

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRICULTURA



DETERMINACION DE LOS TIPOS DE ACCION GENICA EN  
GENERACIONES AVANZADAS DE HIBRIDOS COMERCIALES DE  
MAIZ (*Zea mays* L.)

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P R E S E N T A

GILBERTO RODRIGUEZ VACA

GUADALAJARA, JAL.,

1985



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Febrero 27, 1984.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA  
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

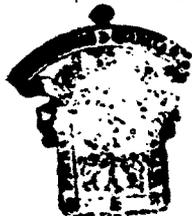
Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE \_\_\_\_\_  
GILBERTO RODRIGUEZ VACA \_\_\_\_\_ titulada,

'DETERMINACION DE LOS TIPOS DE ACCION GENICA EN GENERACIONES AVANZADAS DE HIBRIDOS COMERCIALES DE MAIZ (Zea mays L.).'

Damos nuestra aprobacion para la impresion de la misma.

DIRECTOR.

ING. SALVADOR MENA MUNGUIA.



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

ASESOR.

ING. M. C. HUGO MORENO GARCIA.

ASESOR.

ING. ANTONIO ALVAREZ MARTINEZ.

hlg.

Al contestar este oficio sirvase citar fecha y número

## DEDICATORIAS

A mis padres:

GILBERTO y GLORIA NELIDA, con todo cariño por su -  
esfuerzo y apoyo para verme realizado profesionalmente,  
a ellos debo lo que soy.

A mis hermanos:

JUAN CARLOS, GERARDO IVAN y GLORIA NELIDA, como un  
estímulo para que siempre llegen a la meta trazada.

A mi hermana:

LUZ ELENA, su esposo VICTOR MANUEL y VICTOR MANUEL  
hijo de ambos, con cariño.

A mi esposa:

LOURDES, con todo mi amor, por llenar una parte de  
mi vida con su cariño, apoyo, amor y comprensión; por -  
ser parte de mi felicidad y de mis realizaciones, moti-  
vo para superarme cada día más.

A mis suegros:

MAURO y SOCORRO, con respeto y cariño.

A mis parientes en general.

A mis compañeros y amigos.



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guadalajara. Por brindarme los medios para mi formación profesional.

A la Facultad de Agricultura. Por las facilidades brindadas para la realización de éste trabajo.

Al Ing. Salvador Mena Mungía. Por haber sugerido - el presente estudio, por su acertada dirección, revisión y corrección, así como por su constante orientación, motivación y apoyo para la realización del mismo.

Al Ing. M. C. Hugo Moreno García. Por su asesoría en éste trabajo.

Al Ing. Antonio Juárez Martínez. Por su asesoría - en el presente estudio.

Al personal administrativo del campo experimental de La Huerta, Jalisco perteneciente a ésta Facultad. -- Por su colaboración en el desarrollo de éste trabajo.

Al Dr. Mario Abel García Vázquez. Por su valiosa y desinteresada colaboración sin la cual no hubiera sido posible la realización de éste trabajo.

Al Ing. Victor Margarito Rivera Larios.. Por los co  
nocimientos aportados para el desarrollo de éste estu--  
dio.

Al Programa de Mejoramiento Genético de Maíz de la  
Facultad de Agricultura.

A mis maestros. Por su ayuda, dedicación y amistad  
brindada en el transcurso de mi carrera.

A todas las personas que directa o indirectamente-  
participaron en el desarrollo del presente estudio.



UNIVERSIDAD DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

## CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE CUADROS .....	vi
LISTA DE FIGURAS .....	viii
I. INTRODUCCION .....	1
II. OBJETIVOS .....	3
III. HIPOTESIS .....	4
IV. REVISION DE LITERATURA .....	5
4.1. Mecanismos de la herencia .....	5
4.2. Acción génica .....	8
4.3. Cruzas intervarietales .....	12
4.4. Selección masal en generaciones avanzadas de híbridos comerciales .....	16
4.5. Tipos de semilla mejorada y sus características .....	19
4.5.1. Híbridos .....	19
4.5.2. Variedades sintéticas .....	21
4.5.3. Criollos mejorados .....	23
V. MATERIALES Y METODOS .....	25
5.1. Ubicación de los lugares de experimentación .....	25

	Pág.
5.1.1. Atequiza .....	25
5.1.2. Las Agujas .....	26
5.1.3. Valle de la huerta .....	27
5.2. Material genético .....	28
5.3. Esquema de mejoramiento .....	28
5.4. Análisis dialélico .....	33
VI. RESULTADOS Y DISCUSION .....	37
6.1. Análisis de varianza para rendimiento	37
6.2. Análisis de varianza para días a flo- ración .....	37
6.3. Análisis de varianza para plantas ca <u>f</u> das .....	41
6.4. Análisis dialélico .....	44
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	49
VIII. RESUMEN .....	51
IX. BIBLIOGRAFIA .....	53

## LISTA DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Variedades utilizadas .....	28
Cuadro 2. Cruzas dialélicas evaluadas .....	34
Cuadro 3. Análisis de varianza para el diseño IV de Griffing en bloques completos al azar .....	35
Cuadro 4. Tabla dialélica .....	36
Cuadro 5. Análisis de varianza para rendimien <u>to</u> to en distribución látice simple .....	38
Cuadro 6. Rendimiento promedio (Ton/Ha) de -- los 25 tratamientos .....	39
Cuadro 7. Análisis de varianza para días a -- floración en distribución látice -- simple .....	40
Cuadro 8. Promedio de días a floración de los 25 tratamientos .....	42
Cuadro 9. Análisis de varianza para plantas - caídas en distribución látice sim-- ple .....	43

Pag.

Cuadro 10.	Promedio de plantas caídas de los - 25 tratamientos .....	45
Cuadro 11.	Análisis de varianza, diseño IV de Griffing, cruzas .....	46
Cuadro 12.	Comportamiento de los progenitores en base a sus efectos de aptitud - combinatoria general .....	47
Cuadro 13.	Comportamiento de las 10 cruzas -- dialélicas en base a sus efectos - de aptitud combinatoria específica .....	48

## LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Tipos de acción génica .....	11
Figura 2. Formación de generaciones avanzadas F <sub>2</sub> utilizando el método de fraterna <u>l</u> les .....	30
Figura 3. Formación de cruzas dialélicas con las cinco variedades participantes ....	31

## I. INTRODUCCION

El mejoramiento genético de poblaciones de maíz -- tiene como objetivo principal la obtención de una población estable, la cual siendo mantenida por polinización libre, tenga una frecuencia elevada de genes favorables. Así, es evidente que el mejoramiento de poblaciones, representa un factor importante en el progreso genético -- con la ventaja de que en el caso de poblaciones mejoradas, éstas mantienen sus características generación --- tras generación.

En la producción mundial de granos de cereales, el maíz ocupa el tercer lugar, siguiendo al trigo y al arroz, cultivándose aproximadamente 109.5 millones de -- hectáreas y, produciéndose alrededor de 288.9 millones de toneladas, con un rendimiento promedio de 2,690 kilogramos por hectárea. A nivel nacional el maíz es la --- planta más cultivada con una superficie aproximada de -- 8'150,173 hectáreas, con una producción de 14'765,760 -- toneladas y un rendimiento medio de 1,811 kilogramos -- por hectárea.

Considerando que la semilla mejorada es un insumo básico para esperar obtener altos rendimientos en maíz, y conociendo la importancia que tiene dicho cultivo en la alimentación humana en nuestro país, además teniendo en cuenta que la semilla mejorada producida en México -- es insuficiente ya que cubre solamente alrededor de una cuarta parte de las necesidades, resulta imperioso in--

crementar la disponibilidad de dicho insumo. Una opción importante es la de aprovechar las  $F_2$  de híbridos comerciales que con mucha frecuencia lo hace el agricultor - sin obtener el resultado deseado.

Concientes de que el cultivo del maíz es el cereal que particularmente predomina en el Estado de Jalisco y la zona del Bajío, y tanto los principales Municipios - de Jalisco productores de maíz como el Bajío, tienen -- una altura intermedia sobre el nivel del mar y son zonas nétamente maiceras, se está tratando de obtener híbridos intervarietales, los cuales tengan un rendimiento superior a las variedades criollas de la región y -- que el costo de la semilla no sea tan elevado como el - de la semilla híbrida y por lo tanto esté más al alcance de los productores.

## II. OBJETIVOS

- 1.- Conocer los tipos de acción génica de las generaciones avanzadas de 4 híbridos comerciales y un crio--llo mejorado para alturas intermedias sobre el ni--vel del mar.
- 2.- Definir la estrategia de mejoramiento que se deberá aplicar a las generaciones avanzadas de los 4 híbridos comerciales.
- 3.- Señalar en principio cuales son las cruzas interva-rietales más prometedoras para alturas intermedias, u otras alternativas a corto plazo.

### III. HIPOTESIS

En generaciones avanzadas de híbridos comerciales de maíz se pueden detectar fracciones de varianza genética importantes para realizar mejoramiento genético.

#### IV. REVISION DE LITERATURA

##### 4.1. Mecanismos de la herencia.

Poey (1975) señala que los mecanismos hereditarios están regidos por dos tipos principales de herencia: la cualitativa o de genes mayores y la cuantitativa o poligénica. La cualitativa está determinada por uno o pocos genes que demuestran clara y precisamente sus efectos. La expresión de dichos efectos se puede clasificar dentro de la distribución de frecuencias fenotípicas en --clases discretas y por lo mismo fáciles de agrupar, ---siendo además, poco o nada afectados por el medio am---biente. Los genes mutantes opaco-2 y braquíptico-2 son -genes mayores típicos que en la generación  $F_2$  de cruza con normales segregan fenotípicamente en proporción de 3 normales a un mutante y genotípicamente a razón de un homocigoto dominante a 2 heterocigotos a un homocigoto-recesivo.

Por otro lado, los caracteres en la herencia cuantitativa, están determinados por muchos genes en donde cada uno influye parcialmente a la expresión del carácter. En estos casos, la distribución de frecuencias de clase es de forma continua, siendo, además, altamente -influenciada por el medio ambiente. Las características del contenido de proteína en el endospermo y altura de planta por ejemplo, están normalmente determinadas por genes cuantitativos.

Allard (1980) menciona que cualquiera que haya observado la segregación en híbridos entre razas de porte alto y bajo de guisantes, que fué uno de los caracteres estudiados por Mendel, se ha enfrentado probablemente con dos aspectos diferentes de variación en altura de la descendencia. Primero, existe una laguna tal entre los individuos segregantes altos y bajos que se puede tratar esta diferencia como carácter cualitativo y se puede realizar una clasificación exacta en dos categorías, alta y baja, por una simple estimación visual de la altura. Se puede continuar efectuando el análisis por medio de fáciles procedimientos genéticos, llegando a la conclusión de que el alto es dominante sobre el bajo tal y como demostró Mendel. Muchos caracteres de importancia económica son de este tipo, y se les denomina caracteres cualitativos.

Segundo aspecto, este es quizás el menos aparente, de la variabilidad es la variación dentro de los grupos alto y bajo. Si se examina con cuidado un grupo de individuos bajos, se encontrarán todos los grados intermedios entre los más bajos "bajos" y los más altos "bajos" siendo la frecuencia de altura media la de mayor valor, y disminuyendo hacia los extremos. Para el grupo de las plantas altas se encuentra una graduación similar. El fitomejorador trabaja con muchos caracteres de importancia práctica que varían de la misma manera; es decir con caracteres en los que no existen diferencias que se puedan distinguir fácilmente. Por ejemplo, si se realiza una investigación de las variedades de trigo con respecto a características comerciales, como son la altura número de días hasta la maduración, tamaño y forma de -

las semillas, contenido de proteínas, tolerancia al frío y a la sequía y aptitud para former hijuelos, se encontrarán todos los valores intermedios entre un extremo y otro, y las generaciones segregantes de los híbridos en que intervengan estas diferencias estarán distribuidas en una serie continua. Como estos caracteres se pueden estudiar de una manera precisa solamente mediante mediciones como son longitud, tiempo, peso, o proporción, se les llama caracteres cuantitativos o métricos.

Poey (1978) indica que el mecanismo de mayor importancia en la transmisión de la información genética es el constituido por los cromosomas, los cuales se separan durante la división meiótica y se aparean posteriormente dentro del núcleo del cigote, permitiendo así la aleatorización y recombinación de los genes que fueron aportados por cada progenitor en cada cromosoma. Este mecanismo determina el ligamiento de los genes, como consecuencia de la posición relativa que ocupan en cada cromosoma. El rompimiento de dichos ligamientos constituye a menudo objetivos determinantes para obtener nuevas recombinaciones génicas de valor fenotípico superior. Las posibilidades de recombinación entre cromosomas dependerá de la proporción de sobrecruzamientos cromosómicos que ocurra durante la profase de la división meiótica de las células germinales reproductoras.

La mayor parte de las características genéticas en las plantas que son de interés para el hombre se transmiten mediante este mecanismo.

Poey (1975) menciona que aparte de la herencia dependiente de genes cromosómicos dentro del núcleo, existe la herencia extracromosómica. La influencia de esta se encuentra determinada por material genético localizado en el citoplasma. Dada la mayor proporción de citoplasma en las ovocelulas que en las celulas reproductoras masculinas, el progenitor hembra será, en esos casos, el determinante en la expresión fenotípica. Un ejemplo muy característico de este tipo de herencia es el de la androesterilidad citoplásmica en maíz. Sin embargo, este efecto citoplásmico, puede ser contrarrestado por efectos de genes cromosómicos. En este ejemplo, la fertilidad masculina se recupera por efectos de genes llamados restauradores, generalmente de acción dominante.

Poey (1975) también dice que los mecanismos cualitativos y cuantitativos de la herencia funcionan independientemente, pudiéndose, teóricamente capitalizar los efectos de ambos mecanismos en las características que interesen. Un ejemplo de dicho aprovechamiento simultáneo es la recuperación de la altura de planta en genotipos homocigotos braquítico-2. Mediante la selección de efectos modificadores de naturaleza cuantitativa hacia mayor altura se puede atenuar el efecto drástico de enanismo ocasionado por dicho mutante.

#### 4.2. Acción génica.

La acción de los genes es un fenómeno muy complejo por lo cual se han propuesto varias hipótesis. Así por-

ejemplo:

Fisher (1918) mencionado por Allard (1930) realizó el primer intento de hacer la partición de la varianza genotípica en sus componentes. Reconoció tres componentes de la varianza hereditaria: 1) una parte aditiva -- que describe la diferencia entre homocigotos en un locus cualquiera; 2) un componente correspondiente a la dominancia que proviene de interacciones de alelos, y 3) una parte epistática asociada con las interacciones entre no alelos (interacción interalélica o epistasia). Se ha comprobado la utilidad de esta clasificación en la descripción de los tipos de acción del gen y en la estimación del valor de las diversas formas de acción del gen.

Poey (1978) menciona que tanto los efectos fenotípicos de los genes cualitativos, como los de los poligenes, resultan de una acción génica semejante. Teniendo en cuenta que cada gene está caracterizado por dos alelos, los cuales pueden actuar de manera diferente, los efectos de estos pueden ser medidos de acuerdo a la respuesta fenotípica que ocasionan. Así por ejemplo, cuando cada alelo contribuye al valor fenotípico con igual intensidad a una determinada característica, se dice -- que son efectos aditivos o que no hay dominancia. Cuando la manifestación del efecto del heterocigotico es mayor o menor que la media de los dos alelos, entonces se dice que hay dominancia. La cual puede ser parcial, total o de sobredominancia, y negativa o positiva, esto de acuerdo a cual de los alelos haya sido identificado-

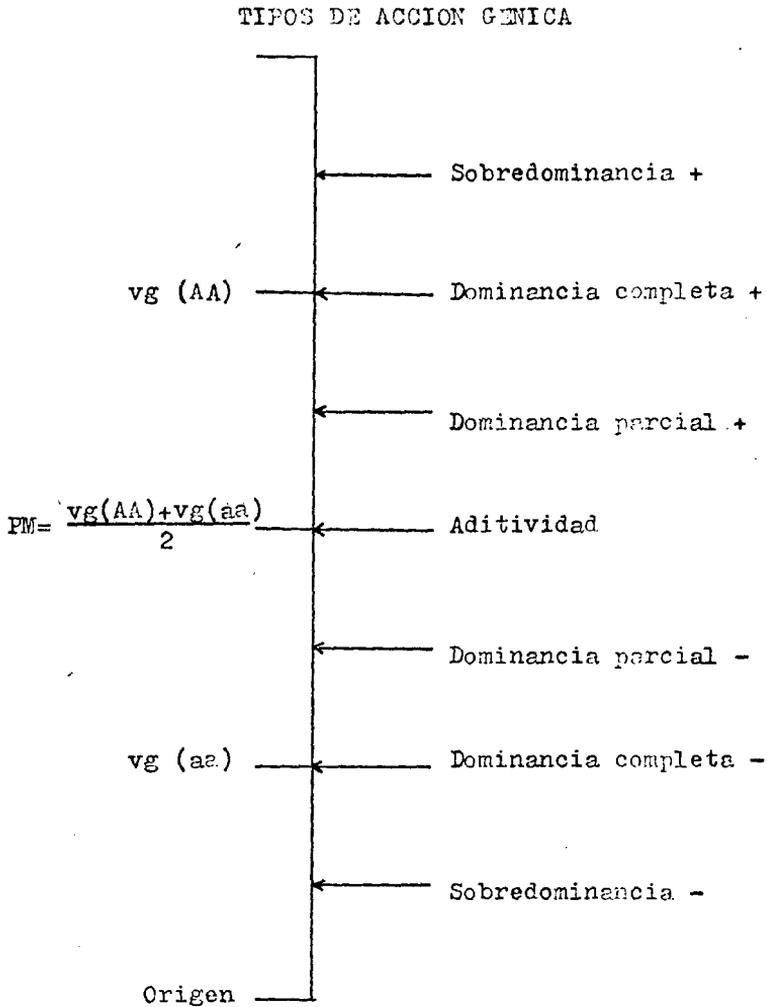
como dominante o recesivo, ver figura 1.

Poey (1978) también hace mención de que cuando se trata de poligenes, es importante medir la acción génica de cada alelo que contribuye en la manifestación de la característica, lo que si se puede hacer, es estimar el efecto medio resultante de todos los alelos, mediante determinados diseños de apareamiento. La acción ejercida individualmente por esos alelos puede ser aditiva, dominante o recesiva, algunos restando o sumando al valor fenotípico final. Lo que determina la acción promedio que caracteriza dicho carácter es la suma algebraica de dichos efectos.

Smith (1944) mencionado por Jugenheimer (1981) dió breves explicaciones de algunos tipos de acción génica, como son; interacción, acción aritmética, acción aditiva y acción geométrica.

- 1.- Interacción .- La naturaleza de éste tipo de acción génica es tal, que en la sustitución de un gene determinado, el efecto es diferente en combinación -- con un medio genotípico que con algún otro.
- 2.- Acción aritmética .- En este tipo de acción génica, cada sustitución de un gene suma o resta su aportación a la del genotipo residual. Aquí, existe la acción aritmética independiente, la cual es, cuando - la cantidad absoluta agregada al fenotipo es la misma a pesar de los otros genes presentes.
- 3.- Acción aditiva .- Esta es aritméticamente acumulativa y por lo general implica ausencia de interacción.
- 4.- Acción geométrica .- En esta, cada sustitución de -

FIGURA 1.



Escala de valores genotípicos (vg) para un locus - con dos alelos. Las flechas indican las posiciones posibles de vg para Aa que dan lugar a los correspondientes tipos de acción génica.

un gene multiplica o divide el valor genotípico residual por una determinada cantidad. Aquí, la acción del gene puede considerarse como independiente y geométrica cuando la contribución fenotípica absoluta del gene actúa como factor constante.

#### 4.3. Cruzas intervarietales.

Sprague (1955) afirma que la hibridación intervarietal ha jugado un papel doble en el mejoramiento del maíz. Los híbridos intervarietales han provisto materiales de fundación, de los cuales muchas variedades "stándard" fueron seleccionadas y estabilizadas por medio de selección masal. Además, ella suplió parte de la primera información sobre la heterosis de rendimiento en maíz y así, indirectamente, dió estímulo para trabajos subsecuentes en "endocria" e hibridación.

Wellhausen et al (1952) mencionados por Sprague (1955) han sugerido que la hibridación intervarietal fué uno de los factores importantes para la presente diversidad de tipos de maíz encontrados en México.

Poehlman (1965) menciona que las cruas intervarietales, pueden utilizarse para lograr la combinación de genes de características deseables existentes en progenitores diferentes como en las especies autofecundadas. En el caso de las especies de polinización cruzada, cada planta puede ser por sí misma un híbrido, por lo que habrá segregación dentro de la primera generación o generación  $F_1$ . Si no es controlada la polinización dentro

de la población, las plantas híbridas de la progenie de la cruce, se cruzarán a su vez con otras plantas híbridas de manera que la progenie no resulta homocigótica, como en los cultivos autofecundados. Debido a esto, después de los procesos de hibridación los métodos de selección serán distintos a los aplicados con especies de autofecundación. Las plantas híbridas obtenidas que sean fenotípicamente convenientes, deberán de ser sometidas a la autofecundación por una o más generaciones para fijar los caracteres deseables en condición homocigótica. En la población híbrida y mediante selección de progenie se establecen líneas que poseen la combinación de las características deseables de las variedades progenitoras. Para lograr la restauración del vigor perdido durante las autofecundaciones, es necesaria cierta forma de cruzamiento entre las líneas seleccionadas.

Poehlman (1965) dice que la hibridación deliberada o accidental ocurrida entre variedades, ha originado a muchas de las variedades comerciales de polinización libre.

El Dr. Beal, de la Estación Agrícola Experimental de Michigan, mencionado por Poehlman (1965) describió en 1880 un experimento referente a la hibridación intervarietal, en el cual se desespigó a una variedad utilizándola como progenitor femenino y, esta fué polinizada con una segunda variedad utilizada como progenitor masculino cultivada en un surco adyacente. En la progenie híbrida obtenida se logró un incremento en la producción.

Los resultados obtenidos de la hibridación intervarietal, han sido bastante contradictorios. Richey (1922) mencionado por Jugenheimer (1981) realizó 244 comparaciones de las cuales hizo un resúmen de los datos obtenidos. De las 244 comparaciones hechas, el 82% rindió más y el 18% restante tuvo rendimientos menores que la media de sus progenitores. Posiblemente solo un 10% tuvo mejores rendimientos que las mejores variedades de la localidad. Algunos híbridos intervarietales han tenido buen comportamiento tanto en los Países Bajos, como en Yugoslavia y México.

Lonquist y Gardner (1961) mencionados por Jugenheimer (1981) informaron acerca del vigor híbrido presentado en los cruzamientos intervarietales del maíz. Los rendimientos promedio fueron de 3.453 a 6.090 Ton/ha, mientras que los rendimientos de la primera generación fueron desde 5.148 hasta 6.717 Ton/ha. La heterosis media en relación con el promedio de los progenitores fué de 108.5% y en relación con el mejor de los progenitores 102.8%. El mayor de los rendimientos de la generación  $F_1$  de 6.717 ton/ha., fué resultado del cruzamiento de dos sintéticos de segundo ciclo. El híbrido utilizado como patrón, fué US 13 y tuvo un promedio en producción de 6.592 ton/ha.

Moll et al (1962) mencionados por Jugenheimer (1981) informaron además de la heterosis, de la diversidad genética presente en cruzamientos intervarietales de maíz. Las variedades utilizadas fueron las siguientes: dos variedades provenientes del Sureste, dos del -

Oeste Medio de los Estados Unidos y dos de Puerto Rico. Con el fin de estudiar la relación existente entre la diversidad genética y la heterosis en cruzas intervarietales, se hicieron cruzas dialélicas con las 6 variedades utilizadas. El grado de diversidad genética de dichas variedades se dedujo de las relaciones ancestrales y de la distancia geográfica con la adaptación a una localidad específica.

Los resultados obtenidos indicaron que la mayor diversidad genética de la variedad paterna, estuvo asociada con la mayor heterosis de la cruza intervarietal. -- Así, llegaron a la conclusión de que los cruzamientos entre materiales muy divergentes pueden tener una utilidad potencial para lograr aumentos en el rendimiento, -- pese a la ineficiente adaptación local de las variedades de origen lejano.

Los híbridos obtenidos por cruzas intervarietales -- nunca se han usado a nivel comercial en superficies extensas debido a los siguientes factores:

- 1.- Los resultados han sido inconsistentes.
- 2.- Este método es más complicado que la selección masal.
- 3.- Tiene que producirse semilla por cruzamiento cada año.
- 4.- Los híbridos originados entre líneas puras seleccionadas son superiores en su comportamiento.

El método de hibridación intervarietal, constituyó un avance en los principios del mejoramiento del maíz, -- debido a que consideraba a los 2 progenitores, evitando así la endogamia.

#### 4.4. Selección masal en generaciones avanzadas de híbridos comerciales.

La selección masal es el método de mejoramiento -- más antiguo y es relativamente simple. Sprague (1955), Angeles (1961), Wellhausen (1963), Brauer (1969) y Molina (1975), mencionan que éste fué practicado por la población indígena de México y Centroamerica desde la domesticación de la planta de maíz, hace aproximadamente 7 000 años. Mediante dicho procedimiento el hombre ha -- desarrollado un sinnúmero de variedades con diferentes niveles de productividad. La selección masal que se --- practicó hace tiempo fué un tanto rudimentaria y los -- procesos lentos.

Sprague (1955) define la selección masal como la -- selección de mazorca en forma individual con base en -- sus propias características y de las plantas que las -- produce, cuya semilla se mezcla para sembrar la siguiente generación y así sucesivamente; esta práctica de -- mezclar la semilla elimina toda información sobre el -- comportamiento de las progenies individuales de las mazorcas seleccionadas.

De la Loma (1973) dice que la selección masal es -- la elección de plantas dentro de una población, las cuales deben acercarse al ideal buscado, recoger su semilla y sembrar en masa, donde se vuelve a repetir el proceso y proseguir así generación tras generación; por lo tanto, la selección en masa es exclusivamente fenotípica.

Gardner (1961) menciona que la selección masal aplicada a variedades alógamas ha demostrado la presencia de varianza genética aditiva la cual puede aprovecharse por medio de éste método.

Angeles (1961) dice que el conocimiento de la existencia de varianza genética aditiva en una población es bastante deseable y que aquellas variedades de polinización libre que han estado sometidas a una selección intensa podrá suponerse que han llegado a un punto en que la presencia de varianza genética es dudosa. En estos casos es conveniente efectuar una estimación de parámetros genéticos de algún diseño genético de apareamiento que indique si vale la pena hacer selección.

Brauer (1969) indica que la base teórica para la aplicación de la selección masal radica en la existencia de varianza genética aditiva en la variedad de maíz por seleccionar. El éxito en la selección puede lograrse cuando se trata de factores hereditarios que actúan en forma aditiva, pues tales factores pueden acumularse y no pierden su acción al segregar.

Sprague (1955), Angeles (1961), Reyes (1965) y Allard (1967) mencionan que algunos de los factores que indudablemente contribuyeron a la ineffectividad de la selección masal fueron: 1) un diferencial de selección-bajo, 2) falta de control de los padres, 3) falta de aislamiento del lote de selección, 4) no considerar el efecto de competencia completa entre plantas, 5) considerable importancia a caracteres morfológicos, 6) poli-

nización no controlada y 7) técnica de campo deficiente.

Johnson (1963) y Wellhausen (1963) indican que en la actualidad la efectividad de la selección masal modificada es un hecho comprobado para los caracteres cuantitativos y cualitativos, ya que en resultados publicados en 1961 los incrementos oscilaron entre el 5 y 10% por ciclo de selección, en relación a la población original.

Brauer (1964) afirma que para tener éxito la selección debe basarse exclusivamente en el peso del grano, sin tomar en cuenta consideraciones de otra índole como mazorca grande, cilíndrica, uniforme, etc.

Poehlman (1965) señala que la utilidad de la selección masal puede resumirse en lo siguiente: 1) es un método para conservar las variedades ya existentes, 2) para la adaptación de variedades ya existentes, y 3) para la creación de nuevas variedades.

Gómez (1970) dice que el renombrado interés que -- hay actualmente en la selección masal es debido al he--cho de haberse encontrado una buena proporción de la varianza genética aditiva para el rendimiento en las po--blaciones de maíz estudiadas.

Delgado (1979) menciona que existen abundantes evidencias de la efectividad de la selección masal moderna para incrementar el rendimiento de grano de variedades de polinización libre y que algunos investigadores con-

cluyen que los incrementos obtenidos por ciclo de selección varían de una población a otra por la presión de selección que se aplica, así como las condiciones ambientales en que se selecciona y se realiza la evaluación, pero que fundamentalmente se logran por la variabilidad genética presente en la población que se mejora lográndose mayores incrementos en poblaciones de mayor variabilidad.

Delgado (1979) también menciona que en los ensayos de rendimiento frecuentemente se encuentra que los sintéticos avanzados de selección igualan los rendimientos de los híbridos comerciales, lo cual hace suponer que sintéticos de ciclos más avanzados pueden efectivamente igualar y aún superar el rendimiento de los híbridos.

#### 4.5. Tipos de semilla mejorada y sus características.

##### 4.5.1. Híbridos.

Allard (1980) utiliza el término variedad híbrida para designar a las poblaciones  $F_1$  que se utilizan para siembras comerciales. Estas poblaciones  $F_1$  pueden obtenerse por cruzamiento de clones, variedades de polinización abierta, líneas puras u otras poblaciones genéticamente diferentes. Cuando son factibles, las variedades híbridas aprovechan mejor la heterosis que cualquiera de los métodos de mejora utilizados hasta ahora. Los mayores éxitos con las variedades híbridas se han conseguido en maíz. El éxito espectacular del maíz híbrido se debe a la obtención de variedades híbridas mediante-

el sistema de cruce de dos líneas puras.

Muchos investigadores participaron en los estudios que condujeron a la utilización de los maíces híbridos. Sin embargo el Dr. G. H. Shull (1909) mencionado por -- Allard (1930) fué el primero que sugirió el método de mejora del maíz con líneas puras, basado en las líneas puras obtenidas por autofecundación prolongada y la utilización de los híbridos  $F_1$  entre estas líneas puras para la producción de la cosecha comercial. Propuso utilizar híbridos simples para la siembra comercial, produciendo estos híbridos entre pares de líneas puras seleccionadas por su mejor aptitud combinatoria. Shull afirmó que las líneas puras tenían una ventaja sobre las variedades de polinización abierta porque eran homocigóticas y no sólo se reproducían con gran precisión sino -- que producían híbridos del mismo genotipo un año tras otro.

Dicho plan no condujo a la utilización extensiva de las variedades híbridas por las siguientes razones:-- Primero, no se disponía de líneas puras que fueran capaces de producir híbridos lo suficientemente superiores en calidad que las mejores variedades de polinización abierta para que resultasen atractivos para los agricultores. Segundo, la semilla híbrida era cara, debido a que el progenitor femenino era una línea pura poco productiva y la tercera parte o la mitad del campo estaba ocupada por el progenitor masculino lo cual reducía más el rendimiento de semilla por hectárea. Tercero, las semillas híbridas  $F_1$  eran pequeñas y con frecuencia deformadas, debido a lo cual se tuvieron dificultades con -- las máquinas sembradoras y también mala germinación.

Allard (1980) también menciona que el híbrido doble sugerido por D. F. Jones en 1918, hizo posible la utilización económica de los maíces híbridos. Un híbrido doble es la  $F_1$  de dos híbridos simples. Así, si tenemos que A, B, C y D representan líneas puras, uno de los híbridos simples posibles puede estar representado por  $A \times B$  y uno de los posibles híbridos dobles por  $(A \times B) (C \times D)$ . En un híbrido doble la semilla utilizada para la siembra comercial se produce sobre uno de los híbridos sencillos que produce dos o tres veces más que cualquier línea pura. El otro híbrido sencillo produce por lo tanto en abundancia y por lo tanto hay que concederle menos terreno que si el progenitor masculino fuese una línea pura. Además, la semilla tiene forma y tamaño normales y produce plántulas vigorosas.

Allard (1980) dice que las variedades híbridas de maíz deben su gran éxito a la combinación de una morfología floral excepcionalmente favorable que permite el fácil control de las autofecundaciones y cruzamientos y a la sorprendente respuesta heterótica de algunas combinaciones  $F_1$ .

La obtención de híbridos dobles de maíz fue una de las consecuencias más importantes en la historia de la agricultura.

#### 4.5.2. Variedades sintéticas.

Shull (1909) mencionado por Poehlman (1965) dice que una variedad sintética de maíz es el resultado de la multiplicación, bajo condiciones de polinización libre de un híbrido múltiple.

Allard (1980) utiliza el término variedad sintética para designar una variedad que se mantiene por semilla de polinización abierta después de su síntesis por hibridación en todas las combinaciones entre un número de genotipos seleccionados. Los genotipos que se hibridan para producir una variedad sintética pueden ser líneas puras, clones, poblaciones en las que se ha realizado selección masal u otros materiales.

Allard (1980) dice que una variedad sintética se sintetiza con genotipos cuya aptitud combinatoria ha sido ensayada. Sólo los genotipos que se combinan bien entre sí en todas las combinaciones entran en la variedad sintética. Este ensayo previo del comportamiento de los híbridos distingue una variedad sintética de una variedad obtenida por simple selección masal en que esta última está formada por genotipos agrupados sin un ensayo previo del comportamiento de la descendencia o de las combinaciones híbridas. También distingue las variedades sintéticas de las variedades obtenidas por mejora lineal en que las descendencias de las líneas superiores se agrupan basándose en el comportamiento de las líneas ensayadas individualmente. Por tanto el fin de los ensayos en la obtención de variedades sintéticas es -- identificar los genotipos que se combinarán bien cuando se crucen inter se.

Lonnquist (1949) mencionado por Pochlman (1965) afirma que se han obtenido sintéticos que son superiores a las variedades de polinización libre y que se han logrado los mayores progresos en la creación de sintéticos de alto rendimiento en los casos en que se han se--

leccionado para su formación líneas con buena aptitud - combinatoria.

Jenkins y Sprague (1943) mencionados por Allard -- (1980) señalaron que las variedades sintéticas podían - tener valor como almacenes de plasma germinal deseable, y han sido algo utilizadas para esta finalidad. Se señalo también que: 1) la mayor variabilidad de las variedades sintéticas en comparación con los híbridos dobles - permite mayor flexibilidad para soportar las condiciones variables de vegetación en las zonas marginales, y - 2) las variedades sintéticas podrían utilizarse donde - la superficie dedicada al cultivo comercial es demasiado pequeña para mantener una industria de producción de maíces híbridos.

Lonnquist (1956) mencionado por Poehlman (1965) dice que mediante la aplicación del principio de la selección recurrente, se puede seguir aumentando el rendimiento de la variedad sintética a través de varios ciclos de selección.

#### 4.5.3. Criollos mejorados.

La Productora Nacional de Semillas (1978) durante este año mediante un convenio con extensión agrícola y el INIA, implementó un programa de mejoramiento de maíces criollos, utilizando el método de selección masal con distintos tipos de precisión según la preparación - técnica de la persona que la fuera a aplicar, sin embargo, el programa funcionó únicamente dos años consecutivos, sin alcanzar a apreciarse las bondades del método,

pues es de ganancia modesto por ciclo, lo anterior originó que no se tuviera una evaluación precisa del grado de éxito de dicho programa y a que posteriormente fuera abandonado.

El INIA ha desarrollado variedades mejoradas denominadas de polinización libre a partir de los mejores criollos resultantes de la evaluación de grupos numerosos de colectas, tal es el caso del V-370 para el Bajío derivado de la variedad criolla regional Celaya II mediante selección recurrente para rendimiento en ambiente de baja fertilidad o el V-401 procedente del centro del Estado de Tamaulipas, en donde se conocía con el nombre de "Oloton", también está el V-402 que es una variedad del Trópico Seco y el V-415 el cual es una variedad mejorada de polinización libre, derivada del maíz precoz Lagunero de 3 meses, por último el V-416 es una variedad mejorada de polinización libre, se obtuvo a partir de la variedad criolla blanco de Tayahui, Productora Nacional de Semillas (1982).

## V. MATERIALES Y METODOS

### 5.1.- Ubicación de los lugares de experimentación.

Los lugares de experimentación fueron tres, los --  
cuales se mencionan a continuación en orden alfabético:  
Atequiza, Las Agujas y el Valle de la Huerta, todos ---  
ellos en el Estado de Jalisco. A continuación se descri  
be cada uno de ellos.

#### 5.1.1.- Atequiza.

##### Ubicación.

Atequiza se encuentra ubicado entre las coordena--  
das;  $20^{\circ}23'$  y  $20^{\circ}24'$  de Latitud Norte y entre los meri--  
dianos;  $103^{\circ}08'$  y  $103^{\circ}09'$  de Longitud Oeste (CETENAL,--  
1982).

Atequiza pertenece al Municipio de Ixtlahuacán de--  
los Membrillos (S.A.H.O.P., 1980).

##### Clima.

El clima en el Municipio de acuerdo a la clasifica--  
ción de C. W. Thornthwaite es semi-seco y semi-cálido.--  
Con régimen de lluvias en los meses de Junio a Octubre,  
que representan el 92% del total anual.

Los meses más calurosos se presentan en Mayo y Ju-

nio con temperaturas medias de  $22.8^{\circ}\text{C}$  y  $22.9^{\circ}\text{C}$  respectivamente.

La dirección de los vientos en general es variable.

La precipitación media anual es de 820 mm.

La temperatura media anual es de  $20.0^{\circ}\text{C}$ .

La altitud es de 1 525 metros sobre el nivel del mar (S.A.H.O.P. 1980).

### 5.1.2.- Las Agujas.

#### Ubicación.

Las Agujas pertenece al Municipio de Zapopan, se encuentra ubicado en las coordenadas;  $20^{\circ}45'$  de Latitud Norte y entre los meridianos;  $103^{\circ}30'$  y  $103^{\circ}31'$  de Longitud Oeste (CETENAL, 1977).

#### Clima.

El clima en el Municipio de acuerdo a la clasificación de C. W. Thornthwaite es semi-seco y semi-cálido.- Con régimen de lluvias de Junio a Octubre, el cual representa el 89% del total anual.

Los meses más calurosos se presentan en Mayo y Julio con temperaturas medias de  $27.0^{\circ}\text{C}$  y  $26.7^{\circ}\text{C}$  respectivamente.

La dirección de los vientos es de Este a Oeste, -- con una velocidad de 8 Km., por hora.

La precipitación media anual es de 906 mm.

La temperatura media anual es de  $23.5^{\circ}\text{C}$ .

La altitud es de 1 548 metros sobre el nivel del -

mar (S.A.H.O.P., 1980).

### 5.1.3.- Valle de la huerta.

#### Ubicación.

El Valle de la Huerta, Jalisco está ubicado entre las coordenadas;  $19^{\circ}28'$  y  $19^{\circ}44'$  de Latitud Norte y entre los meridianos  $104^{\circ}25'$  y  $104^{\circ}40'$  de Longitud Oeste. Tiene una altura de 300 a 500 metros sobre el nivel del mar. Comprende parte de los Municipios de Casimiro Castillo, Villa de Purificación y La Huerta, todos del Estado de Jalisco.

#### Clima.

El clima es de tipo A  $w_2$  (w) i (CETENAL,1970)..

A  $w_2$  = Subhúmedo cálido.

(w) = % de lluvia invernal menor de 5.

i = Isotermal, oscilación menor de  $5^{\circ}\text{C}$ .

Las temperaturas y las precipitaciones pluviales registradas durante los últimos 10 años en las estaciones meteorológicas son:

	Temperaturas anuales			Precipitación
	Máxima	Media	Mínima	Media anual
La Huerta	$35.0^{\circ}\text{C}$	$25^{\circ}\text{C}$	$14.0^{\circ}\text{C}$	1 099.9 mm.
C. Castillo	$38.2^{\circ}\text{C}$	$27^{\circ}\text{C}$	$15.8^{\circ}\text{C}$	1 570.1 mm.
V. Purificación	$35.7^{\circ}\text{C}$	$25^{\circ}\text{C}$	$14.2^{\circ}\text{C}$	1 782.2 mm.

## 5.2.- Material genético.

En el cuadro 1 se mencionan las variedades utilizadas, las cuales fueron 5 (4 híbridos comerciales y un criollo mejorado), así como su origen.

CUADRO 1

## VARIEDADES UTILIZADAS

Variedad	Origen
B-670	Semillas Híbridas S.A. de C.V.
B-666	Semillas Híbridas S.A. de C.V.
B-15	Northrup King y Cia.
H-369	Productora Nacional de Semillas.
Tuxpeño TC	Centro Internacional de Mejoramiento en Maíz y Trigo.

## 5.3.- Esquema de mejoramiento.

El presente trabajo constó de tres ciclos agrícolas, en los que se realizaron las siguientes actividades:

1.- En el primer ciclo agrícola (Primavera-Verano 1983-83), se sembró cada una de las 5 variedades involucradas en lotes de 10 surcos de 10 metros de longitud, con una separación de 85 cms., entre surco y surco y, 25 cms., entre planta y planta lo cual, da una población de 400 plantas por lote, dichos lotes se establecieron en el predio Las Agujas del Municipio de Zapopan, Jalisco.

El objetivo principal de este ciclo, fué el de lle

var a cada una de las poblaciones a su generación  $F_2$ , - ante la imposibilidad de aislarlas entre sí, se procedió a realizar cruza<sup>s</sup> fraternales utilizando el polen - de la mitad de la población (5 surcos) para polinizar - los jilotes viables de la otra mitad y viceversa, ver - Figura 2. . Se realizaron un promedio de 100 cruza<sup>s</sup> -- por variedad, lo que permitió obtener semilla suficiente para el siguiente ciclo.

2.- En el segundo ciclo agrícola (Otoño-Invierno 1983--84), se efectuaron cruza<sup>s</sup> dialélicas con las  $F_2$  de las 5 variedades, ver Figura 3.

Para esto también se establecieron lotes de 10 surcos de 10 metros de longitud, con una separación entre-surco y surco de 85 cms., y de 25 cms., entre planta y-planta. Lo anterior se llevó a cabo en terrenos de la - Facultad de Agricultura en La Huerta, Jalisco.

Luna (1977) menciona que a partir de 1942 Sprague y Tatum, introdujeron formalmente la técnica de experimentación denominada cruza<sup>s</sup> dialélicas, la que há dado origen a un gran número de investigaciones en las que - se empezaron a utilizar los términos de aptitud combinatoria, tanto general (ACG), como específica (ACE).

La actual utilización de las cruza<sup>s</sup> dialélicas está basada en el desarrollo de la ACG y ACE en las que - las cruza<sup>s</sup> dialélicas son el resultado de las cruza<sup>s</sup> -- simples posibles entre los individuos de un grupo de líneas progenitoras.

FIGURA 2

FORMACION DE GENERACIONES AVANZADAS  $F_2$   
UTILIZANDO EL METODO DE FRATERNALES

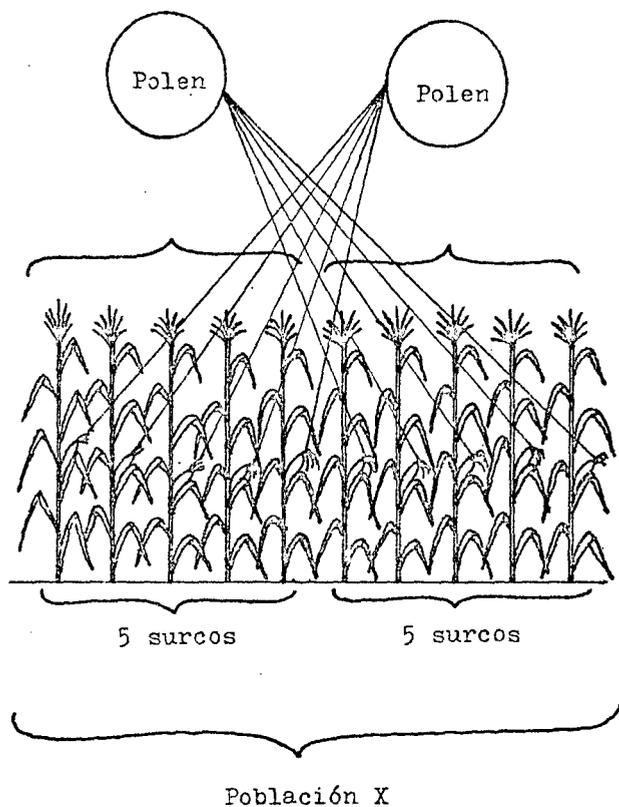
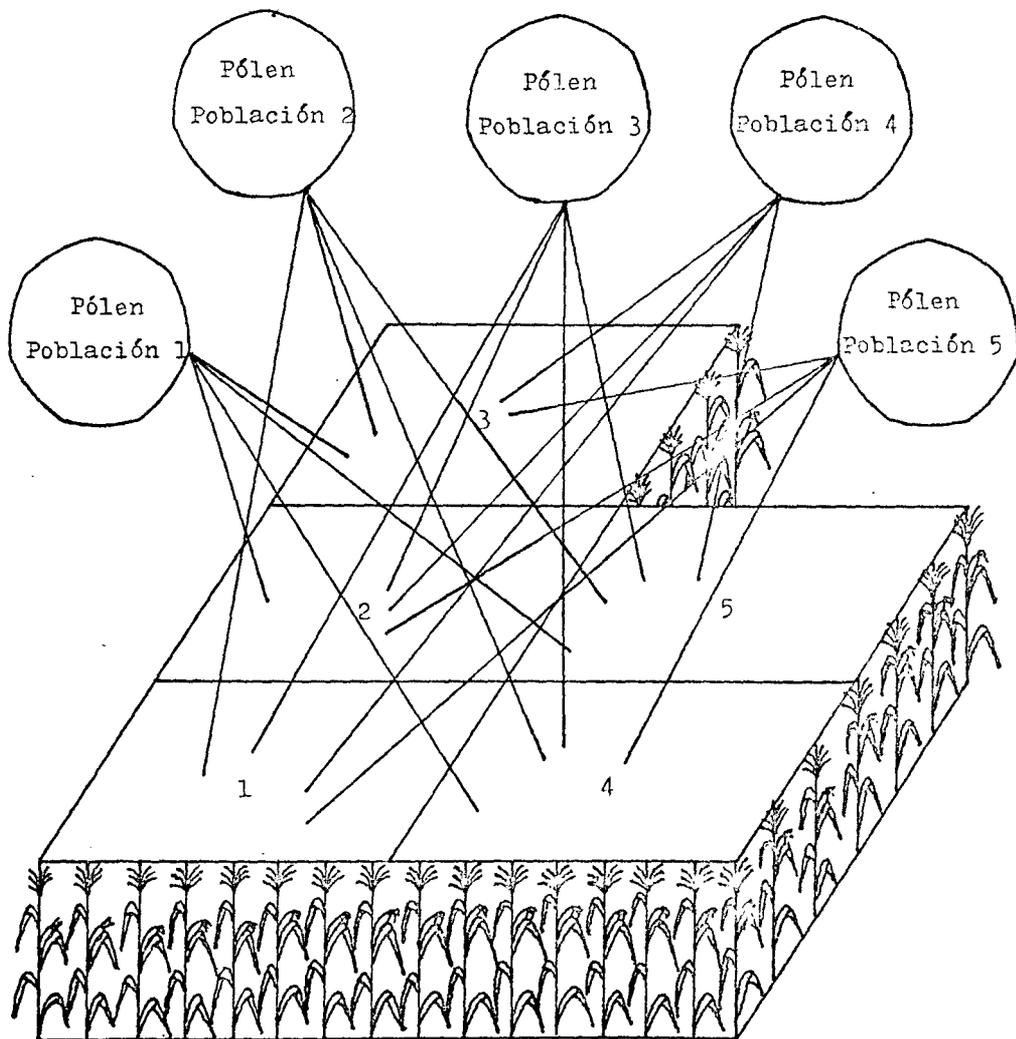


FIGURA 3

FORMACION DE CRUZAS DIALELICAS CON LAS CINCO  
VARIETADES PARTICIPANTES

Brauer (1964) mencionado por Robles (1982) sugiere que es más correcto el término "cruzamiento polialélico" para designar a las cruzas en todas las combinaciones - posibles, ya sean entre líneas, variedades o cualquier otro material genético.

Luna (1977) dice que las cruzas dialélicas se utilizan para la estimación de los componentes genéticos - de la variación existente entre las cruzas realizadas, - así como la capacidad productiva de las líneas involucradas.

Luna (1977) también menciona que si tomamos como - principio que en el método de cruzas dialélicas se parte de un grupo de líneas (P) endogámicas las que se cruzan entre sí, da por resultado  $P^2$  combinaciones posibles. Sin embargo, en las técnicas de cruzamiento puede haber variación dependiendo esto de si se desea incluir o no las cruzas entre progenitores, las  $F_1$  directas y - las  $F_1$  recíprocas. En base a lo anterior se pueden generar cuatro métodos posibles de combinación y son los siguientes:

- 1.- En este se incluyen progenitores,  $F_1$  directas así - como  $F_1$  recíprocas, es decir  $P^2$  combinaciones.
- 2.- Aquí se incluyen únicamente progenitores y  $F_1$  directas o sea  $1/2 P(P+1)$  combinaciones.
- 3.- Incluye tanto  $F_1$  directas como  $F_1$  recíprocas, es decir  $P(P-1)$  combinaciones.
- 4.- Este incluye únicamente las  $F_1$  directas o sea, ---  $1/2 P (P-1)$  combinaciones.

Por lo que cada uno de éstos métodos requiere de un análisis diferente.

3.- En el tercer ciclo agrícola (Primavera-Verano 1984-84), se efectuó la evaluación de las cruzas dialélicas-obtenidas en el ciclo anterior, las cuales fueron un total de 10, ver cuadro 2, más los 5 progenitores, para lo cual se utilizó un diseño de látice simple 5 x 5 estableciéndose lotes de 2 surcos de 5 metros de largo -- por tratamiento con 2 repeticiones, la distancia entre-surco y surco fué de 85 cms., y de 25 cms., entre planta y planta. El diseño de látice simple 5 x 5 se completó con otros híbridos comerciales, algunas cruzas entre híbridos y poblaciones, compuestos y compuestos y, criollos y compuestos. Esta evaluación se llevó a cabo en Atequiza, Jalisco.

#### 5.4.- Análisis dialélico.

El análisis dialélico se realizó únicamente con las cruzas de las  $F_2$  de los 4 híbridos comerciales y un criollo mejorado, utilizando el Diseño IV de Griffing, ver cuadro 3, y apoyándose en la tabla dialélica, ver cuadro 4.

La estimación de los efectos de ACG ( $\hat{g}_i$ ) por progenitor y de ACE ( $\hat{s}_{ij}$ ) por cruza, se realizó utilizando las siguientes fórmulas:

$$\hat{g}_i = \frac{Gi}{r(p-2)} - \frac{2Y}{rp(p-2)}$$

$$\hat{s}_{ij} = \frac{2(Y_{ij})}{r} - (g_i + g_j) - \bar{Y}$$

En donde:

$G_i$  = La suma acumulada de las cruzas en -  
que interviene el iésimo progenitor-  
de la tabla dialélica.

$2Y$  = El valor de la craza ij en la tabla-  
dialélica.

$\bar{Y}$  = El promedio general del dialélico.

$r$  = El número de repeticiones.

$p$  = El número de progenitores.

## CUADRO 2

### CRUZAS DIALELICAS EVALUADAS

H - 369 x Tuxp TC	Tuxp TC x B - 670
H - 369 x B - 15	Tuxp TC x B - 666
H - 369 x B - 670	B - 15 x B - 670
H - 369 x B - 666	B - 15 x B - 666
Tuxp TC x B - 15	B - 670 x B - 666

CUADRO 3.

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL DISEÑO IV DE  
GRIFFING EN BLOQUES COMPLETOS AL AZAR

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMAS DE CUADRADOS
Repeticiones	$r - 1$	$\frac{2Y^2}{p(p-1)} - \frac{2Y^2}{rp(p-1)}$
Cruzas	$\frac{p(p-1)}{2} - 1$	$\frac{Y^2_{ij}}{r} - \frac{2Y^2}{rp(p-1)}$
ACG	$p - 1$	$\frac{G_i^2}{r(p-2)} - \frac{4(Y^2)}{rp(p-2)}$
ACE	$\frac{p(p-3)}{2}$	SC(Cruzas) - SC(ACG)
Error	Por diferencia	Por diferencia
Total	$\frac{rp(p-1)}{2}$	$Y^2_{ijk} - \frac{2Y^2}{rp(p-1)}$

En donde:

$p$  = Número de progenitores.

$r$  = Número de repeticiones.

$2Y^2$  = Total del cuadro dialélico.

$Y^2_{ij}$  = Rendimiento de una cruz a al cuadrado.

$G_i^2$  = Total del grupo de cruzas donde participa un mismo progenitor.

$4(Y^2)$  = La mitad del total del cuadro dialélico al-cuadrado multiplicado por 4.

CUADRO 4.

## TABLA DIALELICA

PROGENITOR	PROGENITOR					TOTALES
	1	2	3	4	5	
1	2Y11.	Y12.	Y13.	Y14.	Y15.	G <sub>1</sub>
2	Y21.	Y22.	Y23.	Y24.	Y25.	G <sub>2</sub>
3	Y31.	2Y32.	Y33.	Y34.	Y35.	G <sub>3</sub>
4	Y41.	Y42.	Y43.	2Y44.	Y45.	G <sub>4</sub>
5	Y51.	Y52.	Y53.	Y54.	2Y55.	G <sub>5</sub>
	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	G <sub>3</sub>	G <sub>4</sub>	G <sub>5</sub>	2Y

## VI. RESULTADOS Y DISCUSION

### 6.1.- Análisis de varianza para rendimiento.

Como se puede observar en el cuadro 5, para las variedades no existe diferencia significativa, por lo que se consideran como del mismo potencial de rendimiento, sin embargo, las diferencias de tipo aritmético se pueden apreciar en el cuadro 6 que incluye los 25 tratamientos evaluados en látice simple 5 x 5, de los cuales únicamente los señalados pertenecen a la evaluación dialéctica y el resto sirvieron para completar el diseño y como testigos.

En cuanto a los bloques incompletos, se presentó una diferencia significativa al 0.05 lo que permite atribuir diferencias entre los lugares de establecimiento de los bloques incompletos con lo cual se justifica la utilización del látice simple pues se pudo detectar variabilidad que en otra forma pudiera ser atribuida al error experimental haciendo inexacta la evaluación.

Por lo que respecta a repeticiones, la diferencia fué altamente significativa, lo que refuerza lo expuesto en el punto anterior.

### 6.2.- Análisis de varianza para días a floración.

En el cuadro 7 se puede observar que no hubo diferencia significativa para las variedades. Lo cual es --

## CUADRO 5

ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO EN  
DISTRIBUCION LATICE SIMPLE

CAUSAS	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					0.05	0.01
Repeticiones	1	32.50	32.50	89.65	4.49	8.53 * *
Componente B	(8)	(10.65)				
Bloques incompletos	8	10.65	1.33	3.67	2.59	3.89 *
Variedades	24	19.37	0.8071	2.23	2.24	3.18 N.S.
Error	16	5.8	0.3625			
Total	49	68.32				

C.V. = 10.39%

\* = Significativo.

\* \* = Altamente significativo.

N.S. = No significativo.

## CUADRO 6

RENDIMIENTO PROMEDIO (TON/HA) DE LOS 25  
TRATAMIENTOS

TRAT.	PEDIGREE	RET.1	RET.2	PROMEDIO
1	3S B - 15	7.00	5.84	6.42
2	3S B - 57	5.71	5.00	5.35
3	3S B - 49	7.11	4.38	5.75
4	X6(LP) COMP. 33	7.76	4.33	6.05
5	B - 666	5.12	5.12	5.12
6	B - 670	6.46	5.46	5.96
7	H - 369	6.18	4.15	5.16
8	H - 309	6.15	4.51	5.33
+ 9	B - 670 X B - 666	7.62	4.15	5.88
+ 10	B - 15 X B - 666	6.01	4.96	5.43
+ 11	B - 15 X B - 670	6.50	7.00	6.75
+ 12	TuxpTC X B - 666	5.89	5.10	5.49
+ 13	TuxpTC X B - 670	6.63	4.59	5.61
+ 14	TuxpTC X X6(LP)	6.84	4.77	5.80
15	ETO PB X B - 666	5.90	3.89	4.89
16	ETO PB X B - 670	7.76	6.39	7.07
+ 17	H - 369 X B - 666	7.10	6.15	6.63
+ 18	H - 369 X B - 670	7.82	4.11	5.96
+ 19	H - 369 X X6(LP)	9.18	5.03	7.10
+ 20	H - 369 X TuxpTC	8.08	4.76	6.42
21	H - 369 X ETO PB	6.20	4.93	5.56
22	CompA2HC X Comp B2	5.76	5.96	5.86
23	CompA2HC X Comp C2	6.15	4.73	5.44
24	TuxpTC X CompA2HC	6.49	4.79	5.64
25	TuxpTC X Comp B2	5.71	4.47	5.09

NOTA: Y6(LP) = B - 15

## CUADRO 7

ANALISIS DE VARIANZA PARA DIAS A FLORACION  
EN DISTRIBUCION LATICE SIMPLE

CAUSAS	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.		
					0.05	0.01	
Repeticiones	1	16.82	16.82	2.084	4.49	8.53	N.S.
Componente B	(8)	(57.56)					
Bloques incompletos	8	57.56	7.195	0.891	2.59	3.89	N.S.
Variedades	24	158.68	6.612	0.819	2.24	3.18	N.S.
Error	16	129.12	8.07				
Total	49	362.18					

C.V. = 3.36%

N.S. = No significativo.

\* = Significativo.

\* \* = Altamente significativo.

debido a que el factor días a floración es más constante que los demás, ya que todas las variedades utilizadas son de ciclo vegetativo largo o tardío y, estuvieron por supuesto expuestas a las mismas condiciones climatólogicas, así como bajo iguales condiciones de fertilidad y humedad del suelo.

En cuanto a bloques incompletos y repeticiones tampoco se presentó diferencia significativa alguna, lo cual indica que tanto el acomodo de las repeticiones como la distribución de los bloques incompletos no afectan absolutamente para nada el inicio de la floración ya que como se mencionó antes éste es un factor más constante. En el cuadro 8 se puede observar el promedio de los días a floración de los 25 tratamientos, el cual va de 82.5 a 87 días, siendo la diferencia de 4.5 días lo cual mediante el análisis de varianza nos dá por resultado una no significancia entre los tratamientos.

### 6.3.- Análisis de varianza para plantas caídas.

En el cuadro 9 se puede observar que para plantas caídas existe diferencia significativa tanto para repeticiones como para bloques incompletos, lo cual se puede atribuir a que la preparación del suelo o las labores de escarda no fueron homogéneas en las dos repeticiones, y algunas plantas al no tener el soporte necesario para mantenerse en pie, debido a la fuerza del viento ó a algún otro factor se acamaron.

En lo que se refiere a variedades en el mismo cuadro se puede observar que no hubo diferencia significativa alguna, y esto tal vez es debido a que todas las -

## CUADRO 8

PROMEDIO DE DIAS A FLORACION DE LOS 25  
TRATAMIENTOS

TRATAMIENTO	REPETICION 1	REPETICION 2	PROMEDIO
1	83	83	83
2	81	85	83
3	89	83	86
4	83	86	84.5
5	87	87	87
6	86	84	85
7	85	87	86
8	81	84	82.5
9	84	87	85.5
10	82	86	84
11	85	83	84
12	84	85	84.5
13	84	87	85.5
14	82	85	83.5
15	85	86	85.5
16	83	83	83
17	83	85	84
18	83	86	84.5
19	83	85	84
20	84	86	85
21	82	84	83
22	82	83	82.5
23	81	84	82.5
24	81	85	83
25	83	86	84.5

CUADRO 9

ANALISIS DE VARIANZA PARA PLANTAS CAIDAS  
EN DISTRIBUCION LATICE SIMPLE

CAUSAS	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					0.05	0.01
Repeticiones	1	5.12	5.12	4.785	4.49	8.53 *
Componente B	(8)	(26.76)				
Bloques incompletos	8	26.76	3.345	3.126	2.59	3.89 *
Variedades	24	54.28	2.262	2.114	2.24	3.18 N.S.
Error	16	17.12	1.07			
Total	49	103.28				

C.V. = 92.36%

N.S. = No significativo.

\* = Significativo.

\* \* = Altamente significativo.

variedades utilizadas presentan más o menos la misma resistencia al acame.

En el cuadro 10 se observa el promedio de plantas-caídas por tratamiento, el cual vá de 0 a 3.5 lo cual - es una cantidad mínima no significativa desde el punto de vista estadístico y por lo tanto carece de importancia económica.

#### 6.4.- Análisis dialélico.

Al realizar la evaluación del rendimiento de cinco variedades (un criollo mejorado y las  $F_2$  de cuatro híbridos comerciales) así como sus cruzas posibles, no se observó diferencia significativa entre los tratamientos para esta variable. Estos mismos resultados se analizaron también mediante el Diseño IV de Griffing para determinar los tipos de acción génica presentes. En el cuadro 11 se observa que el único factor que presenta significancia son las repeticiones, mientras que los factores: cruzas, ACG y ACE son nó significativos, de lo cual, pudiera deducirse que todas las cruzas probadas en el primer caso poseen rendimientos similares así como los efectos de ACG y ACE no son distintos para cada tratamiento probado, sin embargo, con el afán de aprovechar los materiales genéticos utilizados y a la vez demostrar la mecánica que se sigue para concluir trabajos de acción génica se pueden calcular los efectos de aptitud combinatoria para cada variedad y cada cruza en particular. En el cuadro 12 se puede observar el comportamiento de los cinco progenitores en base a sus efectos de aptitud combinatoria general, en dicho cuadro se pue

CUADRO 10

PROCEDIO DE PLANTAS CAIDAS DE LOS 25  
TRATAMIENTOS

TRATAMIENTO	REPETICION 1	REPETICION 2	PROCEDIO
1	2	2	2
2	0	0	0
3	4	3	3.5
4	0	1	0.5
5	5	1	3
6	4	1	2.5
7	6	0	3
8	4	0	2
9	2	0	1
10	2	1	1.5
11	1	0	0.5
12	1	1	1
13	0	0	0
14	2	2	2
15	0	0	0
16	0	3	1.5
17	1	0	0.5
18	1	1	1
19	1	1	1
20	0	1	0.5
21	0	0	0
22	0	0	0
23	0	0	0
24	0	1	0.5
25	0	1	0.5

## CUADRO 11

ANALISIS DE VARIANZA, DISEÑO 4 DE GRIPPING  
CRUZAS

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.		
					0.05	0.01	
Repeticiones	1	44.69	44.69	45.60	5.12	10.56	* *
Cruzas	9	12.06	1.34	1.37	3.23	5.47	N.S.
A.C.G.	4	3.68	0.92	0.55	3.63	6.42	N.S.
A.C.E.	5	8.38	1.68	1.71	3.48	6.06	N.S.
Error	9	8.82	0.98				
Total	19	77.63					

de apreciar que la  $F_2$  de H - 369 es la que posee el valor más alto y por consecuencia también es la que posee mayor varianza aditiva y, debido a ello se recomienda practicarle selección masal visual para aprovechar la mencionada varianza, dicha selección masal visual también se le puede aplicar a la  $F_2$  de B - 15 para observar su comportamiento aunque su valor para aptitud combinatoria general no sea tan alto como el de H - 369.

CUADRO 12

COMPORTAMIENTO DE LOS PROGENITORES EN BASE A SUS EFECTOS DE APTITUD COMBINATORIA GENERAL.

Progenitor	ACG ( $\hat{\sigma}_i$ )
Tuxp TC	- 0.37
B - 666	- 0.33
B - 670	- 0.08
B - 15	0.22
H - 369	0.56

En lo que se refiere al cuadro 13, se puede apreciar que las cruzas; H - 369 x B - 15 y B - 15 x B - 670 son las que presentan los mayores efectos de aptitud combinatoria específica, lo que se traduce en varianza de dominancia, la cual se aprovecha al efectuar la hibridación de las  $F_2$  de los híbridos mencionados, por lo que se sugiere formar los híbridos intervarietales mencionados para que de inmediato sean aprovechados por los agricultores.

## CUADRO 13

COMPORTAMIENTO DE LAS 10 CRUZAS DIALELICAS  
EN BASE A SUS EFECTOS DE APTITUD COMBINATO  
RIA ESPECIFICA.

Cruza	ACE ( $\hat{s}_{ij}$ )
B - 15 x B - 666	- 1.24
H - 369 x B - 670	- 0.77
Tuxp TC x B - 670	- 0.55
Tuxp TC x B - 666	- 0.53
Tuxp TC x B - 15	- 0.46
B - 670 x B - 666	- 0.04
Tuxp TC x H - 369	0.43
H - 369 x B - 666	0.81
B - 15 x B - 670	1.14
H - 369 x B - 15	1.21

## VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1.- Las generaciones avanzadas que presentaron mayor -- efecto de ACG (H-369 y B-15), pueden ser incluidas en programas de mejoramiento por selección, a reserva de realizar cuando menos una segunda evaluación que venga a reforzar los resultados obtenidos.
- 2.- Se sugiere estudiar por separado la acción génica -- dominante en los progenitores que forman las cruzas que manifiestan el mejor efecto de ACG, si se de--- sean incluir en programas de hibridación y/o explo- tar las mejores cruzas como híbridos intervarieta-- les.
- 3.- Se sugiere que al evaluar las cruzas dialélicas ob- tenidas junto con sus progenitores, se utilicen dos o más localidades con la intención de conocer su -- comportamiento con más exactitud y no descartar en una evaluación preliminar como la presente, materia les genéticos que puedan ser importantes en el pro- grama de mejoramiento genético.
- 4.- Se recomienda repetir este estudio utilizando un ma yor número de repeticiones para obtener una informa ción más exacta sobre la estimación tanto de compo- nentes de varianza así como de efectos para aptitud combinatoria general y específica.

5.- Se recomienda al efectuar estudios similares al presente se amplíe el número de variedades participantes como progenitores de las cruas dialélicas, con la finalidad de aumentar el número de combinaciones posibles, así como la oportunidad de prueba de los mismos progenitores, lo que permitiría detectar con más exactitud su aptitud combinatoria general.

## VIII. RESUMEN

El mejoramiento genético de maíz, tiene su inicio en el conocimiento del comportamiento de los genes globalmente dentro de las poblaciones originales que intervienen en el programa, por lo cual, es de primordial importancia determinar estos efectos genéticos.

Considerando lo anterior, el objetivo principal de este trabajo, es la identificación de los tipos de acción génica presente en las generaciones avanzadas de híbridos comerciales de maíz, así como determinar la estrategia de mejoramiento que se debe aplicar entre dichas generaciones avanzadas. Se apoya en la hipótesis de que en las generaciones avanzadas de híbridos comerciales de maíz se pueden detectar fracciones de varianza genética importantes para realizar mejoramiento genético.

Los materiales utilizados fueron el criollo mejorado Tuxpeño TC y las  $F_2$  de los 4 híbridos comerciales siguientes: H-369, B-15, B-666 y B-670.

Para lo anterior se determinaron los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) para cada uno de los 5 progenitores, así como los efectos de aptitud combinatoria específica (ACE) para cada una de las 10 cruza dialélicas.

Las generaciones avanzadas que presentaron mayor efecto de ACG (H-369 y B-15), pueden ser incluidas en programas de mejoramiento por selección, a reserva de

realizar cuando menos una segunda evaluación que venga a reforzar los resultados obtenidos.

Se sugiere estudiar por separado la acción génica-dominante en los progenitores que forman las cruzas que manifiestan los mejores efectos de ACE, si se desean incluir en programas de hibridación y/o explotar las mejores cruzas como híbridos intervarietales.

## IX. BIBLIOGRAFIA

1. Allard, R. W. 1967. Principios de la mejora genética de las plantas. Ed. Omega. Barcelona, - España. 498 p.
2. Allard, R. W. 1980. Principios de la mejora genética de las plantas. Ed. Omega. 4a. Ed. Barcelona, España. pp. 88 - 276.
3. Angeles A., H. H. 1961. Comentarios sobre la selección masal en el pasado y sus posibilidades en los programas actuales de mejoramiento de maíz. 7a. Reunión Centroamericana. -- PCCMM. Tegucigalpa, Honduras. pp. 18 - 21.
4. Brauer H., O. 1964. Bases estadísticas y genéticas de la selección en maíz. 10a. Reunión - Centroamericana. PCCMM. Antigua, Guatemala. pp. 10 - 11.
5. Brauer H., O. 1969. Fitogenética aplicada. Ed. Li musa Wiley. México. 518 p.
6. CETENAL. 1970. Carta de climas No. 13Q - V. México. co.

7. CETENAL. 1977. Carta topográfica Guadalajara Oeste F - 13 - D - 65. México.
8. CETENAL. 1982. Carta topográfica Chapala F - 13 - D - 76. México.
9. Delgado M., H. 1979. Posibilidades de obtención de variedades por selección masal en generaciones avanzadas de híbridos comerciales de maíz. Tesis de maestría. Colegio de postgraduados, ENA. Chapingo, México. pp. 17 - 19.
10. De la Loma, J. L. 1973. Genética general y aplicada. Ed. UTEHA. México. 752 p.
11. Departamento de Turismo del Estado de Jalisco. --- 1980. Monografías de los Municipios que integran la delegación Centro Norte con sede en Zapopan.
12. Gardner, C. O. 1961. An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. Crop. Sci. 1: 241 - 245.
13. Gómez L., H. 1970. Variabilidad del maíz con diferentes humedades de grano. Fitotecnia Latinoamericana. 7: 65 - 68.
14. Johnson, C. E. 1963. Efecto de la selección masal sobre el rendimiento de una variedad tropi-

- cal de maíz. 9a. Reunión Centroamericana. - PCCMM. San Salvador, El Salvador. pp. 56 -- 57.
15. Jugenheimer, R. W. 1981. Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Ed. Limusa. 1a. Ed. México. pp. 82-129.
  16. Lonquist, J. H. 1960. El mejoramiento de las poblaciones de maíz. 6a. Reunión Centroamericana. Managua, Nicaragua. pp. 14 - 22.
  17. Luna D., D. A. 1977. Las cruzas dialélicas y el mejoramiento genético en las plantas. CIANE Seminarios Técnicos. Vol. IV. No. 11. SARH.
  18. Martínez G., A. 1983. Diseños y análisis de experimentos de cruzas dialélicas. 2a. Ed. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. pp. 38 - 52.
  19. Molina G., J. D. 1976. Selección masal visual estratificada en maíz. Avances en la Enseñanza y la Investigación. Colegio de Postgraduados, ENA. Chapingo, México. pp. 49 - 50.
  20. Oliver, F. L. 1977. Fundamentos de genética. Ed. McGraw Hill. 1a. Ed. México. pp. 209 - 210.
  21. Poehlman, J. M. 1981. Mejoramiento genético de --

- las cosechas. Ed. Limusa. 1a. Ed. México. - pp. 86 - 270.
22. Poey, F. R. 1975. El mejoramiento integral del maíz. Rendimiento y valor nutritivo; hipótesis y métodos. Tesis de doctor en ciencias agrícolas. ENA. Chapingo, México. pp. 62 - 63.
23. Poey, F. R. 1978. El mejoramiento integral del maíz: Valor nutritivo y rendimiento; hipótesis y métodos. Colegio de Postgraduados. - ENA. Chapingo, México. pp. 81 - 85
24. Productora Nacional de Semillas. 1978. Instructivo para el mejoramiento de maíces criollos. Boletín.
25. Productora Nacional de Semillas. 1982. Híbridos y variedades de maíz PRONASE. Boletín.
26. Reyes C., P. y Gutierrez P., M. 1965. Efectividad de la selección masal en el maíz. Memoria - del Primer Congreso. Sociedad Mexicana de - Fitogenética. ENA. Chapingo, México. pp. 77 - 87.
27. Reyes C., P. 1980. Diseño de experimentos aplicados. Ed. Trillas. 2a. Ed. México. pp. 150 - 163.

28. Robles, S. R. 1982. Terminología genética y fitogenética. Ed. Trillas. 2a. Ed. México. Pág. 34.
29. SAHOP. 1980. Plan municipal de desarrollo urbano. Ixtlahuacán de los Membrillos. H. Ayuntamiento del Estado de Jalisco.
30. SAHOP. 1980. Plan municipal de desarrollo urbano. Zapopan. H. Ayuntamiento del Estado de Jalisco.
31. Sprague, G. F. 1955. Corn and corn improvement. - Academic Press, Inc. New York, N. Y.
32. Wellhausen, E. J. 1963. Un nuevo enfoque a los -- viejos métodos de mejoramiento de maíz. 9a. Reunión Centroamericana. San Salvador, El - Salvador. pp. 63 - 66.