considerable en

rendimiento por la obtención de nuevas variedades y a la vez la introducción de otras que pueden resultar posiblemente mejores que las autóctonas (Bobadilla, 1956).

Poehlman (1974) menciona que es indiscutible que ha habido mejoramiento genético en el maíz desde las épocas más remotas de su cultivo, tanto a través de la selección natural como mediante una selección objetiva hecha por el hombre. Es difícil concebir que se pudiera haber cultivado el maíz durante siglos sin que se realizara cierta selección, ya sea consciente o inconscientemente ya que la selección de una mazorca para utilizar su semilla ha debido ser una práctica normal cada vez que se ha sembrado maíz.

El mejoramiento genético ha presentado avances extraordinarios en el campo del maíz, cuyos frutos entre otros han sido la obtención de maíz rico en proteínas para alimento humano directo, semillas mejoradas que ofrecen un mayor rendimiento, variedades más resistentes a la sequía y a las plagas. Para dar una idea de los beneficios que ha aportado la investigación agrícola a la producción de maíz en México, basta mencionar una cifra: en 20 años, de 1960 a 1980, el rendimiento del maíz se incrementó de 0.975 a 1.774 toneladas por hectáreas, es decir, un 82 por ciento (Fortson, 1986).

3.6. Híbridos

Dentro de la genética la hibridación se efectúa generalmente con el objeto de estudiar la forma en que se heredan los caracteres; de acuerdo con el tipo de reproducción que tenga la planta en estudio, así será el método de hibridación sistemática que se repite constantemente para la producción de la variedad F₁; está dirigido a aprovechar el máximo de heterosis, este es el método clásico de la producción de híbridos de maíz (Brauer, 1969).

Robles (1971) indica que una variedad agronómica es un grupo de plantas similares que por sus caracteres de estructura y comportamiento se pueden diferenciar de otras variedades dentro de la misma especie. Desde el punto de vista genético se considera que las variedades de una misma especie pueden entrecruzarse libremente ya sea de manera natural o artificial.

El mejoramiento genético de las plantas se fundamenta en la variabilidad existente entre los individuos de esas poblaciones, la cual es el resultado de efectos genéticos, ambientales y de la interacción entre ambos. El trabajo del genetista consiste en última instancia, en independizar estos efectos en el comportamiento de los individuos con el objeto de lograr ciertos objetivos mediante la selección y perpetuación de los efectos favorables (Robles, 1975).

Los efectos genéticos están controlados principalmente por dos tipos de genes: cualitativos y los cuantitativos. Los genes cuantitativos actúan en forma acumulativa: cada uno contribuye parcialmente a la determinación de alguna característica, como por ejemplo el rendimiento del grano o su contenido de proteína, los genes cualitativos actúan en forma más categórica, es decir, la presencia o ausencia de cierta combinación específica, de un par de ellos, determinan la manifestación característica que controlan (De la Loma, 1975).

Las características morfológicas de la planta de maíz permiten manipular su fecundación y estudiar progenies numerosas en períodos relativamente cortos. Esto a su vez ha permitido conocer a nivel de producción los mecanismos que rigen su herencia. Los métodos de selección y recombinación de genes cuantitativos favorables han propiciado el aumento de rendimiento, a la vez que la utilización de genes cualitativos ha contribuido al mejoramiento de características específicas tales como resistencia a enfermedades y reducción de altura de tallo (Lin. 1977).

Finalmente se puntualiza que se llaman variedades híbridas a todas aquellas que resultan del cruzamiento entre plantas de genotipos diferentes, teniendo las siguientes características: Manifestar un mayor vigor híbrido que sus progenitores, ser altamente heterocigóticas y ser formados a

voluntad a partir de progenitores conservados separadamente (Carias, 1977).

3.7. Endogamia

La endogamia es generada por el cruzamiento entre parientes, esto provoca un fenómeno de depresión en vigor, altura y rendimiento de una planta en comparación con sus progenitores; la forma más eficaz en un maíz, para propiciar la endogamia, es efectuado autofecundaciones mediante polinización de líneas cada vez menos vigorosas, las cuales pueden ser aparentemente homocigóticas en un periodo de cinco a siete generaciones aproximadamente; la mitad de la reducción del vigor se registra en la primera generación autofecundada, el resto se registra por mitad en cada generación sucesiva, después de la cuarta autofecundación se consigue una homocigosis mayor de 80 por ciento (Sinnot y Dunny, 1961).

Una línea pura es un individuo por autofecundaciones sucesivas con el propósito de fijar caracteres convenientes en una condición homocigótica, con objeto que las líneas se puedan conservar sin que sufran cambios genéticos en combinación con otras mediante la heterosis (Sinnot y Dunny, 1961).

La información de líneas puras es básica para tener éxito en la hibridación, por lo mismo durante la formación de ellas se debe realizar una selección "entre líneas" y otra "dentro de las líneas" con el objeto de eliminar aquellas plantas que presenten caracteres indeseables, como puede ser tendencia al acame, plantas raquíticas, plantas cloróticas o con albinismo, plantas susceptibles a enfermedades, etc., y solamente se autofecundada en cada generación las plantas agrónomicamente sobresalientes (Dávalos, 1976).

3.8. Heterosis

Richey (1946) menciona varios puntos relacionados a la heterosis, la explicación más favorable del vigor híbrido es que se debe al resultado de la interacción de genes dominantes como causa de los altos rendimientos del maíz no es conocida, sin embargo la evidencia que se tiene indica que los altos rendimientos tienden a ser obtenidos cuando los mejores progenitores seleccionados son utilizados en combinaciones híbridas.

Welhausen (1951) al referirse a cruzas intervarietales de alto rendimiento de grano dice que no se sabe cuanto de la expresión del vigor híbrido de cruzas interraciales se deba a dominancia y cuanto a la acción de los genes, con la cual se

puede esperar que el rendimiento de la cruce interracial permanezca arriba del promedio de sus progenitores. Cita además que en las bases teóricas de los métodos modernos de la genética del maíz, que el rendimiento de cualquier planta de una variedad depende del número de genes diferentes para el rendimiento que ha heredado de ambos padres.

Jugenheimer, (1959) indica que la producción de maíz híbrido está basado en el fenómeno de la heterosis, en virtud del cual la cruce de dos variedades produce un híbrido superior en tamaño, rendimiento o vigor general, manifestándose principalmente éste fenómeno en las plantas F1.

Shull en 1908 citado por Allard (1960) usó por primera vez el término de heterosis, para describir el incremento en vigor que se desarrolla en la progenie proveniente de la cruce de dos individuos de constitución genética diferente.

Brieger citado por Casas (1968), considera que la heterosis ocurre siempre que la media de cualquier carácter cuantitativo en el híbrido sea más grande que la media de los progenitores en los estudios de heterosis es común comparar la F1 con la media de sus progenitores (P1 y P2).

$$\% H = \frac{F1 - \frac{P1 + P2}{2}}{\frac{P1 + P2}{2}} \times 100$$

Desde el punto de vista práctico, el vigor híbrido es importante sólo cuando la F 1 es superior al mejor progenitor. Cuando la F1 es superior a la media paterna, pero inferior que el mejor progenitor, por definición presenta heterosis, pero no tiene valor práctico.

Robles (1971), define la heterosis como el vigor híbrido, tal que un híbrido F1 cae fuera del intervalo de sus progenitores con respecto a uno o varios de sus caracteres.

Generalmente se aplica a tamaño, velocidad de crecimiento o buenas características agronómicas generales; vigor aumentado que resulta algunas veces de un cruzamiento entre dos progenitores endógamos genéticamente diferentes; algunos genetistas consideran también la existencia de una heterosis negativa, cuando hay una disminución de vigor.

Poehlman (1974) define la heterosis como el exceso de vigor del híbrido con respecto al vigor promedio de sus progenitores este se manifiesta de muchas maneras. También indica el término heterosis para denotar el incremento en tamaño y en vigor después de los cruzamientos.

Por vigor o vitalidad se entiende la actitud de un individuo para desarrollar en lato grado sus funciones vitales.

Shull, East y Jones, citados por De la Loma, (1975) trabajando separadamente sobre el maíz llegaron a la misma conclusión que dice: Cuando se hibridan artificialmente dos variedades distintas de dicha planta el híbrido de la primera generación es claramente más vigoroso que cualquiera de los progenitores que les precedieron.

Espinoza (1982) señala que existen diversas hipótesis sobre el fenómeno de la heterosis, sin embargo generalmente se presentan explicaciones para entenderlo, aún cuando ambos no llegan a cubrir en forma adecuada todos los casos:

1. Dominancia: propuesta por Davenport (1908), Keeble y Pellew (1908) y Bruce (1910), se refiere a la correlación observada entre la dominancia y efectos benéficos (o recesividad y efectos detrimentales). El vigor híbrido resulta de la acción combinada de factores favorables dominantes y parcialmente dominantes, supone que en general los factores dominantes aportados por cada progenitor del híbrido son deseables y por tanto los factores recesivos son nocivos, un híbrido es más vigoroso que sus progenitores porque tiene más factores dominantes que recesivos.

2. Sobredominancia: Shull y East (1908) la definen como la explicación del fenómeno por la heterocigocidad; es decir, entre mayor sea el número de genes por el cual una

planta es heterocigotica, mayor será su heterosis por ejemplo, un híbrido con una constitución genética Aa Bb Cc será más vigoroso que otro híbrido con la constitución genética AA BB CC DD. La sobredominancia se define como la superioridad del heterocigoto Aa sobre cualquiera de los homocigotos AA y aa.

3.9. Cruzas simples.

Green (1948) indica que la semilla de una craza simple se produce en una planta autofecundada que ha recibido el polen de una segunda línea autofecundada. La semilla de cruzas simples es generalmente de tamaño pequeño y de forma irregular. Los rendimientos de semilla son bajos debido a que las líneas autofecundadas en las que se producen la semilla son relativamente improductivas.

Sánchez y Estanzuelas (1952) citan que si se siembra semilla obtenida de la primera generación F1 para obtener la generación F2 la descendencia de ésta última es más variable que la primera generación y exhibe una heterosis menos intensa que ella. Esto se debe a que los individuos que constituyen la generación F2 no pertenecen a un mismo genotipo por haber sufrido una mayor o menor segregación; señalan que pasa lo contrario cuando se cruzan líneas consanguíneas de maíz, la primera generación F1 es uniforme y se recupera el vigor

perdido de los progenitores y además la F 1 es más vigorosa que estos.

Una crusa simple es la descendencia híbrida de dos líneas autofecundadas. Debido a que las líneas autofecundadas que se utilizan en una crusa simple son probablemente homocigóticas, las plantas de la crusa simple son heterocigóticas para todos los pares de genes en que difieren las dos líneas autofecundadas (Teran, 1979).

3.10. Cruzas dobles

La crusa doble es la progenie híbrida obtenida de una crusa entre dos cruas simples, o sea una crusa de cuatro líneas (A x B) (C x D). La semilla de una crusa doble se produce en una planta de crusa simple que ha sido polinizada por otra simple. La crusa doble es un híbrido entre dos líneas progenitoras heterocigóticas de cruas simples y no es tan uniforme como la crusa simple.

También se puede cruzar una línea autofecundada con una variedad de polinización libre, esto frecuentemente se denomina crusa regresiva y se utiliza para probar la capacidad de una línea autofecundada para producir una progenie de alto rendimiento Bobadilla (1956).

Reyes (1976) señala algunas ventajas y desventajas de los híbridos:

a) Ventajas:

1. Mayor producción de grano.
2. Uniformidad en floración, altura de planta y maduración, esto permite la aplicación de una mejor tecnología.
3. Plantas más cortas pero vigorosas, que resisten el acame y rotura.
4. Mayor sanidad de mazorca y grano.
5. En general, mayor precocidad y desarrollo inicial.

b) Desventajas:

1. Reducida área de adaptación, tanto en tiempo como en espacio, alta interacción genotipo-ambiente.
2. Escasa variabilidad genética que los hace vulnerables a las epifitias.
3. Necesidad de obtener semilla para cada siembra y su alto costo.
4. Necesidad de tecnología avanzada y uso de insumos para aprovechar la potencialidad de forraje y rastrojo.

3.11. Variedades sintéticas

Kiesselbach (1945) cita que se han obtenido variedades sintéticas que son superiores a las variedades de polinización libre, pero sin que lleguen a ser tan productivas como la cruzada doble mejor adaptada en determinada área y los mejores progresos se han obtenido cuando se seleccionan para su formación líneas con buena aptitud combinatoria.

Lonquist (1949) menciona que una variedad sintética de maíz es el resultado de la multiplicación, bajo condiciones de polinización libre de un híbrido múltiple. Los sintéticos pueden formarse mediante la intercruza de variedades, de rezas de líneas de planta a planta. Cuando el término sintético se aplica a una variedad compuesta por líneas, deben haber por lo menos 5 líneas para incluir en la población: si se utilizaran cuatro líneas o menos, simplemente se formarían generaciones avanzadas de combinaciones híbridas con la consiguiente baja de rendimiento.

Aldrich y Leng (1974) indican que las variedades sintéticas tienen aproximadamente el mismo rendimiento que las variedades de polinización libre adaptadas y se compara favorablemente en rendimiento respecto a las cruza simples: teniendo buenas posibilidades aún bajo condiciones adversas donde el costo de la semilla y la variabilidad de las cosechas

son detalles de considerable importancia, señalan además que las variedades sintéticas tienen algunas ventajas:

1. Una variedad sintética será preferible al híbrido en zonas de bajos ingresos, para eliminar la necesidad de que el agricultor compre nueva semilla híbrida F1 cada año.
2. La mayor variabilidad de un sintético podría permitir mayor adaptación que un híbrido a las condiciones variables ecológicas.

Los fitomejoradores han desarrollado variedades sintéticas usando para su formación, material del germoplasma natural del maíz y como método, esquemas que mantienen la variabilidad genética.

3.12. Trabajos realizados.

En un trabajo realizado por Vega (1970) sobre evaluación de 16 variedades de maíz durante el verano de 1969, en Apocada, N. L., encontró que los híbridos dobles experimentales fueron mejores que las variedades comerciales en cuanto a rendimiento de mazorca y grano, características

agronómicas y que son más precoces o iguales que el NLVS-1 comercial. (Enano).

Esquer (1970) trabajó durante el ciclo de primavera de 1969, en Apocada, N. L., con variedades experimentales y comerciales de maíz, encontrando que los híbridos dobles experimentales, fueron iguales o mejores que las variedades comerciales de polinización libre. El comportamiento relativo de una variedad, al ser probadas en distintos ambientes, es un aspecto de mucha importancia en un programa de mejoramiento genético de maíz. El mejorador estará interesado en variedades con un rendimiento promedio elevado y que interaccione oco con el medio ambiente, o en todo caso que esta interacción sea positiva. Se ha investigado con variedades de híbridos de maíz y se ha comprobado que el rendimiento promedio disminuye conforme se siembran fuera de la región para la cual se han obtenido.

Midence (1975) encontró que para un ciclo agrícola y una localidad, los híbridos manifiestan ventajas tanto en rendimiento de grano como en caracteres agronómicos.

Salomón (1977) trabajó en un estudio comparativo de 16 variedades e híbridos de maíz durante el verano-otoño de 1976 en tres localidades y concluyó que en general, las variedades e híbridos experimentales superan a los híbridos comerciales en

producción, tal como ya se ha encontrado en investigaciones similares.

3.13. Interacción genotipo medio ambiente

Reyes (1955) indica que la variación ambiental o variación no génica, es un factor que reduce la precisión en cuanto a los estudios genéticos por lo que el lineamiento que debe seguir todo investigador es reducir al mínimo el error experimental mediante el cuidadoso manejo de su diseño.

Mukjerjee (1972) realizó estudios en maíz, sobre la producción del grano, encontró una interacción altamente significativa entre localidades y variedades. Por su parte Reyes (1973) también determinó que existe una diferencia altamente significativa entre variedades, ciclos e interacción variedad por ciclo para rendimiento de grano y sanidad de mazorca.

El maíz, como especie, es el cereal más adaptado en todo el mundo, se desarrolla desde el Ecuador hasta una latitud norte de 58° y una latitud sur de 40°; se cultiva desde 0m sobre el nivel del mar hasta más de 3000 m; sin embargo, cada raza, variedad o híbrido, presenta área de adaptación con más limitaciones respectivamente. En los estudios en México dentro

de las clasificaciones por clima, se muestra gran área de adaptación de los híbridos formados por clima caliente húmedo (Dávalos, 1976).

El efecto del genotipo y el medio ambiente, no son independientes, esto es que la respuesta genotípica a un cambio en el ambiente no es la misma para todos los genotipos. Esta interacción entre el efecto genético y el no genético es lo que se llama interacción genotipo-ambiente (Ramírez, 1977).

Bucio (1982) indica que para conocer la interacción genotipo-ambiente es necesario comparar el material experimental en varios medios, tales como años, suelos, densidades, fechas, etc. Si una variedad se comporta diferente en distintos medios ambientes puede expresarse en función del término "estabilidad", siendo variedad estable aquella que interacciona menos con el medio ambiente.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Caracterización del área de estudio

4.1.1. Ubicación del sitio experimental

El experimento se desarrolló en la unidad de riego "El Zopilote", municipio de Tequixquiac, Estado de México, con un agricultor cooperante. Geográficamente el área se ubica entre los $19^{\circ}04'$ y $20^{\circ}04'$ de latitud norte y los $98^{\circ}37'$ y $99^{\circ}31'$ de longitud oeste del meridiano de Greenwich y a una altura de 2250 msnm.

4.1.2. Caracterización y clasificación climática

Es sitio del experimento presenta baja precipitación la cual oscila entre los 500 - 600 mm anuales. La clasificación de acuerdo con la metodología de Köppen modificado por Enriqueta García (García, 1973) es la siguiente: semiseco templado (BslKw) (w) (1) g, que significa el clima más seco de los semisecos con un coeficiente $P/T > 22.9$, templado con verano fresco; régimen de lluvias en verano, por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el mes más seco con un porcentaje de lluvia invernal del 5% de la anual con poca oscilación de las temperaturas bajas anuales entre 5 y 10 ° C.

4.1.3. Caracterización edáfica

El suelo del sitio experimental se encuentra comprendido dentro de una gran zona volcánica del período pleistoceno con abundantes materiales exclusivos de diversa naturaleza, debido a esto el material geológico predominante son rocas extrucivas ígneas del cuaternario, brecha volcánica y toba. Son suelos profundos, de 30 - 80 cm de color gris café seco claro (10 YR 6/2), en seco y café muy oscuro (10 YR 2/2) en húmedo sin manchas; la textura es franco arcillosa, con permeabilidad moderada y drenaje interno variable de bueno a algo excesivo, no se observa salinidad y/o sodicidad aparente, pH ligeramente neutro y presenta contenido pobre de materia orgánica.

4.2. Caracterización del experimento

4.2.1. Material experimental

Se evaluaron 17 genotipos: siete híbridos experimentales procedentes del antes Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) hoy Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP); ocho híbridos comerciales, una variedad sintética y el criollo local

como testigo. En el Cuadro 1 se describe la lista de materiales.

4.2.2. Diseño y parcela experimental

Se utilizó el diseño experimental bloques al azar, con cuatro repeticiones. La parcela experimental fué de dos surcos con 10 matas cada uno y dos plantas por mata, a distancia entre matas y surcos de 42 cm y 85 cm respectivamente.

Cuadro 1. Lista de materiales de maíz evaluados en Tequixquiác
Estado de México. P-V 1981.

Número	Genotipo	Ciclo	Origen
1	H-135 E	Tardío	INIA
2	H-136 E	Tardío	INIA
3	H-137 E	Tardío	INIA
4	H-138 E	Tardío	INIA
5	H-139 E	Tardío	INIA
6	H-140 E	Tardío	INIA
7	H-141 E	Tardío	INIA
8	VS-22*	Intermedio	INIA
9	H-24*	Intermedio	PRONASE
10	H-28*	Intermedio	PRONASE
11	H-30*	Intermedio	PRONASE
12	H-125	Tardío	INIA
13	H-127	Tardío	PRONASE
14	H-129	Tardío	PRONASE
15	H-131	Tardío	PRONASE
16	H-133	Tardío	PRONASE
17	Criollo Local	Tardío	AGRICULT

* Materiales adaptados a condiciones de temporal.

4.2.3. Manejo del experimento

4.2.3.1. Preparación del terreno

La preparación del suelo consistió en un barbecho, dos pasos de rastra, nivelación o empareje y surcado.

4.2.3.2. Siembra, densidad y época

Se sembró en seco en forma manual (con pala), depositando en el fondo del surco tres semillas, para después aclarar a dos plantas por mata. La densidad de siembra fué de aproximadamente 60 000 plantas por hectárea. Se sembró el día 12 de abril de 1981.

4.2.3.3. Fertilización

La aplicación del fertilizante se hizo a chorrillo en el fondo del surco al momento de la siembra de acuerdo a la dosis óptima económica recomendada por el Campo Agrícola Experimental Valle de México (CAEVAMEX) del INIA, que fué de 150-50 de nitrógeno y fósforo: se aplicó la mitad del nitrógeno y todo el fósforo en la siembra y el resto del nitrógeno en la segunda escarda; se utilizó Urea (46%) como fuente de nitrógeno; para el fósforo, el super fosfato de calcio triple (46%).

4.2.3.4. Labores culturales

Dentro de las labores culturales, se efectuaron dos escardas: la primera a los 25 días después de la siembra y la segunda a los 45 días. Para el control de maleza de hoja ancha se aplicó en preemergencia una dosis de 1 kg de Gesaprim más 1 litro de Herbipol (2-4-D Amina) en 200 litros de agua.

4.2.3.5. Riegos

Se dió un riego de germinación inmediatamente después de la siembra, ya que esta se hizo en seco; se aplicaron además dos riegos de auxilio. El resto de las necesidades hídricas fueron cubiertas por el temporal.

4.2.3.6. Plagas y enfermedades

Mediante muestreo al suelo se determinó no aplicar insecticida para plagas del suelo al no encontrarse estas; no obstante la semilla se trató con Thirazan 75 pH para evitar pudriciones radicales. Durante el desarrollo vegetativo y hasta la cosecha no se presentaron plagas ni enfermedades de importancia; por lo que no se hizo ningún tipo de control.

4.2.3.7. Cosecha

Se cosechó cuando se alcanzó la madurez fisiológica, la cual se determinó cuando el grano desarrolló una capa negra en la base del nucelo, independientemente que el embrión fertilizado se desarrolló normalmente; esta formación de la capa negra ocurre progresivamente desde la punta de la mazorca hasta sus granos basales. Se cosecharon todas las plantas de la unidad experimental.

4.2.4. Registro de datos

El registro de datos de las variables a evaluar se efectuó de acuerdo a la etapa fenológica; se visitó el experimento dos veces como mínimo por semana para observar el comportamiento del cultivo. Las variables evaluadas fueron las siguientes:

- a) Días a floración
- b) Altura de plantas
- c) Altura de mazorca
- d) Porcentaje de acame
- e) Número de plantas
- f) Número de hijos
- g) Número de plantas cuatas
- h) Número de plantas jorras
- i) Número de mazorcas podridas

- j) Peso de campo
- k) Humedad del grano
- l) Factor de desgrane



BIBLIOTECA CENTRAL

4.2.4.1. Días a floración

Estos datos se tomaron tanto en flor masculina como en femenina; se expresó en número de días comprendidos desde la siembra hasta la época en que el 50% de las plantas de la parcela se encontraron soltando polen; y floración femenina cuando el 50% de las plantas presentaron estigmas receptivos de más o menos dos centímetros de largo.

4.2.4.2. Altura de la planta

Este dato se registró dos semanas antes de la cosecha midiendo en centímetros la altura de planta desde el suelo hasta la lígula de la hoja bandera (última hoja superior), el promedio de altura se obtuvo de diez planta tomadas al azar.

4.2.4.3. Altura de mazorca

Dos semanas antes de la cosecha se registró esta variable, se obtuvo de medir en centímetros entre el suelo y el nudo de inserción que sostiene la mazorca superior, se promedió la altura de diez plantas tomadas al azar.

4.2.4.4. Porcentaje de acame

Este dato se tomó antes de la cosecha contando las plantas acamadas que presentaron una inclinación de 45 grados o más a partir de la perpendicular de la base de la planta donde comienza la zona radicular.

4.2.4.5. Número de plantas

Este dato se tomó un día antes de la cosecha, se contó el número de plantas madres existentes en la parcela, tuvieran o no hijos y tuvieran o no mazorcas.

4.2.4.6. Número de hijos

Esta variable se registró contando en cada una de las parcelas por tratamientos, el número de tallos en desarrollo completo, arriba de 50 cm. de altura, y se registran todas produzcan o no mazorcas.

4.2.4.7. Número de plantas cuatas

Se registró este dato contando el número de plantas con dos mazorcas bien desarrolladas en cada una de las parcelas.

4.2.4.8. Número de plantas jorras

Esta variable se registró al contar en cada parcela el número de plantas madres sin mazorcas.

4.2.4.9. Número de mazorcas podridas

Este dato se obtuvo tomando en cuenta el número de mazorcas afectadas por pudrición y se hace inmediatamente después del coteo de número de mazorcas. Se calificó con una escala de 1 a 5 donde 1 indica que en la mazorca cosechada no hubo pudrición y 5 indica severa pudrición.

4.2.4.10. Peso de campo

Se cosecharon únicamente plantas con competencia completa, luego se tomó del peso de todas las mazorcas sanas deshojadas del área cosechada, en kilogramos por parcela experimental, se excluyeron las mazorcas podridas y las no comerciales (granos chupados etc.).

4.2.4.11. Humedad del grano

Se tomaron 10 mazorcas completamente al azar y se desprendió en ellas el grano de 2 hileras de cada una hasta conseguir una muestra de 200 gramos, de ahí se llevó al aparato

determinador de humedad Sten-lite para determinar la humedad del grano. Este valor sirvió para ajustar el peso de campo al 14% de humedad, que es la humedad base comercial del maíz mediante el siguiente factor:

$$Fh = \frac{100 \% \text{ hum.}}{100-14}$$

4.2.4.12. Factor de desgrane

En cada una de las repeticiones se tomaron al azar diez mazorcas, las cuales se pesaron, se desgranaron y se pesó el grano; la relación peso de grano entre peso de mazorca nos dió el factor de desgrane (t), esto es:

$$Fd = \frac{\text{Peso de grano de 10 mazorcas}}{\text{Peso total de 10 mazorcas}}$$

4.2.5. Rendimiento en ton/ha

Para obtener el peso de grano en ton/ha se siguió el siguiente procedimiento: debido a que sólo se cosecharon plantas con competencia completa, las plantas faltantes se ajustaron mediante la fórmula de IOWA que consiste:

$$PMAP = \text{Peso al cosechar} \times H-0.3M$$

H - M

Donde:

Peso al cosechar = Peso de campo en kg pero sin corregir.

PMAP = Peso de mazorcas ajustado por plantas.

H = Número de plantas que debiera tener la unidad experimental si no tuviera fallas.

M = Número de plantas perdidas.

0.3 = Factor para corregir la falta de competencia de las plantas existentes al momento de la cosecha.

Una vez ajustado el peso de campo (peso de mazorcas) de las parcelas por plantas faltantes, se hicieron otros ajustes por factor de humedad (Fh), factor de desgrane (Fd) y factor de superficie (Fs), de manera que finalmente el rendimiento en kg/ha se tuvo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Rend kg/ha} = \frac{\text{PMAP} \times \text{Fd} \times \text{Fs} \times \text{Fh}}{1\ 000}$$

Donde solo falta aclarar que:

$$\text{Fs} = \frac{10\ 000\ \text{m}^2}{\text{Parcela útil}}$$

Fs = Factor de superficie.

4.2.6. Análisis de la información

Se efectuó análisis de varianza para los principales caracteres agronómicos y para el rendimiento, con su correspondiente comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($P = 0.05$); además de que en algunos pares de caracteres se efectuó el análisis de correlación para definir su asociación.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Características Agronómicas.

Con el propósito de analizar el comportamiento de los genotipos, se cuantificaron algunas de sus características agronómicas, tales como floración altura de planta, altura de mazorcas, proporción del grano en la mazorca, acame, número de hijos, plantas con cuateo, mazorcas podridas, y número de mazorcas jorras. Únicamente las cuatro primeras variables se sometieron al análisis de varianza, los resultados se resumen en el cuadro 2. El resto de las variables se detallan solo a nivel de medias en el cuadro 6, debido a que se evaluaron con escala y/o son de magnitud muy pequeña.

En el cuadro 2 señalado puede apreciarse por un lado que en ningún carácter se detectaron diferencias significativas para las repeticiones, lo cual sugiere que el diseño utilizado en la distribución de campo de las parcelas fué adecuado, pues permitió bloquear las posibles diferencias del terreno. Por otro lado, se observa que hubo sincronía en la etapa de floración, ya que el análisis no detectó diferencias significativas en esta variable ($PR > F-0.1485$), registrándose en promedio 90 días a floración, con un intervalo de confianza de 88.12 a 91.88 días; lo anterior sugiere que el efecto del genotipo (híbrido, variedad sintética y criollo) no influyó

Cuadro 2. Análisis de varianza de las variables: floración, altura de planta, altura de la mazorca, humedad del grano y proporción del grano en la mazorca. Rendimiento y adaptación de híbridos de cruza doble y una variedad sintética. Maíz P-V. 1981.

Variable	CME	PR > F Variedad Repetición		CV	X
Floración (días)	41.32	0.1485	0.0766	7.19	90.31
Altura planta(cm)	220.06	0.0010	0.1258	5.23	283.23
Altura mazorca(cm)	181.39	0.0026	0.3905	7.57	117.86
Proporción del grano (%) en mazorca	2.94	0.0159	0.1262	1.98	86.18

sobre el periodo de floración. las otras tres variables analizadas: altura de planta y mazorca y proporción del grano, si fueron significativas, lo cual indica diversidad genética entre los materiales y además, que estos caracteres pudieran utilizarse como criterio de selección. La prueba de medias, de estas variables se presentan en los cuadros 3 al 5.

El cuadro 3 se refiere a la comparación de medias de la altura de la planta (cm), en él se observa que las variedades

comerciales H-125 y H-133, ambas con 302.50 cm de altura, son las que presentan mayor porte y por tanto susceptibilidad de acame aunque resultan estadísticamente similares en este riesgo a otras 10 variedades, entre las que se encuentran tres de los híbridos experimentales (H-139E, H-137E y H-140E con 296.66, 285.00 y 277.50 cm de altura), el criollo regional con una altura de 290.00 cm y dos de las variedades adaptadas a las condiciones de temporal (VS-22 y H-28), mientras que la menor altura se registró con el material experimental H-136E con 255 cm de altura. Como se ha observado, la altura de la planta no está definida según el genotipo (Robles, 1992); sin embargo el hecho de que no haya una tendencia para la altura de la planta, por tipo de variedad (comercial, experimental, sintética, adaptada a temporal y criolla), pudiera deberse a la interacción genotipo-ambiente, tal y como lo sugieren Reyes (1955), Dávalos (1976) y Ramírez (1977).

Por otro lado, se observó una asociación significativa y positiva ($r = 0.6648$) de este carácter con el rendimiento, lo cual indica que las variedades de porte más altas tienden a ser más rendidoras; lo anterior permite seleccionar a la variedad comercial H-127 como una de las mejores ya que se clasifica con altos rendimientos y porte relativamente menor en comparación a las variedades que resultan más productivas.

En lo referente a la altura de la mazorca, la comparación de medias (cuadro 4) destaca con mayor posición el H-133 con 196.25 cm, aunque estadísticamente similar a otras 10 variedades, el criollo local con 192.50 cm, se clasifica dentro de estos materiales, y además la tendencia de una menor altura de mazorca de las variedades propias para el temporal (VA-22, H-28, H-24 y H-30 con 176.25, 173.75 164.00 y 165.00 cm) lo cual pudiera ser un reflejo de la influencia ambiental (Mukjerjee, 1972 y Dávalos, 1976, entre otros). Este carácter es importante por lo accesible que es la cosecha a menor altura de mazorca por tanto, la información sugiere que también en esta variable, la variedad H-127 con 177.50 cm pudo haber sido una de las más prometedoras.

Finalmente respecto a este carácter cabe señalar que mostró una posición significativa y positiva con la altura de la planta y el rendimiento ($r= 0.8742$ y $r= 0.5753$, en orden) lo cual resulta la relevancia, acorde a la opinión de Bobadilla(1956) y Reyes (1977), de que genéticamente se siga trabajando en maíz con el fin de disponer de variedades con características de planta de menor riesgo, más accesible a cosecha y que además sean productivas.

En lo que compete a la producción del grano en la mazorca (% de grano), efectivamente su principal utilidad es calcular el factor de desgrane para el ajuste del peso de la

Cuadro 3. Prueba de medias (Tukey 0.05) para la variable altura de planta (cm). Rendimiento y adaptación de híbridos de cruza doble y una variedad sintética. Maíz P-V. 1981.

Genotipo	Medias	Significancia
H - 125	302.50	a
H - 133	302.50	a
H - 139 E	296.66	ab
H - 129	295.00	ab
H - 131	295.00	ab
H - 141 E	290.00	ab
CRIOLLO	290.00	ab
H - 137 E	285.00	abc
VS - 22	282.50	abc
H - 28	282.50	abc
H - 127	282.50	abc
H - 140 E	277.50	abcd
H - 135 E	275.00	bcd
H - 24	274.00	bcd
H - 138 E	272.50	bcd
H - 30 E	262.50	cd
H - 136 E	255.00	d

Cuadro 4. Prueba de medias (Tukey 0.05) para la variable altura de mazorca (cm). Rendimiento y adaptación de híbridos de cruzas doble y una variedad sintética. Maíz P-V. 1981.

Genotipo	Medias	Significancia
H - 133	196.25	a
H - 125	192.50	ab
CRIOLLO	192.50	ab
H - 137 E	187.50	ab
H - 129	187.50	ab
H - 141 E	183.75	abc
H - 139 E	180.00	abc
H - 131	180.00	abc
H - 127	177.50	abc
VS - 22	176.25	abcd
H - 28	173.75	abcd
H - 135 E	172.50	bcd
H - 138 E	172.50	bcd
H - 140 E	172.50	bcd
H - 24	164.00	cd
H - 136 E	163.75	cd
H - 30	165.00	d

mazorca a rendimiento de grano; más la comparación de medias (cuadro 5) permite confirmar la diversidad genotípica de este carácter, lo cual pudiera traducirse en la posibilidad de definir la calidad de la mazorca por su contenido de olote respecto al de grano; y esto, en regiones como en el estado de México, donde el maíz presenta variada utilidad al igual que en otras regiones del país (Carias, 1977) permitiría seleccionar algún material para doble propósito: elote y grano.

Al respecto de esta variable resulta interesante analizar que los genotipos propios de áreas de temporal (H-24, H-30, VS-22 y H-28) muestran una tendencia de presentar poco olote y más grano, (88.25, 87.94, 87.28 y 87.05% de grano respectivamente), la cual resulta además de con otras variedades, estadísticamente similar al criollo de la región que presenta 85.65% de grano. Lo interesante de esta situación es que los materiales señalados no son precisamente los más rendidores, por lo que habría que definir la conveniencia socioeconómica de utilizarlos.

Por su parte, el cuadro 6 que presenta los valores medios por genotipo, de los caracteres acame, número de hijos, plantas con cuateo, mazorcas podridas, de plantas jorras, permite apreciar que los valores registrados de dichas variables mostraron un comportamiento muy similar en cuanto a que son relativamente inapreciables. Así se aprecia una media

Cuadro 5. Prueba de medias (Tukey 0.05) para la variable % de grano. Rendimiento y adaptación de híbridos de - cruza doble y una variedad sintética. Maíz P - V. 1981.

Genotipo	Medias	Significancia
H - 24	88.25	a
H - 30	87.94	ab
H - 129	87.36	abc
VS - 22	87.28	abc
H - 28	87.05	abc
H - 127	86.72	abc
H - 135 E	86.66	abc
H - 131	86.32	abcd
H - 125	86.08	abcd
CRIOLLO	85.89	abcd
H - 138 E	85.78	abcd
H - 136 E	85.65	abcd
H - 141 E	85.29	bcd
H - 139 E	85.24	bcd
H - 137 E	84.86	cd
H - 140 E	84.48	cd
H - 133	83.46	d

de 1.3 % de acame, siendo el mayor valor numérico de 1.75% que correspondió al criollo local, y el mínimo con 1.0% en las variedades experimentales H- 140E y H-141E; lo cual sugiere que estas pudieran tener tallos más grueso, fuerte y vigoroso o mayor anclaje por su parte, el número de plantas con hijos apenas tuvo un valor de 3.97, por parcela con tendencia de valores mayores (6.5, 5.75, 5.25 y 5.0) en las variedades adaptadas a condiciones de temporal (H-30, H-24, VS-22 y H-28 respectivamente). El número de plantas que cuatearon fué en promedio de 1.31 plantas por parcela coincidiendo los registros más altos (3.5 y 2) con variedades de las más productivas (H-129 y H-125 en orden, que rindieron 9518 y 12005 kg/ha; las variedades que o cuatearon fueron principalmente las propias de temporal, además de la experimental H-139.. En cambio, de las adecuadas al temporal únicamente H-28 y H-30 observaron de los más altos valores (en escala 1 al 5, donde el valor 1 indica ausencia de pudrición) de mazorcas podridas (4.75 y 3 respectivamente) y de plantas jorras (1.5 y 1.75 plantas por parcela) lo cual sugiere que posiblemente estos materiales presentan menor adaptación a las condiciones de evaluación.



BIBLIOTECA CENTRAL

Cuadro 6. Valores medios por genotipo de características agronómicas. Rendimiento y adaptación de híbridos de cruza doble y una variedad sintética. Maíz P-V 1981.

Variedad	Acame	No. hijos	No. plantas cuatas	No. mazorcas podridas	No. plantas jorras
H - 135 E	1.25	1.5	0.25	1.0	2.0
H - 136 E	1.25	1.75	1.5	0	1.75
H - 137 E	1.25	3.25	1.25	2.5	0.5
H - 138 E	1.37	4.25	1.25	2.0	1.0
H - 139 E	1.12	3.5	0	1.5	1.0
H - 140 E	1.0	1.0	1.25	0.25	0.75
H - 141 E	1.0	3.5	3.0	0.75	1.5
VS - 22	1.25	5.25	0.25	1.75	1.0
H - 24	1.5	5.75	0	1.0	1.0
H - 28	1.25	5.0	0	4.75	1.5
H - 30	1.5	6.5	0	3.0	1.75
H - 125	1.12	5.0	2.0	0.5	0.25
H - 129	1.62	3.75	3.5	1.0	1.75
H - 131	1.5	3.75	1.5	0.75	0.75
H - 133	1.37	3.75	3.0	0.75	0.25
CRIOLLO	1.75	4.75	2.0	1.75	1.0

5.2 Rendimiento de grano

En el cuadro 7 se presenta el análisis de varianza para la variable rendimiento de grano que registró una producción media de 8781 dg/ha. Puede observarse que se obtuvo un coeficiente de variación aceptable (16.84%), lo cual indica poca variabilidad en la información, producto de un adecuado manejo, lo que da confiabilidad a los datos. La igualdad estadística en las repeticiones ($PR > F = 0.7969$) sugieren que el diseño fué el requerido y posiblemente que las condiciones de riego del experimento anularon el principal factor de heterogeneidad edáfica en temporal, que es la humedad. Mientras que las diferencias altamente significativas entre variedades ($PR z F = 0.0001$) confirman la diversidad genotípica entre ellas, y puede por tanto inferirse que por lo menos una variedad es diferente a las demás.

La comparación de medias correspondiente y el % relativo de incremento al criollo local se encuentran en el cuadro 8 como puede observar, hubo una variación en rendimiento desde 12,006 kg/ha de la variedad más rendidora que fué el H-125, lo que representa un 27.3% de superioridad con respecto al testigo, hasta una producción de 4 758 kg/ha correspondiente al H- 136. que fué superado en un 49.5% por el criollo local, habiendo un rango de variación en rendimiento de grano de 7 248 kg/ha. Se aprecia además que el H-125, que es un híbrido de los primeros

que se liberaron en la década de 1950-1960, y que incluso ya no lo produce PRONASE, superó con más de 1 ton/ha al H-131, H-127 y H-133, aunque solo en forma numérica, ya que estadísticamente son similares. Pudiera ser que el H-125 aún cuando resultó muy rendidor actualmente no se encuentre en vigencia debido a que como se detectó en este ensayo, presenta algunas características

Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable rendimiento en kg/ha. Rendimiento y adaptación de híbridos de - cruza doble y una variedad sintética. Maíz P-V 1981.

Factor	G.L.	S.C.	CM	PR > F
Variedad	16	232531091.11	14533193.19	0.0001
Repetición	3	2226655.91	742218.63	0.7969
Error	48	104943217.96	21886317.03	
Total	67	339700964.98		

C.V. = 16.84%

X = 8781.42

inadecuadas tales como alto riesgo de acame, mazorca con posición poco accesible a la cosecha por su altura y plantas con posición poco accesible a la cosecha por su altura y plantas que ahijan entre otras, las cuales en sí son una desventaja, sin embargo, no debe descartarse la posibilidad de

Cuadro 8. Rendimiento de grano en kg/ha, por ciento relativo -
 al testigo y comparación de medias (Tukey 0.05).
 Rendimiento y adaptación de cruza doble y una va --
 riedad sintética. Maíz P-V. 1981.

Genotipo	Rendimiento kg/ha	Significancia	% Relativo al criollo local
H - 125	12 006	a	127.38
H - 131	10 926	ab	116.79
H - 127	10 913	ab	115.78
H- 133	10 255	abc	108.80
H - 129	9 518	bcd	100.98
CRIOLLO	9 425	bcd	100.00
H - 138 E	9 355	bcd	99.25
H - 28	9 347	bcd	99.17
H - 24	9 125	bcd	96.81
H - 137 E	9 084	bcd	96.38
H - 139 E	8 926	bcd	94.70
H - 30	8 235	cde	87.37
H - 141 E	7 845	cdef	83.23
VS - 22	7 548	def	80.08
H - 140 E	6.112	efg	64.84
H - 135 E	5 857	fg	62.12
H - 136 E	4 758	g	50.48

que haya sido un genotipo poco estable en producción, lo cual enfatiza la conveniencia de que una selección implica varias etapas de evolución en las que se muestreen sitios y ciclos con el fin de evitar dar recomendaciones y/o sugerencias erróneas.

El H-133 a pesar de ser un material para zonas de transición (del Bajío a Valles altos, 1800-2250 msnm), se comportó bastante bien en relación a los híbridos experimentales, superándolos en rendimiento.

De los híbridos experimentales, los mejores fueron el H-138 E, H-137E y H-139E, los cuales produjeron 9355, 9084 y 8926 kg/ha, y se ubican en un mismo grupo estadístico en el cual se encuentra también el criollo regional en un nivel numérico superior con 9 425 kg/ha; situación que conjunta a la comparación con el resto de las variedades comerciales, permite inferir que éstas no fueron superadas por los materiales experimentales, rechazado así la hipótesis correspondiente que planteaba la posibilidad de que por lo menos uno de los híbridos experimentales fuera mejor que las variedades comerciales tal y como ha ocurrido en algunas investigaciones (Esquer, 1970; Vega, 1970). Por lo anterior es conveniente que estos materiales experimentales sean evaluados en otros sitios, independientemente de que se introduzca más germoplasma experimental, que sobre todo pueda competir con el criollo

regional, que es un material de la raza "chalqueño" que presenta potencial productivo y excelente adaptación a las condiciones del área donde se desarrolló el experimento.

En lo que compete a la variedad sintética (VS-22) que se evaluó por la importancia que representa económicamente su uso (menos costo de producción), se aprecia que con un rendimiento de 7 548 kg/ha quedó muy por abajo y en un grupo estadístico diferente de las mejores variedades ya señaladas, que fueron cruza dobles y que en promedio rinden 11 025 kg/ha esto es, 3 477 kg de más por hectárea. Los resultados coinciden con Kiesselbach (1945) en cuanto a que las variedades sintéticas no son tan productivas como las cruza dobles, no obstante que con esta información se rechaza la hipótesis planteada en relación a que lo híbridos de cruza doble producen igual que la mayor variabilidad de un sintético podría permitir bajo condiciones de riego, por lo menos igual adaptación que un híbrido de cruza doble (Esquer, 1970; Albrich y Leng, 1974); más sin embargo, es posible que en estos resultados haya influido el efecto ambiental, en cuanto a que la VS-22 tiene particular adaptación para áreas de temporal.

Finalmente el análisis en cuanto al comportamiento de las variedades propias para temporal pero que desarrollaron con riego, indicó que en definitiva el efecto ambiental es decisivo (Reyes, 1973; Ramírez, 1977) y se confirma una vez más que el

rendimiento disminuye conforme las variedades se siembran fuera de la región y/o condiciones para las cuales se han obtenido. Lo anterior en vista de que las variedades referidas : H-28, H-24, H-30 y VS-22 con rendimientos de 9 347, 9 125, 8 235 y 7 548 resultaron inferiores a la mejor variedad que fué H-125 con 12 006 kg/ha; aunque no deben descartarse las posibilidades de H-28 y H-24 que fueron las que le dieron competencia al criollo con similar producción (9425 kg/ha), y quedando además en el mismo grupo estadístico; esto sugiere que es conveniente evaluar los materiales en otros sitios y ciclos. Al respecto de la información, no se rechaza la hipótesis respectiva que consideraba precisamente que los genotipos adecuados para temporal no fueran los rendimientos obtenidos por los mejores híbridos propios para riego.

VI. CONCLUSIONES

- El tipo de variedad o genotipo no determinó un carácter en particular, por lo que se infiere que las diferencias detectadas pudieran atribuirse al efecto ambiental.
- Los caracteres: altura de planta y mazorca, proporción del grano en la mazorca y cuateo, manifestaron influencia en la expresión del rendimiento.
- Bajo condiciones de riego, la mejor variedad en producción y características agronómicas fué el H-127, el cual además de que fué de los más productivos (10 913 kg/ha), presentó menor riesgo de acame y cosecha accesible por su altura de mazorca. Actualmente es una de las variedades comerciales sobresalientes.
- Las variedades experimentales no superaron en producción a las comerciales, sin embargo presentan tendencia de menor riesgo y susceptibilidad al acame, por lo que es conveniente que continúen evaluándose.
- En las condiciones de estudio, la variedad sintética (Vs-22) con un rendimiento de 7 548 kg/ha no superó a los mejores híbridos de cruza doble (H-125, H-131, H-127 y H-133) que en promedio rindieron 11 025 kg/ha. No obstante, es conveniente

continuar evaluando este tipo de materiales por la necesidad de disminuir costos de producción en la compra de semilla híbrida F 1 cada año.

- Los genotipos adaptados a condiciones de temporal (H-28, H-24, H-30 Y VS-22) no superaron en producción a los mejores híbridos para riego, posiblemente por el efecto ambiental; sin embargo entre sus ventajas, algunos de ellos (H-28 y H-24) presentaron las ventajas de mejor porte y similar tipo de mazorca del criollo regional, por lo que debe considerarse su conveniencia socioeconómica en la producción de maíz. En particular el H-28 sigue vigente como uno de los maíces de aceptación comercial.

- Se verificó la excelente adaptación al área de estudio y bajo riego del criollo tipo "chalqueño" que registró un rendimiento de 9 425 kg/ha . Actualmente continúa su producción por preferencia de consumo.

VII. BIBLIOGRAFIA

- ALDRICH, S.R. y E.R. LENG. 1974. Producción moderna del maíz. Edit. Hemisferio Sur. BuenosAires, Argentina. pp 29-37.
- ALLARD, R.W. 1960. Principles of plant breeding. 3a. Ed. Willey New York pp 139-142.
- BOBADILLA, G.L. 1956. La hibridación como método de mejoramiento genético para obtener mejores rendimientos en el cultivo de maíz en México, Tesis Profesional E.N.A. Chapingo, México. 47 p.
- BUCIO, A. L. 1982. Interpretación de la varianza fenotípica cuando se consideran efectos genéticos, ambientales e interacción genético-ambiental. Agrociencia, México 4. pp. 29 - 37.
- BRAURER, H.O. 1969. Fitogenética aplicada. Edit. Limusa Willey S. A. México 477 p.
- CARIAS, V.M.G. 1977. Evaluación de variedades híbridas de maíz comerciales y experimentales. Tesis. I.T.E.M. Monterrey N. L. México, 72 p.
- CASAS, D.E. y E.J. WEELHASEN. 1968. Diversidad genética y heterosis. Fitotécnia Latinoamericana. Vol. 5 pp 253-261.
- DAVALOS, J.A. 1976. Evaluación de híbridos de maíz (*Zea mayz* L) con Germoplasma de clima caliente, húmedo y clima caliente seco. Tesis I.T.E.S.M. Monterrey, N. L. México 37 p.
- DE LA LOMA, J.L. 1975. Genética general y aplicada 5a. Ed. U.T.H.E.A. México pp 367-393.
- ESQUER, T.R. 1970. Estudio comparativo de variedades experimentales y comerciales de maíz (*Zea mayz* L) en Apocada N. L. Tesis I.T.E.S.M. Monterrey, N. L. 68 p.
- ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA. 1975. Guía para la asistencia Técnica Agrícola. Area de Influencia del Campo Agrícola Experimental de Chapingo, Chapingo, México 115 p.
- ESPINOZA, C.A. 1982. Presentación sobre metodología de la in--

- vestigación de maíz. CAEVAMEZ-CIAMEXINIA, SARH 71 p.
- FORSTON, J.R. 2986. El maíz alimento del hombre. Serie de obras literarias 15a edición. Editora e impresora Co-coyoc, S. A. México.
- GARCIA, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación - climática de koppen. Instituto de Geografía. UNAM. México.
- GREEN, J.M. 1948. Inheritance of combining ability in maize hybrids. Journal American. Soc. Agron. Vol., 40 pp 58-62.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS. 1976. Informe anual.
- JUGENHEIMER, W.R. 1959. Obtención de maíz híbrido y producción de semilla. FAO No. 62.
- KIESSELBACH, T.A. 1945. The Detasseling hazard of hybrid seed corn productino. Journal American. Soc. Agron. Vol. 37 pp 806.
- LIN, B. Y. 1977. Ploidy variation in maize endos perm. The Journal of heredity Vol. 68 No. 3 143 p.
- LONQUIST, J.H. 1949. The Development and performance of synthetic varieties of corn. Agronomy Journal. Vol. 41. 153 p.
- MIDENCE, J.A. 1975. Evaluación de híbridos y variedades experimentales y comerciales de maíz (*Zea mays* L) durante - la primavera y verano en Apodaca, N. L. Tesis I.T.E.S.M. Monterrey, N. L. 82 p.
- MUKJERJEE, B.K. et al 1972. Heterosis in intervarietal crosses in maiza (*Zea mays* L.) Plant Breed Abst. 42 (3) 577
- POEHLMAN, J.M. 1974. Mejoramiento Genético de las cosechas. Ed. Limusa, S. A. México pp 263-285.
- RAMIREZ, L.J. 1977. Evaluación en Apocada, N.L. de variedades experimentales y comerciales de maíz (*Zea mays* L.), para el noroeste de México, con germoplasma de clima caliente, húmedo y clima caliente seco. Tesis I.T.E.S.M. Monterrey, N.L. 69 p.
- REYES, M.C.A. 1973. Evaluación de variedades mejoradas de maíz (*Zea mays* L.) Para tierras bajas del noroeste de México. Tesis I.T.E.S.M. México 87 p.
- REYES, C.P. et al 1955. El maíz híbrido para tierra caliente, Programa cooperativo de agricultura de la S.A.G. de

México y la Fundación Rockefeller. Folleto de Divulgación No.18 pp 27-33.

- RICHEY, F.D. 1946. Hybrid vigor and Corn breeding. Journal of the American Society of Agronomy # 38-841 p.
- ROBLES, R. 1971. Terminología Fitogenética y Citogenética. Edit Herrero Hnos., México 75 p.
- ROBLES, R. 1975. Producción de granos y forrajes. Cultivo del maíz (*Zea mays* L.) Edit. Limusa, S.A. México 82 p.
- ROBLES, P.R. 1992. Producción y productividad de generaciones avanzadas en híbridos dobles de maíz de temporal. Tesis profesional. E.S.A. - U.A.N. Xalisco, Nay. 70 p.
- SANCHEZ, M.E. Y R. ESTANZUELAS. 1952. Genética General y Agrícola. Ed Salvat Editores. Barcelona, España. pp 198-200.
- SECRETARIA DE DESARROLLO AGROPECUARIO. 1991. Programa de calidad y productividad en el sector agropecuario del Estado de México 256 p.
- SALOMON, A.A. 1977. Estudio comparativo de dieciseis variedades e híbridos de maíz (*Zea mays* L) de germoplasma, clima caliente húmedo y caliente seco en tres localidades del noreste y noroeste de México. Tesis. I.T.E.S.M. Monterrey, N.L. 95 p.
- SINNOT, E.W. y L.C. DUNNY. 1961. Principios de Genética. 9a. Edición Edit. Omega, S. A. Barcelona España. pp 289-296.
- TERAN, P.R.D. 1979. Evaluación de variedades comerciales y experimentales de maíz. Tesis, I.T.E.S.M. Monterrey, N.L. México, 68 p.
- VEGA, L.R.A. 1970. Evaluación de variedades mejoradas de maíz (*Zea mays* L) durante el verano en Apocada, N.L. Tesis. I.T.E.S.M. Monterrey, N.L. 79 p.
- WELHAUSEN, H.S. 1951. El maíz híbrido y su utilización en México. Oficina de estudios especiales, SAG. Folleto técnico No. 6. 157 p.



BIBLIOTECA CENTRAL