

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



" Obtención de Híbridos Rendidores Precoces Para la
Región Maicera del Bajío "

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
FITOTECNISTA
P R E S E N T A
FRANCISCO JAVIER FLORES MENDOZA

Las Agujas Mpio. de Zapopan Jalisco 1981

Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal. 26 de Febrero de 1981

C. ING. LEONEL GONZALEZ JAUREGUI
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
P R E S E N T E

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____

FRANCISCO JAVIER FLORES MENDOZA Titulada:

" OBTENCION DE HIBRIDOS RENDIDORES PRECOCES PARA LA REGION
MAICERA DEL BAJIO. "

Damos nuestra aprobación para la Impresión de la misma

DIRECTOR



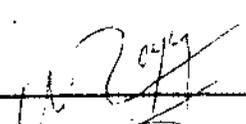
ING. MANUEL OYERVIDES GARCIA

ASESOR

ASESOR



ING. SALVADOR MENA MUNGUIA



ING. RAYMUNDO VELASCO NUÑO

AGRADECIMIENTO

A la Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara por los conocimientos ahí adquiridos.

Al Ing. M.C. Manuel Oyervides García, por la Dirección -- del presente estudio, su desinteresada motivación y preocupación por mi superación.

Al Ing. M.C. Raymundo Velázco Nuño, por su participación-- en el presente trabajo y por haberme iniciado en la Investigación Agrícola.

Al Ing. Salvador Mena Munguía, por su Asesoría a la pre-- sente investigación y su disponibilidad para ayudarme.

Al Instituto Mexicano del Maíz, de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", por haber proporcionado la -- cruza simple utilizada.

A todo el personal de la Sub-estación Ciénega de Chapala-- del INIA, pero de manera especial a los Ingenieros Fran-- cisco Armando Rodríguez A. y Roberto Herrera M., por su -

labor en las actividades de campo.

Al Ing. Raúl Martínez López, Delegado de Conafrut en la región Zona Centro, por las facilidades prestadas, para la -- terminación de éste trabajo.

A mis maestros y sobre todo a los Ingenieros Antonio Sandoval M. y Julian Sánchez G., quienes siempre tuvieron atenciones para conmigo.

A la Srita. Silvia H. Terrón Ibarra, por su paciencia y -- disposición para realizar el trabajo de mecanografía.

Al Sr. Mario López Reyna por su colaboración para la realización de los análisis estadísticos.

A mis compañeros y amigos, pero en forma muy especial a: -- Oscar Rivas, Arturo D. Terrón, Héctor Almaraz, Ernesto Preciado y Carlos Díaz, quienes con su amistad y compañerismo fueron determinantes para mi formación.

DEDICATORIAS

A mi mamá Cuca y mi tía Severa; sacrificio y firmeza en pos de mi formación, con todo cariño, gracias por todo.

A mi Padre, con profunda admiración y cariño.

A la memoria de mi Abuelita Petra y mi Nina Carmen.

A Tita con cariño de hermano.

Al Ing. M. C. Manuel Oyervides García, como un reconocimiento a su amistad y gran capacidad.

A mis tíos, tías y primos, en especial a mis tías Pachita, Elvira y Porfíria, quienes siempre se preocuparon -- por mi superación.

C O N T E N I D O

| | PAG. |
|--|------|
| LISTA DE CUADROS. | viii |
| I. INTRODUCCION. | 1 |
| II. REVISION DE LITERATURA. | 4 |
| 2.1 Estructura de la planta de maíz | 4 |
| 2.2 Heterosis | 7 |
| 2.3 Hibridación | 9 |
| 2.4 Endogamia | 12 |
| 2.5 Diversidad genética | 14 |
| III. MATERIALES Y METODOS. | 16 |
| 3.1 Area de trabajo | 16 |
| 3.2 Material genético | 17 |
| 3.3 Diseño y parcela experimental | 19 |
| 3.3.1 Diseño. | 19 |
| 3.3.2 Parcela experimental. | 19 |
| 3.4 Características estudiadas. | 20 |
| 3.5 Análisis estadístico. | 21 |
| 3.5.1 Análisis de varianza para látice. . . | 21 |
| 3.5.2 Análisis de varianza para bloques al- azar. | 22 |
| 3.5.3 Análisis conjunto | 24 |

| | PAG. |
|--|------|
| 3.5.4 Estimaciones de heterosis | 25 |
| 3.5.5 Estimación de correlaciones | 26 |
| IV. RESULTADOS. | 27 |
| 4.1 Análisis de varianza generales | 27 |
| 4.2 Estimación de heterosis. | 30 |
| 4.3 Comparación de medias. | 30 |
| 4.4 Correlaciones. | 35 |
| V. DISCUSION | 39 |
| 5.1 Análisis de varianza general | 39 |
| 5.2 Estimaciones de heterosis. | 41 |
| 5.3 Comparación de medias. | 42 |
| 5.4 Correlaciones. | 43 |
| VI. CONCLUSIONES. | 45 |
| VII. BIBLIOGRAFIA | 47 |

LISTA DE CUADROS

| CUADRO | | PAGINA |
|--------|--|--------|
| 1 | CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS Y CLIMATOLOGIA DE LAS ZONAS DE EVALUACION. | 17 |
| 2 | ANALISIS DE VARIANZA PARA UN DISEÑO LATICE PARCIALMENTE BALANCEADO. | 22 |
| 3 | TIPO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA EL DISEÑO DE BLOQUES AL AZAR. | 23 |
| 4 | ESTRUCTURA DE UN ANALISIS DE VARIANZA PARA UN EXPERIMENTO REPETIDO EN LOCALIDADES CON DISEÑO EN BLOQUES AL AZAR. | 25 |
| 5 | CUADRADOS MEDIOS DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS CARACTERES EVALUADOS EN LOS EXPERIMENTOS; 1 (OCOTLAN, JAL.), 2 (CD. GUZMAN, JAL.), 3 (TEPATITLAN, JAL.) Y DEL ANALISIS COMBINADO DE LAS LOCALIDADES 1 Y 2. . . | 28 |
| 6 | COMPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO DE MAZORCA EN KGS/HA. DE LAS CRUZAS Y LOS TESTIGOS EN CADA UNA DE LAS LOCALIDADES Y- | |

| | PAGINA |
|--|--------|
| COMBINANDOLAS, ASI COMO EL % DE HETEROSIS- (h). | 31 |
| 6A MEDIAS GENERALES Y <u>DMS</u> PARA EL CARACTER -- RENDIMIENTO EN CADA UNA DE LAS LOCALIDADES Y COMPARANDO LAS LOCALIDADES DE CD. GUZMAN Y OCOTLAN, JAL.. . . . | 34 |
| 7 COMPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO, DIAS A FLORACION, ALTURA DE PLANTA (CM.) Y AL-- TURA DE MAZORCA (CM.) ENTRE 17 DE LOS ME-- JORES HIBRIDOS, DOS MEJORES TESTIGOS Y LA- VARIEDAD SINTETICA VS-201, COMBINANDO TO-- DAS LAS LOCALIDADES. | 36 |
| 8 COEFICIENTE DE CORRELACION ENTRE LOS PARES POSIBLES DE CARACTERES COMBINANDO DOS LO-- CALIDADES EXPERIMENTALES. | 37 |

I.- INTRODUCCION

El maíz ocupa el tercer lugar entre los granos alimenticios del mundo después del arroz y del trigo. La importancia del maíz se puede medir según la superficie sembrada (110 millones de hectáreas en el mundo) y por el volúmen de cosecha (300 millones de toneladas).

La mitad de la superficie maicera del mundo se siembra en los países en desarrollo de Asia, Africa y América Latina; empero solo un cuarto de la cosecha mundial se obtiene allí. Esta contradicción se debe a los bajos rendimientos. Por otro lado, en 1976, los países industrializados de Europa y Norteamérica cosecharon un promedio de 4600 kg./ha., mientras que los países en desarrollo promediaron solo 1200 kg./ha. (CIMMYT 1976).

Los bajos rendimientos en los países en desarrollo ofrecen una amplia oportunidad para mejorarlos. Esta mejora podría beneficiar a por lo menos 500 millones de seres que consumen maíz como alimento.

Historicamente, el mejoramiento de maíz en los países en desarrollo ha afrontado varias restricciones, que son a saber:

1.- Se necesitan variedades que sean más estables en su - -

rendimiento.

- 2.- Que tengan un porte más bajo de planta.
- 3.- Mayor resistencia a plagas y enfermedades.
- 4.- Período de crecimiento más corto.
- 5.- Mayor calidad de proteínas.
- 6.- Producción de granos más eficiente.

En México, el maíz sigue siendo el cultivo más importante; y como nuestro país es parte integrante del grupo de países en desarrollo, se ve afectado por las anteriores -- restricciones; porque las condiciones agroambientales difíciles en las que se desarrolla un sector importante de -- nuestra agricultura hacen imperiosa la necesidad de encaminar los programas de mejoramiento a la obtención de plantas que se adapten más eficientemente a tales condiciones y así superar las mencionadas restricciones.

En maíz, se intenta desarrollar variedades que presenten mayor tolerancia a la sequía, al frío, al calor y a los problemas del suelo. Un paso importante, se considera la -- obtención de variedades de ciclo precoz, lo que originaría una reducción en las necesidades hídricas y un menor porcentaje de riesgos a heladas tempranas, con el consiguiente aumento en los rendimientos de zonas con precipitaciones -- insuficientes para producción de maíces tardíos, los cuales se utilizan indiscriminadamente en dichas zonas.

Esta situación estimuló a la realización de la presente investigación, la cual tuvo como objetivo fundamental el

siguiente:

Obtener un híbrido con características de:

- 1.- Porte bajo de planta, con el objeto de reducir los - -
riesgos por acame.
- 2.- Buena estabilidad de rendimiento, tratando de obtenerla
por la explotación de la heterosis.
- 3.- Precocidad, la cual se está tratando de incorporar me--
diante hibridación

El híbrido producto de este proceso se pretende que --
funcione en áreas de la región Bajío, donde la precipita- -
ción pluvial no es suficiente para que cumplan su período-
de crecimiento maíces de ciclo tardío pero suficiente para-
los de ciclo precoz.

II.- REVISION DE LITERATURA

2.1.- Estructura de la planta de maíz.

Castro (1973) menciona que desde hace tiempo los mejoradores de plantas han visto la necesidad de modificar -- drásticamente la arquitectura básica de los cultivos para -- aumentar su productividad. Los mejoradores de sorgo, trigo -- y arroz han logrado incrementos considerables con variedades enanas al reducir pérdidas por acame, aumentar la densidad de población y dosis de fertilización.

En una ponencia presentada en Puebla en la III reunión nacional de investigadores del programa de maíz y sorgo del INIA, Ramírez (1977) señala que algunos cambios en la morfología de la planta de maíz permitirían obtener genotipos -- más eficientes, los que sometidos a prácticas culturales -- convenientes, podrían aprovechar mejor los recursos naturales disponibles.

El mismo ponente concluye que algunas modificaciones -- morfológicas pueden ser útiles para la obtención de mejores rendimientos; siendo posible mediante mejoramiento genético -- la modificación del área foliar (la situada arriba de la -- mazorca), altura de la planta, ángulo foliar, y tamaño de --

la espiga, y recomienda estudiar con mayor énfasis las características morfológicas relacionadas con la productividad de la planta. Lo anterior también ha sido manifestado con anterioridad por un gran número de investigadores.

El CIMMYT en una revisión de sus programas en 1976, menciona que una de las restricciones para el mejoramiento del maíz es la altura de la planta, y que es importante encaminar el mejoramiento hacia tipos de planta de porte más bajo, ya que éste porte más bajo de planta ha reducido el acamado y se ha encontrado que las plantas bajas toleran densidades más altas de población. Concluye que éstos dos factores han añadido 2 ton./ha. de grano extra en regiones con clima tropical.

Sprague (1969), citado por Ramírez (1977), menciona que la altura elevada de la planta y mazorca, presenta como principal desventaja la gran susceptibilidad de las plantas al acame por el viento. El acame se vuelve un elemento crítico cuando las densidades de siembra aumentan, ya que la altura de la planta se incrementa cuando aumenta la población, hasta un máximo en donde decrece nuevamente, éste fenómeno limita el empleo de variedades altas en condiciones de cultivo intensivo.

Según Castro (1973), el maíz, al competir por la supervivencia con otras especies, desarrollo entre otros mecanismos de defensa, la capacidad de crecer más alto para asegurar su dotación de luz y a la vez para sombrear a las demás especies competitivas y hace mención a algunas observaciones de Campbell (1965) en las que muestra que los maí-

ces altos tienen una ventaja competitiva sobre las malezas -- que los híbridos enanos no poseen, y por esa razón en el -- pasado los agricultores estaban obligados a sembrar maíces -- altos, pero ahora con el avance en el control de malezas -- los maíces altos ya no son esenciales.

Como conclusión a lo anterior Brown (1976) reporta que el límite máximo de productividad puede aumentarse mediante el desarrollo de plantas con un mayor grado de eficiencia -- fotosintética o por el empleo de prácticas perfeccionadas -- de cultivo para aumentar la eficiencia por hectárea. Las -- plantas de maíz híbrido, utilizan con mayor eficacia la -- energía solar en la producción de granos, y su tamaño más -- pequeño hace posible un aumento notable en el número de -- plantas por hectárea.

2.2.- Heterosis.

Brauer (1978), menciona que los estudios sobre heterosis y vigor híbrido en forma organizada y amplia en maíz -- fueron iniciados por East y Jones (1919).

Poehlman (1974) define el vigor híbrido como el incremento en tamaño o en vigor de un híbrido con respecto al -- promedio de sus progenitores. Menciona también que se ha -- usado el término heterosis para denotar el incremento en -- tamaño y vigor después de los cruzamientos y que por consiguiente éstos dos términos se han utilizado indistintamente.

Según Shull (1952), mencionado por Velázquez (1978), - heterosis es la expresión del incremento de vigor, tamaño de fruto, aumento de desarrollo y resistencia a enfermedades y plagas; lo cual se manifiesta entre cruzas entre especies.

Poehlman (1974) presenta dos teorías para entender el vigor híbrido. La más aceptada supone que el vigor híbrido es el resultado de reunir genes dominantes favorables. Según esta teoría, los genes que son desfavorables son recesivos. La otra teoría explica la heterosis en base a la superioridad de la heterocigocidad sobre la homocigocidad. Por tanto en base a ésta teoría, el individuo más vigoroso es el que tiene el mayor número de alelos heterocigóticos.

Por su parte Elliot (1967) menciona que la mayoría de los investigadores están de acuerdo en que la heterosis es un fenómeno complejo de herencia cuantitativa siendo generalmente las características que muestran mayor heterosis -

aquellas que son modificadas en menor grado por el ambiente. Concluye que la utilización de la heterosis es tal vez el objetivo más general en el mejoramiento de plantas cultivadas alogamas. Allard (1975) señala que la heterosis puede manifestarse además de tamaño y productividad, de muchos otros modos. Por ejemplo en frijol, híbridos F_1 presentaron mayor número de nudos, hojas y vainas que sus progenitores, aunque el tamaño total de las plantas no lo fué. En otros híbridos aumenta la velocidad del crecimiento pero no el tamaño en la madurez. Otra manifestación de heterosis es, mayor precocidad en la F_1 que en los progenitores, acompañada a veces por una disminución en el peso total de la planta. Finalmente este autor indica otros reportes con relación a esto como son: mayor resistencia a plagas y enfermedades, aumento de tolerancia a climas adversos y otras manifestaciones de mejor adaptación.

Poehlman (1974) menciona que en maíz algunas otras características que reflejan el vigor híbrido son: mayor vigor, mayor tamaño de las hojas, mayor tamaño del sistema radical, mayor número de raíces, mayor tamaño de mazorca o espiga, mayor número de grano y mayor tamaño de las células. Jugenheimer (1976) añade otras como son, un mayor número de frutos y mayor peso de éstos, así como incremento en tamaño o número de otras características internas y externas de la planta.

Jugenheimer (1976) hace un análisis de la heterosis la cual se manifiesta a sí misma principalmente en las plantas de la generación F_1 provenientes de semilla. Por lo tanto,-

es necesario repetir los cruzamientos para cada cosecha. La importancia y la utilización de la heterosis depende de los incrementos del rendimiento, de la adquisición de otros caracteres agronómicos deseados, de la facilidad de la hibridación, o del bajo costo de la producción de semilla. La planta de maíz satisface estos requisitos de una manera excepcional.

2.3- Hibridación.

De la Loma (1973) menciona que el objetivo inmediato de la hibridación es la producción de ejemplares que presenten combinaciones o agrupaciones de caracteres favorables y generalmente mayor vigor. También el mismo autor señala que aún cuando por medio de la selección el hombre ha conseguido resultados interesantísimos, éste procedimiento lo limita a escoger lo que hay en una población. En cambio con la hibridación se pueden llegar a reunir en un solo tipo los caracteres de otros dos o de otros varios, y obtener así individuos más aptos desde distintos tipos de vista.

Con relación a lo anterior, también Elliot (1967) señala que el objeto de la hibridación controlada en el mejoramiento de cultivos, es concentrar complejos deseables de genes en las poblaciones en reproducción y, promover la máxima utilización de la heterosis.

Poey (1978) justifica el uso de hibridación en los

programas de mejoramiento. Entre otras razones de tipo económico-social, hace referencia a la disponibilidad de materiales uniformes y máximo nivel heterótico en la progenie híbrida F_1 .

Shull (1908) y Jugenheimer (1976) mencionados por Ramírez (1980) coinciden en que el objetivo del mejorador de maíz no debe ser el de encontrar la mejor línea pura, sino encontrar y mantener la mejor combinación híbrida.

Según Jugenheimer (1976) sabemos que la hibridación ha sido uno de los métodos de mejoramiento que más se ha empleado para aumentar la capacidad de rendimiento en maíz y quizá sobre el que más se ha trabajado. Este método de mejoramiento abarca varios tipos de hibridación, algunos de los cuales son:

Hibridación intervarietal.- Este tipo de hibridación utiliza cruzamientos de la primera generación entre variedades de polinización libre de maíz como medio para obtener mayores rendimientos. Poehlman (1965) señala que desde tiempos remotos, se han obtenido híbridos intervarietales, método que aunque nunca se ha generalizado para la obtención de semilla de alto rendimiento, proporcionó la primera información sobre heterosis en rendimiento de maíz y estimuló a la producción de maíz híbrido, como se le conoce desde 1920.

Hibridación Interespecífica.- Brauer (1976) menciona que si consideramos que conforme las variedades van siendo más diferentes, también originan a razas, subespecies y finalmente especies diferentes, podríamos decir correctamente que las especies son un extremo de diferencia varie-

tal, y por consiguiente, cuando se hagan cruzamientos inter específicos debería esperarse un máximo de heterosis. Pero también existe el riesgo de que cuando la divergencia entre las especies es demasiado grande, los híbridos resultantes presenten un alto grado de esterilidad y deficiencia, pudiendo llegar a una incapacitación fisiológica para sobrevivir.

Según Lonquist (1974) mencionado por Jugenheimer (1976) una discusión de sistemas de mejoramiento debe incluir el desarrollo y mejoramiento de líneas, el mejoramiento de las poblaciones y el mejoramiento de los cruzamientos.

Jugenheimer (1976) señala, que el maíz híbrido se produce al cruzar líneas endocriadas seleccionadas y que la obtención o el desarrollo de líneas es por lo tanto el primer requisito de un programa de maíz híbrido. Indica también que las líneas endocriadas son relativamente homogotas, es decir, materiales puros, para reproducción; y que estas son desarrolladas mediante endocria controlada y selección.

Jugenheimer (1976) hace mención de algunos tipos de cruza como son:

Cruzas simples.- Estas cruza se hacen combinando dos líneas puras, estas, tienden a ser de rendimiento ligeramente mayor y más uniformes en las características de la planta y la mazorca que otros tipos de híbridos.

Cruzas dobles.- Cruza entre dos cruza simples, por muchos años las cruza dobles constituyeron el tipo de hí-

brido de uso más generalizado. Las cruza dobles son ligeramente más variables en los caracteres de la planta y la mazorca que las cruza simples o triples.

Cruza triples o de tres elementos.- Es la cruza entre una cruza simple y una variedad o línea, generalmente la semilla producto de ésta cruza es menos costosa de producir que la de cruza simples, aunque más cara que las cruza dobles.

En apoyo a estas cruza, Chávez (1977) menciona que con frecuencia se pueden obtener mayores rendimientos con una cruza triple que con una cruza doble. No obstante las plantas de una cruza triple no son tan uniformes como las de la cruza simple, debido a que en la mayoría de los casos no es posible que combinen bien todos los pares de genes de las tres líneas para caracteres favorables.

Peña (1973) evaluó 12 cruza triples, encontrando que la mayoría de éstas cruza superó a los testigos hasta con un 12.9% en localidades de Sinaloa y Tamaulipas. Por lo que sugiere la continuación de la investigación con ésta clase de cruza.

2.4- Endogamia.

Darwin (1876) según Jugenheimer (1976) parece haber sido el primer investigador que realizó experimentos de endogamia en maíz. Encontró que la autofecundación reducía

el vigor de la planta y que las plantas cruzadas eran más vigorosas que la planta y que las plantas cruzadas eran -- más vigorosas que las plantas autofecundadas.

Jugenheimer (1976) señala que las líneas puras de --- maíz pueden desarrollarse a partir de variedades de poli-- nización libre, híbridos, sintéticos y compuestos.

Brauer (1978) menciona que las líneas de una sola autofecundación ó S_1 , se han usado para producir híbridos en un plazo relativamente corto, pero, que con éstas líneas - se corre el riesgo de perder las líneas básicas, puesto -- que estas no son en realidad líneas, sino plantas que to-- davía segregan intensamente. Señala también que es de ante-- mano conocido que el híbrido es considerablemente variable debido a ésta misma segregación. El mismo autor señala el caso del híbrido H-1 producido para la altiplanicie de -- México y otros obtenidos para el Bajío.

Shull (1910), mencionado por Ramírez (1980) llega a-- la conclusión en trabajos referentes a endocria que, com-- parandolas con la variedad original, las líneas autofecun-- dadas son inferiores en cuando a su capacidad productiva, - porte de planta y fenotipo en general, siendo éstos efec-- tos más marcados en las primeras generaciones de autofe-- cundación.

Basándose en sus experiencias en México, Wellhausen y colaboradores (1955), mencionados por Elliot en (1967), -- proponen el uso de líneas S_1 para la producción de cruza-- comerciales, sin embargo a la vez reportan algunos inconve-- nientes al uso de las mismas que son:

1) Retienen alrededor del 50 % de la heterocigocidad de las variedades de polinización abierta, y como son tan variables y vigorosas, no es posible eliminar las contaminaciones en las parcelas de multiplicación.

2) Las líneas S_1 retienen tanta variabilidad genética que la selección ya sea natural o artificial será importante para ocasionar cambios en la constitución genética de la línea.

El uso de líneas de una sola autofecundación como progenitores de híbridos es posible según Brauer (1973), siempre que se tome en cuenta que la población usada para reproducir, representa la heterogeneidad propia de la variedad y evitar las desviaciones genéticas debidas a endogamia.

2.5- Diversidad genética.

Desde hace tiempo se tienen evidencias de que la diversidad genética juega un papel muy importante en la manifestación del vigor híbrido. Algunos mejoradores presentan resultados de cruzas de genotipos de diferente origen y concluyen que la heterosis aumenta con la diversidad genética, (Castro et al., 1968; Moll et al., 1962; Moll et al., 1965; Paterniani, 1963; Rivera, 1977; Velázquez, 1978. No obstante Moll et al (1962) indican que el aumento de la heterosis está dentro de un rango estricto de diver-

gencia genética, ya que las cruas extremadamente divergentes resultan algunas veces en una disminución de la heterosis.

Kuleshov (1933) mencionado por Jugenheimer (1976) reporta que la diversidad genética es necesaria para desarrollar híbridos de comportamiento superior.

Hayes e Immer (1942) mencionados por Jugenheimer (1976) enunciaron que la diversidad genética puede tener igual o mayor valor que la aptitud combinatoria.

De un trabajo sobre hibridación efectuado por Richey (1922), y de los resultados obtenidos por Hayes y Olsen (1919), mencionados por Allard (1975), se llegó a la conclusión de que los cruzamientos entre genitores de diferentes orígenes producen mayor heterosis que los cruzamientos entre genitores más relacionados.

Apoyando esto, Brauer (1978) reporta estudios efectuados sobre cruzamientos entre razas mexicanas de maíz (Bucio 1954; Barrientos 1962; Castro 1964; Sandoval 1964).

III.- MATERIALES Y METODOS

3.1.- Area de trabajo.

El presente trabajo se realizó en el área de influencia del Centro de Investigaciones Agrícolas del Bajío, como parte del programa de mejoramiento genético de maíz del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas en dicho Centro.

Los híbridos se formaron en el campo agrícola experimental con que cuenta la Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara en las cercanías de "La Huerta", Jalisco, cuyas características se mencionan a continuación:

Localización geográfica (Datos INIA, 1971):

Latitud Norte.....19° 28'

Longitud Oeste....104° 38'

Altitud500 m.s.n.m.

Principales características climatológicas (INIA 1971):

Temperatura media anual.....25.2 °C

ClimaC(oip)A(a')

Precipitación media anual...1105.5 mm.

La evaluación de los híbridos se llevó a cabo en tres localidades, que fueron, cd. Guzman, Jal., Ocotlán, Jal., y

Tepatitlán, Jal. Las características geográficas y la climatología de cada una de dichas localidades se presenta en el siguiente cuadro:

| ZONA DE EVALUACION | LATTITUD | LONGITUD | ALTTUD | TEMP. MEDIA ANUAL | PREC. MEDIA ANUAL | CLIMA |
|---------------------|----------|----------|--------|-------------------|-------------------|------------------|
| Cd. Guzmán, Jalisco | N19°41' | W103°28' | 1520 m | 20.2°C | 731.6mm. | (A)C(Wb)(W)a(i') |
| Ocotlán, Jalisco | N20°17' | W102°45' | 1527 m | 21.7°C | 818.8mm. | (A)C(Wb)(W)a(e)g |
| Tepatitlán, Jalisco | N20°43' | W102°42' | 1960 m | 19.4°C | 981.2mm. | BS,Kw(e)g |

CUADRO 1 CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS Y CLIMATOLOGIA DE LAS ZONAS DE EVALUACION. (E. GARCIA, 1973).

3.2.- Material genético.

Los materiales básicos a partir de los cuales se realizó el presente estudio son:

A) Líneas de una sola autofecundación que se obtuvieron a partir de la variedad sintética VS-201 cuyas características agronómicas son las siguientes:

Es una variedad sintética precoz, derivada de la variedad Cafime que a su vez proviene de la raza denominada Bolita. Esta variedad sintética es apropiada para su cultivo en zonas temporaleras de la región semiárida, o sea en áreas con escasa y mal distribuida precipitación, o bien en siembras muy retrazadas en áreas más favorecidas de El Bajío.

Las características más importantes de ésta varie--

dad son: a) Altura promedio de planta, 2.30 mts.; - -
 b) Buena apariencia de la misma con cierta tolerancia al acame; c) Su floración masculina promedio es de 55-65 días, completando su ciclo vegetativo aproximadamente en 105-115 días; d) Su grano es de color blanco; e) La mazorca presenta alguna tolerancia al daño de insectos y enfermedades.

La obtención de las líneas se llevó a cabo en Cd. Guzmán, Jal., en una siembra sometida a una densidad de población de 100 000 plantas por hectárea.

B) La cruz simple superenana desarrollada por el Instituto Mexicano del Maíz de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), la cual posee la siguiente genealogía: SSE3 x SSE5. Dicha cruz es producto del cruzamiento entre 2 de las 10 mejores líneas obtenidas por Castro (1973) en Cortazar, Gto. derivadas éstas de la cruz entre una planta de una colección de maíz amarillo de Argentina hecha por el Ing. Juan Carlos Rossi a la que denominó "tallocuadrado" y la retrocruza ((Puebla gpo. I) x (Tuxtepeco braquítico)) x (Puebla gpo. I)#. Se tienen evidencias de la excelente habilidad combinatoria de la cruz citada, razón por la cual ésta cruz se utilizó con el fin de desarrollar híbridos rendidores, de probar la aptitud combinatoria de las líneas y de bajar en cierta medida el porte de la planta.

Las características agronómicas de esta cruz sim--

ple se describen a continuación:

82 días a floración, 52 cm. de altura de mazorca, --
calificación a Helminthosporium (1-5) 1.0, rendi- --
miento en mazorca al 15 % de humedad, 15 ton./ha., --
rendimiento en grano al 15 %, 12.5 ton./ha.

Cabe señalar que la cruza simple superenana (SSE3 x --
SSE5) se sembró en 3 fechas diferentes, para hacer coinci--
dir la dehiscencia del polen sobre los estigmas de las lí- -
neas. Las fechas de siembra fueron:

1ª fecha de siembra cruza simple: 19-XII-79

2ª fecha de siembra cruza simple: 27-XII-79

La fecha de siembra de líneas : 2- I -80

3ª fecha de siembra cruza simple: 2- I -80

También es importante mencionar que los híbridos fue--
ron formados en lote aislado para evitar mezclas genéticas--
con otros maíces.

3.3.- Diseño y parcela experimental.

3.3.1.- Diseño.

El diseño utilizado fue, para Ocotlán y Cd. Guzmán, un
látice simple 8 x 8 (2 rep.) y para la localidad de Tepati-
tlán, Jal., el diseño utilizado fue de bloques al azar con 2
repeticiones y un total de 64 tratamientos.

3.3.2.- Parcela experimental.

La parcela experimental consto de 2 surcos con 26 ----

plantas cada surco y sembrado a una densidad de 60 000 ----
plantas por hectárea, sembrando 2 semillas por golpe para -
asegurar la emergencia para después arralar a una planta --
por mata.

3.4.- Características estudiadas.

Las características objeto de estudio en el presente -
trabajo fueron:

- 1.- Días a floración masculina.- Expresada como el nú-
mero de días transcurridos desde la siembra hasta-
que el 50 % de plantas de la parcela total estaban
en período de antesis.
- 2.- Altura de planta.- Distancia en centímetros, com--
prendida de la superficie del suelo al punto supe-
rior de inflexión de la espiga.
- 3.- Altura de mazorca.- Distancia en centímetros com--
prendida entre la superficie del suelo y el nudo -
de inserción de la mazorca superior.
- 4.- Acame de tallo.- Registro a la cosecha de el núme-
ro de plantas con tallo quebrado o torcido. Para -
estimar esta variable se consideraron como plantas
acamadas a aquellas que mostraron una inclinación-
mayor de 30° con respecto a la vertical.
- 5.- Acame de raíz.- Registro a la cosecha de plantas -
completamente caídas o con inclinaciones mayores -
de 30° con respecto a la vertical.

- 6.- Mazorcas podridas.- Se calculó contando el número de mazorcas que a la cosecha presentan pudriciones.
- 7.- Mazorcas sanas.- % de mazorcas libres de pudrición.
- 8.- Rendimiento.- Se calculó mediante la fórmula siguiente; $(V1*V2*V3/V4)52(FC/10\ 000)$ donde:
- V1= Peso húmedo o de campo.
- V2= % de Materia Seca.
- V3= % de Grano
- V4= Número de plantas cosechadas.
- FC= Factor de conversión.

3.5.- Análisis estadístico.

Los análisis estadísticos se llevaron a cabo de las siguientes formas:

3.5.1.- Análisis de varianza para látice.

Dicho análisis se utilizó para las localidades de Ocotlán, Jal. y Cd. Guzmán, Jal. y esta basado en el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_i + \tau_k + \beta_{ij} + e_{ijk} \quad \text{donde:}$$

$i = 1, 2, \dots, r$ repeticiones.

$j = 1, 2, \dots, b$ bloque.

$k = 1, 2, \dots, t$ tratamiento.

Y_{ijk} = Valor observado en la unidad experimental correspondiente al k-esimo tratamiento ubicado en el j-esimo bloque dentro de la i-esima repeticion.

μ = media.

α_i = Efecto de la i -ésima repetición.

τ_k = Efecto del k -ésimo tratamiento.

β_{ij} = Efecto del j -ésimo bloque dentro de la i -ésima repetición.

e_{ijk} = Error asociado con la unidad experimental (ijk).

El cuadro de análisis para dicho modelo se presenta a continuación:

Cuadro 2 .- Análisis de varianza para un diseño látice parcialmente balanceado.

| Factor de variación | Grados libertad | SC | CM |
|---|-----------------|--------|--------|
| Repeticiones | $(r-1)$ | SCR | CMR |
| Tratamientos (sin aj.) | (k^2-1) | SCT | CMT |
| Bloques dentro de repeticiones (ajust.) | $r(k-1)$ | SCB(R) | CMB(R) |
| Error intrabloque | $(k-1)(rk-k-1)$ | SCE(I) | CME(I) |
| Total | (rk^2-1) | | |

3.5.2.- Análisis de varianza para bloques al azar.

Este tipo de análisis se utilizó para la localidad de Tepatitlán, Jal. y se basó en el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + e_{ij} \quad \text{donde:}$$

Y_{ij} = Es la i -ésima observación de la j -ésima repetición.

μ = La media general.

τ_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

β_j = Efecto de la j -ésima repetición.

e_{ij} = Error aleatorio.

El cuadro de análisis para éste modelo está descrito a continuación.

Cuadro 3.- Tipo de análisis de varianza para el diseño de bloques completos al azar.

| Factor de variación | Grados libertad | CM | Fo |
|---------------------|-----------------|-----|---------|
| Repeticiones | $r-1$ | CMR | CMR/CME |
| Tratamientos | $t-1$ | CMT | CMT/CME |
| Error | $(r-1)(t-1)$ | CME | |
| Total | $rt-1$ | | |

Para la comparación de medias se utilizó la prueba de la Diferencia Mínima Significativa (DMS), utilizando para ello la siguiente fórmula:

$$DMS = \underline{t} \frac{2S^2}{r} \quad \text{donde:}$$

S^2 = Es el cuadrado medio del error.

r = Número de repeticiones.

\underline{t} = Valor tabulado de \underline{t} para los grados de libertad del error.

Antes de proceder a realizar el análisis de varianza combinado se efectuó la prueba de homogeneidad de varianzas del error de los experimentos individuales, haciendo uso de

una prueba rápida desarrollada por Hartley, la cual consiste en lo siguiente:

Si se tienen "t" estimadores de varianza y se quiere probar la hipótesis;

$$H_0 : \sigma_1 = \sigma_2 = \dots = \sigma_t = \sigma^2$$

el valor estadístico de prueba es :

$$F_{\max} = \frac{S^2_{\max}}{S^2_{\min}}$$

de tal manera que si $F_{\max} > F(t, n)_{gl}$, se rechaza H_0 , donde t es el número de estimadores de varianza que se comparan y n son los grados de libertad correspondientes a cada estimador.

Después de aplicada dicha prueba quedó demostrada la homogeneidad de varianzas, por lo que se procedió a efectuar el análisis conjunto.

3.5.3.- Análisis conjunto.

Para éste análisis se utilizó el modelo que se describe a continuación; el cual corresponde a un modelo combinado de bloques al azar.

$$Y_{ijl} = \mu + A_l + B_i(A_l) + T_j + TA_{(jl)} + e_{ijl} \text{ donde:}$$

Y_{ijl} = Valor observado en la unidad experimental correspondiente a el j-esimo tratamiento en la l-esima localidad ubicado en el i-esimo bloque.

μ = Media general.

A_l = Efecto de la l-esima localidad.

$B_i(A_l)$ = Efecto de la interacción del i-esimo bloque con la l-esima localidad.

T_j = Efecto del j-esimo tratamiento.

$TA_{(jl)}$ = Efecto del j -ésimo tratamiento con la l -ésima localidad.

e_{ijl} = Error asociado con la unidad experimental (ij) en la l -ésima localidad.

Debido a este modelo el análisis de varianza tomo la forma que se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 4 .- Estructura de un análisis de varianza para un experimento repetido en localidades con diseño en bloques al azar.

| Factor de variación | Grados libertad | SC | CM | Fc. |
|----------------------------|-----------------|--------|--------|------------|
| Ambientes | $l-1$ | SCA | CMA | CMA/CME |
| Bloques (ambientes) | $l(i-1)$ | SCB(A) | CMB(A) | CMB(A)/CME |
| Tratamientos | $j-1$ | SCT | CMT | CMT/CME |
| Ambientes* tratamientos | $(l-1)(j-1)$ | SCA(T) | CMA(T) | CMA(T)/CME |
| Error | $l(i-j)(j-1)$ | SCE | CME | |
| Total | $lij-1$ | | | |

3.5.4.- Estimaciones de heterosis.

Considerando el caracter rendimiento, en las 55 cruzas se calculó el porcentaje de heterosis en base al promedio de la variedad sintética VS-201, como se indica a continuación:

$$h = \frac{\text{rendimiento de la cruz} \times 100}{\text{rendimiento de la VS-201}}$$

3.5.5. Estimación de Correlaciones.

Para la estimación de las correlaciones se utilizó la siguiente fórmula:

$$r = \frac{\Sigma X Y}{\Sigma X \Sigma Y} \quad \text{donde:}$$

r= Coeficiente de correlación

X= Valores observados para el caracter X.

Y= Valores observados para el caracter Y.

IV. RESULTADOS

4.1- Análisis de varianza generales.

Los cuadrados medios de los análisis de varianza para la variable rendimiento (REND) en cada localidad, se presentan en el Cuadro 5. En dicho cuadro las diferencias estadísticas están referidas a probabilidades del 5 % (*) y 1 % (**).

Las observaciones que pueden hacerse del mencionado cuadro son:

i) Para el factor de variación repeticiones hubo diferencias significativas (**) en Cd. Guzmán, Jal. y en las dos localidades restantes no hubo diferencias significativas.

ii) No hubo diferencias significativas en la localidad de Cd. Guzmán, Jal., para la fuente de variación de bloques dentro de repeticiones. Para Ocotlán, Jal., sólo hubo diferencias significativas.

iii) Hubo diferencias altamente significativas entre variedades en las localidades de Ocotlán, Jalisco y Tepatlán, Jalisco, no existiendo diferencias significativas en Cd. Guzmán, Jal.

v) Los coeficientes de variación en dos de las locali--

Cuadro 5 .- Cuadrados medios del análisis de varianza para los caracteres evaluados - en los experimento; 1 (Ocotlán, Jal.), 2 (Cd. Guzmán, Jal.) y 3 (Tepatlán, Jal. y del análisis combinado de las localidades 1 y 2.

| | | | C | A | R | A | C | T | E | R | E | S |
|-------------------|------|-------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|---|---|
| EXP. | F.V. | G.L. | REND. | FLOR | ALTPL | ALTMZ | ACAT | ACAR | MZSAN | MZPOD | | |
| 1 | R | 1 | 1516800.00 | 0.500 | 3915.00** | 9.00 | 728.59** | 387.00 | 420.06 | 16.93 | | |
| | B/R | 14 | 3622050.36* | 16.23 | 1032.55 | 341.78 | 48.48 | 633.68 | 81.15 | 75.90 | | |
| | V | 63 | 3356643.55** | 17.43* | 948.84 | 317.09* | 37.97 | 881.04 | 215.18** | 308.49** | | |
| | E | 63 | 1838705.14 | 10.92 | 817.22 | 191.93 | 34.23 | 626.28 | 107.91 | 139.25 | | |
| | CV | | 23.16 | 4.78 | 11.82 | 12.05 | 115.54 | 26.48 | 28.46 | 25.06 | | |
| 2 | R | 1 | 14094336.00** | 2.25 | 402.00 | 122.00 | 5.45 | 538.46** | 1741.06** | 1085.37 | | |
| | B/R | 14 | 846910.18 | 2.54 | 239.67 | 167.10 | 77.39 | 70.19 | 236.55* | 389.36 | | |
| | V | 63 | 833373.46 | 11.40** | 653.76** | 277.98** | 151.28** | 163.73** | 201.67* | 378.34 | | |
| | E | 63 | 582626.13 | 1.38 | 231.07 | 96.12 | 70.69 | 50.83 | 125.82 | 286.57 | | |
| | CV | | 11.89 | 1.49 | 6.41 | 9.55 | 62.38 | 47.88 | 28.04 | 28.83 | | |
| 3 | R | 1 | 130334.23 | 24.50* | 621.28* | 1104.50** | 43.90 | | 238.40 | 408.48 | | |
| | V | 63 | 1497451.10** | 16.14** | 494.45** | 319.88** | 15.36 | | 188.47 | 438.13 | | |
| | E | 63 | 337530.20 | 5.46 | 165.58 | 75.24 | 15.06 | | 146.38 | 350.53 | | |
| | CV | | 10.66 | 3.56 | 5.02 | 8.41 | 152.61 | | 60.59 | 19.62 | | |
| Combinado (1 y 2) | L | 1 | 50029031.88** | 1336.81** | 2762.29** | 6530.66** | 4530.05** | 423837.46** | 386.64 | 5312.30** | | |
| | R/L | 2 | 7361406.55** | 1.37 | 1050.51* | 65.55 | 367.02** | 677.43 | 969.27** | 743.01* | | |
| | V | 63 | 2052685.74** | 22.25** | 803.72** | 442.47** | 105.03** | 494.21** | 257.87** | 432.04** | | |
| | V*L | 63 | 1639573.77** | 6.57 | 352.62 | 152.61 | 84.22* | 318.52 | 132.13 | 233.80 | | |
| | E | 123 | 884044.45 | 6.15 | 300.05 | 144.02 | 52.46 | 239.19 | 112.36 | 194.33 | | |
| CV | | 16.95 | 3.73 | 7.20 | 12.47 | 78.13 | 27.94 | 29.58 | 25.53 | | | |

R= Repeticiones
 B/R= Bloques dentro de repeticiones
 V= Variedades
 E= Error experimental
 CV= Coeficiente de variación

L= Localidades
 R/L= Repeticiones dentro de localidades
 V*L= Variedades dentro de localidades

dades resultaron aceptables, en la otra se considera sensiblemente elevado, pero con un cierto grado de confiabilidad.

v) Hubo diferencias altamente significativas entre variedades en las localidades de Ocotlán, Jal., y Tepatitlán, Jal. para el caracter floración (FLOR) y solo significativas para la localidad de Cd. Guzmán.

En el citado cuadro 5, se muestran los cuadrados medios de 8 caracteres evaluados en el análisis combinado y se observa que:

i) Se obtuvieron diferencias altamente significativas para localidades en todos los caracteres, excepto para el caracter mazorcas sanas (MZSAN).

ii) Hubo diferencias altamente significativas para variedades en todos los caracteres.

iii) Para repeticiones hubo diferencias altamente significativas para los caracteres rendimiento (REND), acame de tallo (ACT) y mazorcas sanas (MZSAN); significativas para los caracteres altura de planta (ALTPL) y mazorcas significativas para los caracteres floración (FLOR), altura de mazorca (ALTMZ) y acame de raíz (ACAR).

iv) En la interacción variedades por localidades hubo diferencias altamente significativas para el caracter rendimiento (REND) y significativas para, acame de tallo (ACAT) y no hubo diferencias para las demás caracteres.

v) Los coeficientes de variación resultaron bajos para las variables, rendimiento (REND), floración (FLOR), altura de planta (ALTPL) y altura de mazorca (ALTMZ); altos para los caracteres acame de raíz (ACAR), mazorcas podridas (MZPOD), -

mazorcas sanas (MZSAN) y demasiado alto para el caracter - -
acame de tallo (ACAT), situación que normalmente ocurre cuando
do se analiza la variación de ésta variable.

4.2- Estimación de Heterosis

La estimación de heterosis se realizó en base a los - -
rendimientos medios de los híbridos experimentales, comparándo
dolos con el rendimiento de la variedad VS-201 que fué de la
que se derivaron las líneas que formaron a los híbridos. Es-
ta estimación gruesa de heterosis se obtuvo para estimar la-
aptitud combinatoria de las líneas. En el cuadro 6 se muestran
los % de heterosis de todas las variedades experimentales. -
De dicho cuadro se puede observar que el análisis combinado
de localidades (1,2, y 3), el 100% de los híbridos superaron
al progenitor VS-201, siendo para el mayor porcentaje de he-
terosis 159 % y para el menor, 102 %.

4.3.- Comparación de medias.

Resultaron diferencias estadísticas entre medias de - -
rendimiento de grano para las localidades de Ocotlán y Tepa-
titlán, Jal., para detectar éstas se utilizó la prueba de --
Diferencia Mínima Significativa (DMS) a niveles de probabili

CUADRO 6 COMPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO DE MAZORCA EN KG/HA. DE LAS CRUZAS Y LOS --
TESTIGOS EN CADA UNA DE LAS LOCALIDADES Y COMBINANDOLAS, ASI COMO EL % DE HETEROSIS (h).

| GENEALOGIA | CD. GUZMAN 1 | OCOTLAN 2 | TEPATITLAN 3 | COMBINANDO 1y2 | COMBINANDO 1,2y3 | h |
|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|----------------|------------------|-----|
| Durango Enano | 6876.55 (4) | 6081.59 (14) | 6715.46 (1) | 6479.07 (6) | 6557.86 (1) | |
| VS-201-34 (X) X SSE3 X SSE5 | 6771.81 (7) | 6555.51 (6) | 6271.30 (12) | 6663.66 (2) | 6532.87 (2) | 159 |
| H-309 | 6475.31 (16) | 7615.87 (1) | 5462.24 (32) | 7045.59 (1) | 6517.80 (3) | |
| VS-201-71 (X) X SSE3 X SSE5 | 6388.21 (19) | 6877.68 (3) | 6184.14 (13) | 6632.95 (3) | 6483.34 (4) | 157 |
| " 116 (X) " " | 5273.77 (56) | 7467.25 (2) | 6706.04 (2) | 6370.50 (7) | 6482.35 (5) | 157 |
| " 28 (X) " " | 6244.49 (25) | 6411.93 (9) | 6607.00 (4) | 6328.21 (9) | 6421.14 (6) | 156 |
| " 95 (X) " " | 6545.80 (13) | 5807.41 (21) | 6652.50 (3) | 6562.43 (5) | 6335.23 (7) | 154 |
| " 105 (X) " " | 5745.06 (42) | 6513.47 (8) | 6298.14 (10) | 6129.26 (13) | 6185.55 (8) | 150 |
| " 55 (X) " " | 6096.18 (31) | 6012.43 (18) | 6334.64 (9) | 6054.31 (17) | 6147.65 (9) | 149 |
| " 110 (X) " " | 7350.53 (1) | 5280.67 (28) | 5808.00 (21) | 6315.60 (10) | 6146.40 (10) | 149 |
| " 111 (X) " " | 6756.03 (8) | 5161.15 (29) | 6427.43 (6) | 5958.59 (18) | 6114.87 (11) | 149 |
| " 57 (X) " " | 5972.24 (34) | 6513.85 (7) | 5736.01 (23) | 6243.05 (12) | 6074.03 (12) | 148 |
| " 102 (X) " " | 6288.46 (23) | 5829.10 (20) | 6076.13 (15) | 5913.78 (21) | 6064.56 (13) | 147 |
| " 42 (X) " " | 5776.79 (41) | 6819.15 (4) | 5483.14 (31) | 6297.97 (11) | 6026.36 (14) | 146 |
| " 121 (X) " " | 6561.48 (12) | 5095.22 (33) | 6335.28 (8) | 5828.35 (22) | 5997.32 (15) | 146 |
| " 117 (X) " " | 6019.68 (32) | 6649.32 (5) | 5204.39 (46) | 6334.50 (8) | 5957.79 (16) | 145 |
| " 25 (X) " " | 5888.69 (39) | 5399.27 (27) | 6523.48 (5) | 5643.98 (33) | 5937.14 (17) | 144 |
| " 21 (X) " " | 6006.93 (33) | 6178.32 (11) | 5489.04 (29) | 6092.63 (15) | 5891.43 (18) | 143 |
| " 70 (X) " " | 5940.28 (35) | 5600.62 (25) | 6110.85 (14) | 5770.45 (25) | 5883.91 (19) | 143 |
| " 62 (X) " " | 6838.19 (5) | 4777.92 (38) | 5878.76 (19) | 5808.05 (23) | 5831.62 (20) | 142 |
| " 115 (X) " " | 6594.47 (11) | 5633.05 (24) | 5187.45 (47) | 6113.76 (14) | 5804.99 (21) | 141 |
| " 120 (X) " " | 5656.04 (44) | 6173.63 (13) | 5353.94 (39) | 5914.83 (20) | 5727.87 (22) | 139 |
| " 67 (X) " " | 5325.97 (54) | 6173.67 (12) | 5679.36 (26) | 5749.59 (26) | 5726.33 (23) | 139 |
| " 44 (X) " " | 5824.07 (40) | 6062.11 (15) | 5244.82 (45) | 5943.09 (19) | 5710.33 (24) | 139 |
| " 43 (X) " " | 5233.85 (57) | 5949.02 (19) | 5890.79 (17) | 5591.44 (34) | 5691.22 (25) | 138 |
| " 59 (X) " " | 6130.49 (29) | 5446.02 (26) | 5484.51 (30) | 5788.25 (24) | 5687.00 (26) | 138 |
| " 8 (X) " " | 6529.92 (14) | 4151.03 (47) | 6359.44 (7) | 5340.47 (44) | 5680.13 (27) | 138 |
| " 104 (X) " " | 6342.46 (20) | 5156.72 (30) | 5407.65 (34) | 5711.41 (27) | 5635.61 (28) | 137 |
| " 48 (X) " " | 6311.30 (21) | 5111.52 (32) | 5380.45 (36) | 5685.90 (28) | 5601.09 (29) | 136 |
| " 109 (X) " " | 6480.46 (15) | 4439.54 (39) | 5842.48 (20) | 5460.00 (38) | 5587.49 (30) | 136 |

CUADRO 6 (CONTINUACION)

| GENEALOGIA | CD. GUZMAN 1 | OCOTLAN 2 | TEPATITLAN 3 | COMBINANDO 1y2 | COMBINANDO 1,2y3 | h |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|----------------|------------------|-----|
| VS-201-24 (X) X(SSE3 X SSE5) | 5892.21 (38) | 6292.24 (10) | 4550.22 (58) | 6092.22 (16) | 5578.22 (31) | 135 |
| " 106 (X) " " | 5534.70 (49) | 5792.87 (22) | 5386.02 (35) | 5663.79 (32) | 5571.19 (32) | 135 |
| " 51 (X) " " | 6204.81 (26) | 4164.51 (46) | 6288.05 (11) | 5184.66 (47) | 5552.45 (33) | 135 |
| " 118 (X) " " | 6190.79 (27) | 4801.51 (37) | 5369.99 (37) | 5496.15 (36) | 5454.09 (34) | 132 |
| " 76 (X) " " | 6895.40 (3) | 4130.43 (48) | 5320.40 (43) | 5512.91 (35) | 5448.74 (35) | 132 |
| Criollo Canelo | 6657.79 (9) | 4085.46 (49) | 5593.41 (27) | 5371.63 (43) | 5445.55 (36) | |
| VS-201-58 (X) X(SSE3 X SSE5) | 6462.95 (17) | 3760.48 (53) | 5889.59 (18) | 5111.71 (49) | 5371.00 (37) | 130 |
| " 91 (X) " " | 6245.34 (24) | 5126.47 (31) | 4615.98 (57) | 5678.93 (29) | 5329.26 (38) | 129 |
| " 77 (X) " " | 5314.32 (55) | 6028.50 (16) | 4654.28 (54) | 5671.41 (31) | 5302.70 (39) | 129 |
| " 114 (X) " " | 5734.79 (43) | 4817.98 (36) | 5249.62 (44) | 5276.38 (45) | 5267.46 (40) | 128 |
| " 45 (X) " " | 5187.99 (59) | 5640.00 (23) | 4969.30 (52) | 5413.99 (40) | 5265.76 (41) | 128 |
| " 4 (X) " " | 5335.20 (53) | 6022.67 (17) | 4373.21 (61) | 5678.93 (30) | 5243.69 (42) | 127 |
| " 1 (X) " " | 5585.88 (47) | 4334.11 (41) | 5772.13 (22) | 4960.00 (53) | 5230.70 (43) | 127 |
| " 23 (X) " " | 6150.15 (28) | 4176.94 (45) | 5327.03 (42) | 5163.54 (48) | 5218.04 (44) | 127 |
| " 119 (X) " " | 6460.91 (18) | 3433.49 (59) | 5712.40 (24) | 4947.20 (54) | 5202.26 (45) | 126 |
| " 26 (X) " " | 5911.05 (37) | 5030.35 (35) | 4624.51 (56) | 5470.70 (37) | 5188.63 (46) | 126 |
| " 15 (X) " " | 5465.92 (52) | 4686.04 (40) | 5359.12 (38) | 5075.98 (52) | 5170.36 (47) | 126 |
| " 49 (X) " " | 5128.58 (60) | 5075.01 (34) | 5161.47 (48) | 5101.79 (50) | 5121.68 (48) | 124 |
| " 96 (X) " " | 6545.80 (13) | 4293.61 (42) | 4514.40 (59) | 5419.70 (39) | 5117.93 (49) | 124 |
| " 113 (X) " " | 6837.85 (6) | 3954.11 (51) | 4453.77 (60) | 5395.98 (42) | 5081.91 (50) | 123 |
| Criollo Amarillo | 5496.95 (51) | 3654.05 (54) | 6068.24 (16) | 4575.50 (57) | 5073.08 (51) | |
| VS-201-61 (X) X(SSE3 X SSE5) | 6280.78 (22) | 4203.46 (43) | 4643.88 (55) | 5242.12 (46) | 5042.70 (52) | 122 |
| " 65 (X) " " | 6096.47 (30) | 3794.87 (52) | 5127.14 (49) | 6594.22 (4) | 5006.16 (53) | 122 |
| " 5 (X) " " | 5936.47 (36) | 3478.98 (58) | 5522.68 (28) | 4707.63 (56) | 4979.37 (54) | 121 |
| " 53 (X) " " | 5597.93 (46) | 3511.75 (56) | 5454.35 (33) | 4554.84 (59) | 4854.67 (55) | 118 |
| " 32 (X) " " | 5534.51 (50) | 3587.44 (55) | 5344.22 (40) | 4560.98 (58) | 4822.05 (56) | 117 |
| " 68 (X) " " | 5549.84 (48) | 3495.42 (57) | 4936.75 (53) | 4522.63 (60) | 4660.67 (57) | 113 |
| H-220 | 4462.75 (63) | 4192.38 (44) | 5124.12 (50) | 4327.57 (61) | 4593.08 (58) | |
| VS-201-92 (X) X(SSE3 X SSE5) | 6629.16 (10) | 1476.54 (64) | 5328.28 (41) | 5403.80 (41) | 4474.99 (59) | 109 |
| " 60 (X) " " | 5230.50 (58) | 2395.16 (62) | 4979.04 (51) | 5083.78 (51) | 4201.56 (60) | 102 |
| H-230 | 5128.12 (61) | 2196.30 (63) | 5702.51 (25) | 3662.21 (63) | 4342.31 (61) | |
| VS-201 | 4715.45 (62) | 3350.74 (60) | 4284.43 (62) | 4033.09 (62) | 4116.68 (62) | |
| PIONEER-515 | 5626.90 (45) | 4060.38 (50) | 1063.36 (64) | 4843.64 (55) | 3583.54 (63) | |
| CAFIME | 4114.15 (64) | 2852.30 (61) | 3663.02 (63) | 3483.23 (64) | 3543.15 (64) | |

dad del 5 % y 1 %.

En el cuadro 6 se muestran las medias de los híbridos - experimentales y los testigos en cada localidad y combinando localidades. En el cuadro 6A se indican las medias generales de rendimiento y la DMS correspondientes a cada una de las - localidades y combinándolas. De dichos cuadros pueden hacerse las siguientes observaciones:

i) Al hacer comparaciones entre medias generales de - - rendimiento por localidades, se observó que en Cd. Guzmán se obtuvieron los rendimientos medios más altos, siguiéndolos - en orden decreciente las localidades de Tepatitlán, Jal. y - Ocotlán, Jal.

ii) Al realizar comparaciones entre híbridos se advier- te que hay diferencias estadísticas tanto en el análisis - - combinado, como en las localidades de Ocotlán, Jal. y Tapa- titlán, Jal.

iii) En relación a los testigos utilizados, los híbri- - dos experimentales, combinando medias de rendimiento entre - las localidades de Ocotlán y Cd. Guzmán, Jal., se observa -- que los testigos H-309 y Durango Enano (Híbrido experimental producto de la cruce entre la hembra del H -220 (SSE 3 X - - SSE 5), ocupan 1º y 6º lugar entre los principales rendi- - mientos; en el combinado entre las 3 localidades, se observa que de la misma manera que en el combinado anterior, los tes- tigos H-309 y Durango Enano ocupan lugares primordiales en- - tre las principales medias de rendimiento.

iv) En las comparaciones de medias de rendimiento entre las localidades, también los testigos H-309 y Durango Enano.

CUADRO 6A MEDIAS GENERALES Y DMS PARA EL CARACTER RENDIMIENTO EN CADA UNA DE LAS - - - -
 LOCALIDADES Y COMBINANDO LAS LOCALIDADES DE CD. GUZMAN Y OCOTLAN, JAL.

| CONCEPTO | L O C A L I D A D E S | | | |
|---------------------|-----------------------|-------------|----------------|-----------------|
| | CD. GUZMAN (1) | OCOTLAN (2) | TEPATITLAN (3) | COMBINADO (1y2) |
| MEDIA GENERAL REND. | 5986.56 | 4977.66 | 5446.28 | 5547.12 |
| DMS - 0.05 % | 1488.43 | 847.08 | 1132.89 | 1833.46 |
| DMS - 0.01 % | 1961.67 | 1116.40 | 1493.10 | 2416.40 |

sobresalieron, excepto en Tepatitlán, Jal., donde el H-309 bajó mucho su rendimiento, mencionando que en la localidad de Cd. Guzmán, también sobresalió el testigo Criollo Canelo.

v) Entre los genotipos que obtuvieron los rendimientos más bajos se encuentran los testigos; Criollo Amarillo H-220, H-230, VS-201, Pioneer-515 y Cafime.

vi) El cuadro 7 se hacen comparaciones entre los 2 mejores testigos y el testigo VS-201 con los 17 mejores híbridos obtenidos.

4.4.- Correlaciones.

En el cuadro 8 se muestran los coeficientes de correlación entre todos los posibles pares de caracteres. De dicho cuadro se desprenden las siguientes observaciones:

i) El caracter rendimiento (REND) está correlacionado al 1 % y en forma positiva con los caracteres; floración (FLOR), altura de planta (ALTPL) y mazorcas sanas (MZSAN); al 5 % y también positivamente con altura de mazorca (ALTMZ) y en forma negativa al 1 % con acame de raíz (ACAR) y mazorcas podridas (MZPOD) y sin significancia para la correlación con acame de tallo (ACAT).

ii) La variable floración está correlacionada al 1 % en forma positiva con los caracteres; acame de tallo y mazorcas sanas; en forma negativa con acame de raíz y con correlacio-

CUADRO 7 COMPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO, DIAS A FLO-
RACION, ALTURA DE PLANTA (CM.) Y ALTURA DE MAZORCA (CM.) --
ENTRE 17 DE LOS MEJORES HIBRIDOS, 2 MEJORES TESTIGOS Y LA
VARIEDAD SINTETICA VS-201, COMBINANDO TODAS LAS LOCALIDADES.

| GENEALOGIA | REND. KG/HA. | DIAS A FLOR | ALTURA PLANTA cm. | ALTURA MAZORCA cm. |
|---------------------------------|-----------------|----------------|-------------------------|--------------------------|
| DURANGO ENANO | 6558 | 70 | 263 | 116 |
| VS-201 - 34 (X) X (SSE3 X SSE5) | 6533 | 67 | 252 | 98 |
| H - 309 | 6518 | 72 | 278 | 136 |
| VS-201 - 71 (X) X (SEE3 X SEE5) | 6483 | 66 | 255 | 107 |
| " " 116 (X) X " " " | 6482 | 66 | 232 | 94 |
| " " 28 (X) X " " " | 6421 | 67 | 236 | 102 |
| " " 95 (X) X " " " | 6335 | 67 | 258 | 105 |
| " " 105 (X) X " " " | 6186 | 67 | 248 | 96 |
| " " 55 (X) X " " " | 6148 | 66 | 256 | 111 |
| " " 110 (X) X " " " | 6146 | 66 | 223 | 89 |
| " " 111 (X) X " " " | 6115 | 67 | 260 | 96 |
| " " 57 (X) X " " " | 6074 | 66 | 235 | 92 |
| " " 102 (X) X " " " | 6065 | 66 | 228 | 89 |
| " " 42 (X) X " " " | 6026 | 68 | 242 | 105 |
| " " 121 (X) X " " " | 5997 | 67 | 252 | 99 |
| " " 117 (X) X " " " | 5958 | 67 | 251 | 98 |
| " " 25 (X) X " " " | 5937 | 65 | 269 | 102 |
| " " 21 (X) X " " " | 5841 | 65 | 250 | 110 |
| " " 70 (X) X " " " | 5884 | 65 | 236 | 94 |
| " " 62 (X) X " " " | 5832 | 68 | 251 | 95 |
| " " VS-201 " " " | 4117 | 60 | 224 | 89 |

CUADRO 8 COEFICIENTE DE CORRELACION ENTRE LOS PARES POSIBLES DE CARACTERES COMBINANDO
DOS LOCALIDADES EXPERIMENTALES (OCOTLAN Y CD. GUZMAN, JAL.)

| CARACTER. | FLOR | ALTPL | ALTMZ | ACAR | ACAT | MZSAN | MZPOD |
|-----------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| REND. | 0.22** | 0.17** | 0.12* | -0.35** | 0.10 | 0.29** | -0.27** |
| FLOR | | -0.03 | -0.04 | -0.54** | 0.17** | 0.22** | -0.05 |
| ALTPL | | | 0.67** | 0.20** | -0.15** | 0.04 | -0.04 |
| ALTMZ | | | | 0.35** | -0.24** | -0.01 | -0.01 |
| ACAR | | | | | -0.44** | -0.30** | 0.12* |
| ACAT | | | | | | 0.03 | 0.09 |
| MZSAN | | | | | | | -0.74** |

* Significancia al 5 %

** Significancia al 1 %

nes sin significancia con altura de planta, altura de mazorca y mazorcas podridas.

iii) La altura de planta está correlacionada positivamente al 1% con los caracteres; altura de mazorca y acame de raíz y en forma negativa con el caracter acame de tallo, no existiendo correlaciones significativas con mazorcas sanas y mazorcas podridas.

iv) El caracter altura de mazorca está correlacionado al 1 % y positivamente con acame de raíz y negativamente con acame de tallo, no habiendo significancia en las relaciones con mazorcas sanas y mazorcas podridas.

v) La variable acame de raíz está negativamente correlacionada al 1 % con los caracteres; acame de tallo y mazorcas sanas y positivamente al 5 % con mazorcas podridas.

vi) El caracter acame de tallo no presenta correlaciones significativas ni con mazorcas sanas ni con mazorcas podridas.

vii) Por último, la variable mazorcas sanas presenta una correlación negativa al 1 % con el caracter mazorcas podridas.

V. DISCUSION

La discusión de los resultados presentados con anterioridad se cita a continuación:

5.1.- Análisis de varianza generales.

i) Según lo observado, solo en la localidad de Cd. Guzmán, se justificó el uso de repeticiones. Esto concuerda con lo que se apreció a simple vista antes del establecimiento del ensayo dado que el lote presentaba una gran heterogeneidad en cuanto a sus propiedades físicas. Por otro lado, las localidades de Ocotlán y Tepatitlán presentaban más homogeneidad en cuanto a condiciones del terreno, lo cual quedó confirmado con estos resultados.

ii) En cuanto a la diferencia significativa en bloques dentro de repeticiones, se infiere que para Cd. Guzmán, hubo diferencias entre repeticiones, más no entre bloques dentro de éstas, y en Ocotlán donde hubo diferencias significativas, hubo diferencias entre bloques dentro de repeticiones, más no entre estas repeticiones. Esta situación es nuevamente debida a las condiciones que presentaban los sitios experi-

mentales.

iii) En lo que respecta a las diferencias altamente significativas detectadas entre variedades en Ocotlán y Tepetitlán se infiere que, existe suficiente diversidad genética entre el material evaluado, para observar diferencias significativas, situación que no sucedió en Cd. Guzmán dadas las condiciones que se presentaron durante la conducción del ensayo, por lo que el diseño careció de la suficiente precisión para detectar diferencias significativas entre los materiales evaluados.

iv) Los coeficientes de variación al no ser muy altos, dan cierta confianza en los resultados obtenidos, pero es recomendable que de repetirse éste tipo de trabajos se tenga un mayor cuidado en su manejo para reducir el error experimental lo que redundará en coeficientes de variación más bajos. También es conveniente elegir lotes más homogéneos con el mismo propósito.

v) Dado que las condiciones que se presentaron en las localidades de Ocotlán y Tepetitlán, fueron las más parecidas a las que se pretende que funcionen los híbridos obtenidos en la presente investigación y a la vez diferencias altamente significativas para el carácter floración, la variación existente podría ser explotada mediante la elección de un genotipo más precoz y rendidor.

Para el análisis combinado se puede inferir lo siguiente:

i) Se observa que las diferencias altamente significativas existentes entre localidades, puede ser debido a que las condiciones generales entre localidades no fueron homogéneas.

ii) De las diferencias altamente significativas entre variedades para todos los caracteres, se deduce que existe suficiente variación entre los híbridos formados con propósitos de elegir el o los mejores para su correspondiente liberación.

iii) De la interacción variedades por localidades se infiere que hubo genotipos que se comportaron de manera diferente en las distintas localidades en lo que a rendimiento se refiere y menos significativa para el acame de tallo para el que también presentaron los genotipos diferencias entre las localidades.

iv) Los coeficientes de variación resultaron bajos para los caracteres principales, como, rendimiento, floración masculina, altura de planta, y altura de mazorca, motivo por el cual se consideran confiables. De ello se puede inferir que para esas condiciones se utilizó el diseño apropiado; y los criterios de medida fueron los indicados.

5.2.- Estimaciones de heterosis

Ya que no se incluyó el progenitor superenano en la evaluación, se calculó la heterosis de una forma muy gruesa en base a la variedad sintética VS-201 de la que se derivaron las líneas, sólo con el fin de probar la actitud combinatoria general (ACG) de dichas líneas obteniéndose valores altos de heterosis para todas ellas al combinar todas las localidades. De ello se deduce que las líneas formadas poseen un potencial

genético bastante deseable, con propósitos de aprovechamiento en combinaciones híbridas.

5.3.- Comparación de medias.

En el cuadro 6A se observa que la media general de rendimiento fué más alta en Cd. Guzmán, ya que dicha localidad presentó condiciones agroclimáticas más apropiadas para la expresión del rendimiento.

En el cuadro 7 se observan algunos de los mejores híbridos comparados con los dos mejores testigos que fueron el H-309 y el híbrido experimental Durango Enano, que es una cruce entre la hembra del H-220 X (SSE 3 X SSE 5), además, se incluyó la variedad VS-201 por ser antecesora de las líneas que forman el híbrido en evaluación. de ésto, podemos deducir que el Durango Enano presentó buenas características para variables importantes, sin embargo, hay un híbrido experimental que presenta rendimientos casi similares y posee características más idóneas para el cumplimiento de los objetivos de este trabajo, como son; más precicidad, que aunque se considere pequeña ya que es sólo de 3 días, estas floraciones en condiciones más restringidas como son las de la región semi árida del Bajío (Tepatitlán, Lagos de Moreno, Arandas y en general toda la zona denominada "Altos de Jalisco") reducirían el ciclo, y la madurez vegetativa podría reducirse hasta en diez días o más.

Por otra parte hay que señalar que el H-309 está compitiendo en forma ventajosa con éstos híbridos, ya que estos materiales están sembrados a densidades que para su porte de planta -- son bajos, por lo que densidades más altas es posible que superen en rendimiento a dicho testigo. Aún así, en este trabajo lo superó un híbrido en rendimiento, que posee mejores características de planta y los que le siguen en rendimiento no difieren significativamente con los rendimientos de dicho testigo.

También es importante mencionar que sería deseable repetir estas evaluaciones sembrándolas a su densidad óptima y seleccionar el mejor híbrido para su posterior liberación.

5.4- Correlaciones.

Según se sabe el coeficiente de correlación proporciona una medida del sentido y grado de asociación entre dos caracteres.

Del cuadro 8 se deduce que nuestro estudio hubo híbridos que a pesar de ser precoces y con poca altura de planta tuvieron rendimientos aceptables y que entre menos acame de raíz y más mazorcas sanas haya, se incrementaran los rendimientos.

Otras correlaciones que es importante que sean mencionadas son las que presentan floración y acame de raíz en las que se ve que los materiales precoces presentaron mayor correlación con acame de raíz; por otra parte una correlación lógica es la que existe entre altura de planta y altura de mazorca, ya que-

entre más alta sea una planta, mayor será la altura de mazorca por consiguiente, entre más altura de mazorca mayor acame de raíz; entre más acame de raíz menor acame de tallo y por último como conclusión lógica entre más mazorcas sanas, menos mazorcas podridas.

Todas estas correlaciones deben ser observadas cuidadosamente para hacer una mejor selección de nuestros híbridos, ya que nos proporcionan la correlación existente entre caracteres deseados.

VI.- CONCLUSIONES

En base a los objetivos planteados al inicio de éste trabajo se concluye que:

i) La heterosis de las líneas que formaron los híbridos - fué alta para todas las líneas con lo que se demuestra que todas ellas poseen alto grado de heterosis, factible de explotar en combinaciones híbridas.

ii) Un buen número de híbridos presentaron buenos rendimientos, los cuales se pueden mejorar substancialmente por - - siembras a densidades más adecuadas a éste porte de plantas. - Dichos rendimientos superan ampliamente a los de la variedad - sintética VS-201 que es la variedad que mejor se adapta en las áreas donde se pretende funcione éste híbrido, además las diferencias de rendimiento de éstos híbridos en comparación con los mejores testigos no reportan significación alguna, por lo que estos híbridos cumplieron con el objetivo de aumentar los rendimientos.

iii) Estos híbridos, también tienen una mayor precocidad y una menor altura de planta y mazorca en comparación a los testigos.

iv) También se concluye que sería bueno observar el comportamiento de estos materiales otro año para detectar con mayor precisión un mejor o mejores híbridos para ver a ciencia - cierta cuales son las mejores líneas que lo formaron.

v) Las líneas de los mejores híbridos pueden ser mejoradas mediante endogamia lenta en algunas características para su -- posterior participación en la formación de un híbrido con propósitos de liberación comercial.

VII.- BIBLIOGRAFIA

- Allard, R.W. 1975. Principios de la mejora genética de las plantas, Ed. Omega, S. A. Barcelona, España.
- Brauer, H. O. 1976. Fitogenética aplicada. Ed. Limusa, - México.
- Brown, L. R. 1976. Solo de pan. México. Ed. Diana, S. A.
- Castro, G. M. 1973. Maíces "superenanos" para el bajío, - boletín técnico, febrero de 1973, Esc. Sup. de Agríc. "Antonio Narro", División de Investigaciones Agrícolas, Universidad de Coahuila, Mé-- xico.
- Cimmyt 1976. Revisión de programas del Cimmyt, El Batán, México, 1976.
- Cochran, W. G. Y Cox, G. M. 1974 Diseños experimentales. México, Ed. Trillas.
- Chávez, A. J. L. 1977. Apuntes de Fitomejoramiento I - - Buenavista, Saltillo, Coahuila, UAAAN, p.p.102.

- De la Loma 1973. Genética Vegetal y aplicada. Ed. UTEHA, México. p.p. 442
- Elliot C. Fred, 1967. Mejoramiento de plantas citogenética. CECSA, México-España.
- García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. México. Universidad Autónoma de México.
- Jugenheimer, R. W. 1976. Corn, Improvement, seed production and uses. Wiley-Interscience Publication. U. S. A.
- Kempthorne, O. 1973. The design and analysis of experiments Robert E. Krieger Publishing. Company -- Huntigton, N. Y.
- Little T. M. y Hills F. J. 1979. Metodos estadísticos -- para la investigación en la agricultura. México. Ed. Trillas.
- Martin del Campo, V. S. 1977. Formación y evaluación de híbridos Supereranos de maíz (Zea mays, L.) en Jalisco y Guanajuato. Tesis profesional. Escuela de Agricultura. Universidad de Guadalajara. Jalisco, México.

- Olivares, A. G. y Castro, G. M. 1976. Programa de mejora miento de maíz de la "UAAAN" en el Norte de -- Tamaulipas. SOMEFI. Memoria del Sexto Congreso Nal. de Fitogenética, Monterrey, N. L.
- Oyervides, G. M. 1979. Estimación de parámetros genéti--cos, heterosis e índices de selección en variededades tropicales de maíz adaptadas a Nayarit.-- Tesis de M.C., C.P., E.N.A., Chapingo, México.
- Poehlman J.M. 1974. Mejoramiento genético de las cose--chas. Ed. Limusa, México.
- Poey D. R. 1978. El mejoramiento integral del maíz en -- México. Texto del C.P. E. N. A. , Chapingo, -- México.
- Ramírez V. H. 1980. Estudio de la aptitud combinatoria - general y específica en líneas S_1 de maíz. Te--sis profesional. Escuela de Agricultura. Uni--versidad de Guadalajara.
- Ramírez V. P. 1977. Mejoramiento genético de algunas ca--racterísticas morfológicas de la planta del --maíz. Ponencia presentada en la III Reunión -- Nacional de Investigadores de maíz y sorgo del INIA, Puebla, México.

Reyes C. P. 1978. Diseño de experimentos Agrícolas. México. Ed. Trillas.

Velázquez M. R. R. 1978. Formación de híbridos simples en base a familias de hermanos completos provenientes de diferentes poblaciones de maíz. (Zea - - mays, L.) Tesis M. C. E. N. A., Chapingo, México.