

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

PROGRAMA DE GRADUADOS



SELECCION RECURRENTE PARA RENDIMIENTO EN
LA POBLACION DE MAIZ (*Zea mays* L.) NEPO-PREC BAJO
CONDICIONES DE TEMPORAL Y RIEGO

POR

SONIA GUADALUPE MORALES OSEGUEDA

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD FITOMEJORAMIENTO

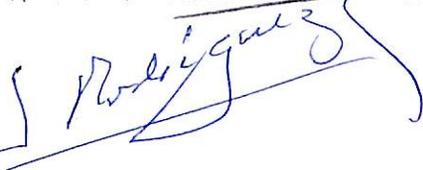
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO
FEBRERO DE 1984

Tesis elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y aprobada como requisito parcial para optar al grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD FITOMEJORAMIENTO

COMITE PARTICULAR

Asesor Principal: 
ING. M.C. GUSTAVO OLIVARES SALAZAR

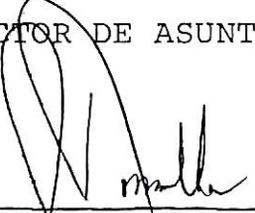
Asesor: 
ING. M.C. JOSE GUADALUPE RODRIGUEZ VALDES

Asesor: 
DR. HANS RAJ CHAUDHARY

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



SUBDIRECTOR DE ASUNTOS DE POSTGRADO


DR. JESUS TORRALBA ELGUEZABAL

BIBLIOTECA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

A Dios
Por ser nuestro guía
en el sendero de la vida.

A mis Padres:

MANUEL DE J. MORALES (†)
MARINA O. DE MORALES

Por el gran amor y admiración que les profeso, como también por su abnegación y sacrificio, ya que nunca pusieron límites en la formación de sus hijos.

A mis Hermanos:

MARINA DEL ROSARIO	MANUEL ANTONIO
ANA MIRIAM	SALVADOR DE ATOCHA
MARTA DE JESUS	FRANCISCO
PATRICIA SOLEDAD	ANTONIO SALVADOR FRANCISCO

A los que quiero y respeto por darme siempre comprensión y cariño como el ejemplo de la superación constante.

A mis sobrinos y cuñados, con el amor y cariño que merecen.

A la memoria de un gran Maestro

DR. MARIO E. CASTRO GIL (†)

A mi Patria: EL SALVADOR.

Mi agradecimiento al

Ing. M.C. Gustavo Olivares Salazar e
Ing. M.C. José Guadalupe Rodríguez Valdés

asesores y amigos que me apoyaron constantemente y me dieron la oportunidad de realizar esta investigación.

Al Dr. Hans Raj Chaudhary

Por sus consejos y cooperación en la elaboración de este trabajo.

Al Ing. José Rafael Gómez González

por su constancia y esmero por una investigación cada día más profunda y positiva.

A los Ingenieros:

Isidro Alvarez Garza y Enrique J. Varela G.
por la ayuda desinteresada que brindan.

Al personal de campo que laboran en el Instituto Mexicano del Maíz de esta Universidad.

A mis amigos, lo que en forma desinteresada me brindaron el apoyo necesario para seguir adelante, especialmente a la Ing. Martha P. C. Castañeda, Alma R. Ortiz Gámez y Sandra Luz Coss Ramos.

A mi Escuela.

INDICE

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
INDICE DE CUADROS	
RESUMEN	
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	4
Selección recurrente	4
Selección mazorca por surco	6
Resistencia a sequía	13
MATERIALES Y METODOS	24
Origen del material genético	25
Desarrollo del trabajo	26
Diseño experimental	27
Prácticas de campo	28
Toma de datos	28
Análisis estadístico	31
Estimación de parámetros genéticos	37
RESULTADOS Y DISCUSION	43
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	77
BIBLIOGRAFIA	80
APENDICE	92

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Análisis de varianza para rendimiento.	33
2	Análisis de varianza combinado para rendimiento.	34
3	Análisis de varianza para las características -- agronómicas.	35
4	Análisis de varianza combinado para las caracte- rísticas agronómicas.	37
5	Cuadrados medios del análisis de varianza para - rendimiento.	44
6	Cuadrados medios del análisis combinado para ren- dimiento.	47
7	Cuadrados medios del análisis de varianza bajo - condiciones de temporal (T) y riego (R).	49
8	Medias generales de las características estudia- das.	50
9	Cuadrados medios del análisis de varianza combi- nado.	52
10	Comportamiento promedio de 48 familias de medios hermanos seleccionadas y rendimiento promedio de 2 repeticiones bajo 2 condiciones de humedad.	55
11	Ganancia esperada por ciclo (%) de selección pa- ra 12 características.	59
12	Varianza genética (σ^2_g) y fenotípica (σ^2_p) de 12 características estudiadas.	61
13	Varianza aditiva (σ^2_A), heredabilidad (h^2) y - - error estándar para 12 características.	63
14	Coeficiente de variación aditiva (C.V.A. %) para 12 características.	66
15	Correlaciones genotípicas bajo condiciones de -- temporal (T) y de riego (R) de 12 características estudiadas.	68
16	Correlaciones fenotípicas bajo condiciones de -- temporal (T) y de riego (R) de 12 característi-- cas estudiadas.	70

Cuadro		Pág.
17	Correlaciones genotípicas (γ_g) y fenotípicas - (γ_p) de 12 características estudiadas en <u>condi</u> <u>ciones</u> de temporal-riego (combinado).	73
18	Correlaciones genotípicas (γ_g) y fenotípicas - (γ_p) de 11 características bajo riego (R) con rendimiento en temporal (T).	75
1A	Medias de 48 familias seleccionadas.	93

" Un buen libro es como la buena semilla en el momento preciso de la siembra y en el momento oportuno de la cosecha. Los buenos frutos serán la mejor respuesta".

S.G.M.O.

RESUMEN

La baja precipitación y la mala distribución de las lluvias es un problema que se presenta frecuentemente en el Norte de México, ocasionando bajas o nulas cosechas no redituables para el agricultor. Por lo tanto, la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", a través del Instituto Mexicano del Maíz, ha venido realizando investigaciones con resultados favorables. Se logró formar la población Nepo-prec, que sirvió de base para iniciar un programa de mejoramiento cuyo objetivo fue obtener genotipos susceptibles de explotarse favorablemente en temporal, a través del método de selección recurrente (mazorca por surco, propuesto por Lonngquist, 1964).

Se estableció la población en condiciones de temporal y riego en Derramadero, Coah., y en Durango, Dgo., sembrándose 208 familias de medios hermanos para su evaluación y a la vez recombinarlas para el siguiente ciclo de selección. Se aplicó una presión de selección de 23%, seleccionándose 48 familias que presentaran los mejores rendimientos y otras características favorables; fue analizado en bloques incompletos rendimiento. y las demás características como bloques al azar. Asimismo se estimaron parámetros genéticos y correlaciones.

La estimación de los cuadrados medios para rendimiento en condiciones de temporal y de riego, para familias dentro de grupos, no exhibió significancia en temporal pero si en riego, sin embargo, en el análisis combinado, para la misma fuente también exhibió significancia.

Para las demás variables, los cuadrados medio de familias demuestran significancia en temporal para días a flor femenina, altura de mazorca, mazorcas podridas y materia seca; en riego, días a flor masculina, altura de planta, de mazorca, acame de raíz y materia seca, es decir, no todas las familias presentaron el mismo comportamiento. Las medias generales fueron menores en temporal que en riego, excepto para rendimiento, días a flor masculina, femenina y acame de raíz. Los coeficientes de variación en temporal fueron mayores que en riego para las variables de rendimiento, días a flor masculina y femenina, altura de planta, de mazorca, mazorca x 100 plantas y materia seca. Las otras variables presentaron coeficientes altos en ambos ambientes. En el análisis combinado, se detectaron diferencias significativas en ambientes, y familias para la mayoría de las variables.

De las 48 familias que se seleccionaron en base al análisis combinado del carácter rendimiento, la familia Nepo - prec 120- 2 - 1, exhibió el mayor rendimiento en el combinado, considerándose ventajoso seleccionar bajo este sis -

tema por que permite seleccionar los mejores genotipos, Los resultados del diferencial de selección fueron positivos para la mayoría de las variables, excepto para días a flor, esperándose que para el próximo ciclo se seleccione lo más precoz.

Los parámetros genéticos exhibidos, demuestran que la varianza fenotípica fue mayor para la mayoría de las variables comparadas con la genética. La varianza aditiva fue menor en algunas características en temporal que en riego, sin embargo, en el análisis combinado se obtuvieron valores menores para días a flor masculina, femenina, altura de planta y de mazorca. En la mayoría de las variables, la heredabilidad fue menor en temporal que en riego, excepto días a flor femenina, mazorcas podridas, mala cobertura y carbón. Los coeficientes de variación aditiva altos, demuestran que las familias exhiben variabilidad genética aditiva, que puede ser aprovechada para realizar selección para las mismas.

Las correlaciones genotípicas del rendimiento con todas las variables en temporal y riego, se encontraron de mayor magnitud tanto positivas como negativas, excepto para altura de planta, de mazorca y acame de raíz en temporal y días a flor femenina y carbón en riego. Fenotípicamente se encontraron correlacionadas la mayoría, excepto con-

acame de raíz, de tallo y carbón en temporal y en riego, solamente presentaron correlación alta con rendimiento, altura de mazorca, mazorca x 100 plantas carbón y materia seca. El análisis combinado exhibió valores altos de correlación genotípica del rendimiento con las demás características excepto para mazorcas x 100 plantas, mala cobertura, acame de tallo y carbón y fenotípicamente, fueron bajas, mala cobertura, acame de raíz, de tallo y carbón. Finalmente, las correlaciones de rendimiento en temporal con todas las características en riego, presentaron correlaciones fenotípicas sin ninguna significancia; sin embargo, para las correlaciones genotípicas, se encontraron correlaciones de buena magnitud en algunas variables.

INTRODUCCION

La reducida precipitación pluvial como la mala distribución de la misma, que año con año se presenta en el Norte de México, particularmente en los Estados de Coahuila, Durango, Nuevo León y Zacatecas, viene a ser la principal limitante para el desarrollo del cultivo de maíz en estas regiones, por lo que los rendimientos obtenidos por Ha., son relativamente bajos. Considerando que una mala cosecha se encuentra más relacionada con la mala distribución de las lluvias que con lo escaso de las mismas y que aunado a ésto, las temperaturas y la presencia de heladas tempranas y tardías, no permiten seleccionar genotipos -- resistentes, debido a que muchas veces las condiciones adversas coinciden con los períodos de floración del cultivo, es importante señalar que el mejoramiento genético, a través de selección recurrente para condiciones desfavorables de humedad, permite incrementar paulatinamente genes deseables para condiciones de temporal deficiente.

Los métodos de mejoramiento genético, a través de selección recurrente han contribuido a partir de la década de 1940, a una mayor información de la mejora de los cultivos, considerando que la efectividad de los programas -- está en función de la variabilidad genética disponible de

las frecuencias de los genes favorables en la población y la media de la población.

Dentro de los métodos de selección recurrente se encuentra la selección mazorca por surco propuesto por Lonquist (1964), considerándose efectiva para mejorar el rendimiento en las poblaciones de maíz, siempre que estas posean una adecuada variabilidad genética, lo que permitirá identificar genotipos superiores.

Por lo mencionado anteriormente, la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", a través del Instituto Mexicano del Maíz, ha venido realizando estudios de mejoramiento genético para regiones con escasas precipitaciones, donde se carece de variedades de alto potencial de rendimiento. Como resultado se logró formar una población denominada Nepo-prec, fijando en ella características de materiales criollos del Norte de México, de enanismo, precocidad y mayor valor proteínico (opaco); en esta población base, se continua realizando investigaciones para tratar de formar una variedad que prospere favorablemente en estas regiones, efectuándose el presente trabajo con los siguientes objetivos:

1. Evaluar el comportamiento de la población Nepo-prec -- en dos condiciones de humedad: temporal y riego en -

la localidad de Derramadero, Coah.

- 2.- En base al rendimiento combinado (temporal-riego), seleccionar las familias con rendimiento más alto que serán utilizadas para el siguiente ciclo de selección y a la vez evaluar en diferentes ambientes a través de la metodología propuesta por Lonquist (1964).
- 3.- Estimar parámetros genéticos en condiciones de temporal, riego y combinado (temporal-riego).

REVISION DE LITERATURA

Selección recurrente.

Los métodos de mejoramiento genético, han sido desarrollados con el objetivo de mejorar poblaciones para una mayor producción, pudiendo ser aplicados tanto a poblaciones heterocigotas como homocigotas, tomando en cuenta que para lograr su efectividad, deben ser ajustados a la población que se quiere mejorar. Estos métodos difieren mucho, tanto en plantas alógamas como en autógamias; en el caso de las primeras, son plantas sumamente heterocigotas, por lo que en raros casos se usan plantas individuales para constituir una variedad, debido a que la polinización cruzada y segregación, dificultan la conservación del progenitor.

Hallauer y Miranda (1981), mencionan que en todo programa de mejoramiento genético, de maíz, es importante desarrollar poblaciones con elevada concentración de genes favorables, estribando en ello el éxito del mismo, sin embargo, todo programa debe cubrir tres fases importantes, a corto, mediano y largo plazo, a saber:

- 1.- Seleccionar el germoplasma adecuado.

- 2.- Realizar mejoramiento cíclico dentro del germoplasma seleccionado.
- 3.- Obtener líneas para producir híbridos en aquellas áreas donde se justifiquen las variedades mejoradas, o bien, sintéticos o cruza entre variedades mejoradas.

Sprague y Brimhall (1950), para determinar la efectividad de la selección recurrente en maíz, estimaron el porcentaje de aceite del grano a través de dos ciclos de selección, encontrando que la población original, exhibió un rango de 4.5 a 10%; para el primer ciclo fué de 5.5 a 12.5% y el segundo ciclo de 7.5 a 13.5%, respectivamente, concluyeron que entre los factores que determinan la efectividad de la selección se encuentran, la heredabilidad, tamaño de la muestra y frecuencia de genes.

Horner et. al. (1976), usando el criterio de selección para rendimiento de grano, resistencia a enfermedades y altura de mazorca en maíz, argumentaron que a través de selección recurrente para aptitud combinatoria específica, se puede incrementar la frecuencia de los efectos aditivos.

Hallauer (1970), realizó un estudio en dos variedades sintéticas y cruza varietales de maíz, durante cuatro ciclos de selección recíproca recurrente; los resultados mos

traron que no existió efectividad de la selección para rendimiento, ya que la variabilidad genética se vió reducida sin producirse cambios en las frecuencias génicas, habiéndose reflejado en el promedio de las cruza varietales.

Genter (1976), a través de selección recurrente, cruzó plantas F_2 con un probador, estimando así el rendimiento e interpretando los cambios genéticos; los resultados demostraron que la media del rendimiento, se incrementó de 59.9% en el C_0 , a 80.4% en el C_4 , sugiriendo que la selección recurrente es efectiva, siempre y cuando se logre mantener la variabilidad genética en la población.

Nelson (1980), menciona que por cualquier método de selección recurrente o recíproca recurrente, se puede esperar un mayor rendimiento, implicando así una ganancia de 3.4% por ciclo de selección, a través de los métodos de medios hermanos, hermanos completos, líneas S_1 , etc.

Selección mazorca por surco.

Dumanovic (1980) y Woodworth et. al (1952), señalan que en maíz, la selección mazorca por surco, fué iniciada por Hopkins en 1896 en Illinois para alto y bajo contenido de proteína y de aceite en la variedad Burr White. La va-

riedad original, exhibió una media del contenido de aceite de 4.70 y de proteína de 10.92% en 1896. Después de 50 generaciones de selección, la media para alto contenido de aceite fué de 15.36% y de bajo contenido de aceite de 1.01% para alto contenido de proteína fué de 19.45% y para bajo contenido de proteína de 4.91%. Así mismo, Dudley (1974), reportó que se han realizado 76 generaciones de selección para alto y bajo contenido de aceite y proteína. Smith (1925), y Dumanovic (1980), coinciden en afirmar que la metodología fué efectiva para características de alta heredabilidad como contenido de aceite y proteína no así para características de baja heredabilidad (rendimiento), debido a que la metodología sugerida por Hopkins, no permite controlar la interacción genotipo - medio ambiente.

Lonnquist (1964), modificó la metodología propuesta por Hopkins, introduce un mayor número de repeticiones y ambientes para evaluar con mayor precisión el carácter rendimiento y poder estimar la interacción, genotipo-medio ambiente. Realiza selección entre (evaluación) y dentro (lote aislado), de familias de medios hermanos, siendo la ganancia igual a la suma de ambas selecciones, asumiendo que de esta manera, se intensifica más rápidamente la frecuencia de los genes favorables, a través de la separación de complejos de genes (aditividad), sin aumentar la tasa de endogamia; permitiendo retener material genético favo-

rable en el pool de genes, desde el punto de vista deseable.

Además, aconseja practicar selección mazorca por surco, cuando se trata de dos poblaciones que exhiban heterosis y una vez que se observe que no existe ya la respuesta favorable, practicar en las mismas, cualquier método de selección inter-poblacional, cuyo resultado será un mejor afecto de dominancia como de epistasis.

El mismo autor (1965), argumenta, que es necesario recurrir a técnicas adecuadas para evitar la disminución y pérdida de la varianza aditiva presente en la población, señala que el método de mazorca por surco modificado tiene sus ventajas, a saber:

- 1.- Las mismas que la selección masal, siempre y cuando sea parte del sistema.
- 2.- Al realizar la prueba de progenies, se logra medir y controlar los efectos de la interacción genotipo-medio ambiente en el programa de selección.
- 3.- Finalmente, existe una medida constante directa del progreso de la selección.

Sin embargo, se tiene sus desventajas que son:

- 1.- Al existir limitaciones físicas con respecto al número de familias que es posible probar, se reduce la intensidad de selección.
- 2.- Es más complejo si se compara con la selección masal.

Compton y Comstock (1976), introducen otra modificación a la metodología propuesta por Lonquist (1964), en la cual se requieren de dos estaciones para completar el ciclo, por lo que en la primera estación, se realizan ensayos de rendimientos (selección entre), seleccionando así las mejores familias y en la segunda se recombinan solamente las familias seleccionadas (selección dentro), cuya respuesta será un mejor control parental y una ganancia igual a uno; su limitante es que en aquellas regiones donde se cuenta con una estación al año, se necesita de dos años para completar el ciclo de selección.

Paterniani (1967), evaluó a través de mazorca por surco la población de maíz "Paulista dent" para rendimiento, con resistencia al acame, baja altura de mazorca y libre de enfermedades durante tres ciclos de selección de familias de medios hermanos. Para rendimiento obtuvo por ciclo un progreso de 13.6% comparado con la variedad original; indicando que la selección de familias de medios hermanos, permite que sus progenies puedan tener un mayor rango de adaptación al ser evaluadas en diversas localidades.

Andrew (1969), trabajó con selección mazorca por surco en la variedad comercial "Honey cream" para estudiar la maduración temprana en maíz dulce, durante seis generaciones de autofecundación en un lote aislado hasta conseguir uniformidad en las características agronómicas. Los resultados señalaron reducción en la maduración, en un 4.7% comparado con las líneas originales que fué de 12%, por lo que concluyó que la uniformidad y alta calidad en la variedad de maíz dulce, mostró influencia en la maduración establecida por las líneas endogámicas.

Webel y Lonquist (1967), evaluaron la efectividad de la selección mazorca por surco en la variedad de polinización libre "Hays Golden", durante cuatro ciclos de selección para rendimiento. Se logró efectividad de la metodología, ya que se incrementó las frecuencias de genes favorables y se observó un incremento en el rendimiento igual a 9.44% por ciclo comparado con la variedad original.

Compton y Bahadur (1977), trabajando en la misma variedad y con la misma metodología que los autores anteriores, a través de diez ciclos de selección, encontraron una ganancia en el rendimiento igual a 5.26% por ciclo de selección, comparado con lo obtenido en los ciclos anteriores.

Smith (1979), desarrolló un modelo para relacionar los cambios de la media y las frecuencias alélicas, evaluando así el progreso de la selección recurrente, de familias de medios hermanos en las poblaciones BSSS(R) y BSCB_I(R)*. - Observó una considerable depresión endogámica, logrando así una pérdida de alelos favorables, concluyendo que esta pérdida limitó la obtención de una mayor ganancia en la selección.

Fakerode y Mock (1980), realizaron selección de familias de medios hermanos en variedades mejoradas y no mejoradas de la variedad híbrida BSSS(R) y BS12 x 814 A, reportando un incremento en estas para rendimiento de grano.

Nava (1981), practicó selección mazorca por surco en la población SSE** en dos densidades de siembra y dos localidades, para estudiar el efecto de la selección (entre), en una localidad y (dentro), en la otra, para el C_I. Encontró que la respuesta al rendimiento tanto en alta como en baja densidad, fué de 14.6% mayor que en la población original.

* BSSS = Iowa Stiff Stalk Synthetic
BSCB_I = Iowa Corn Borer Synthetic # 1

** SSE = Selección Super Enana.

Estrada (1977), estudió el efecto de la selección mazorca por surco y selección masal en dos variedades de -- maíz de la raza Zapalote Chico para las características de rendimiento, días a flor masculina y prolificidad. Los resultados indicaron que ambos métodos fueron ineficaces, atribuyéndose a que debido a los vientos fuertes, se practicó selección natural, redundando en una disminución en la variabilidad genética.

Genter, citado por Aguilar (1982), menciona que se -- realizaron dos ciclos de selección recurrente para rendimiento en líneas S_1 y familias de medios hermanos en dos - poblaciones de maíz. Los resultados señalaron que, a través de familias de medios hermanos se logró un incremento de la frecuencia de genes involucrados en el rendimiento - de cruzas, sin embargo, para las poblaciones per-se, no se obtuvieron los mismos resultados; aunque a través de lí--neas S_1 , hubo un incremento en el rendimiento y en la aptitud combinatoria. Finalmente, los resultados para humedad de mazorca, acame de tallo y altura de mazorca, en ambos métodos se vieron incrementados.

Smith (1979), evaluó la selección recurrente, de fa- familias de medios hermanos y líneas S_1 en la población BSK, siguiendo el modelo del dialélico modificado; en sus resultados argumenta que la frecuencia de alelos para efec-

tos aditivos, se incrementó y fué más efectiva para familias de medios hermanos que para líneas S_I .

Goulas y Lonquist (1964), realizaron dos ciclos de selección para estudiar progenies de medios hermanos y líneas S_I combinado y a la vez en ensayos separados. La selección combinada fué directa para incrementar la frecuencia de alelos. La media del rendimiento, fué mejorada en ambos casos, logrando así que en líneas S_I , se identificaran más rápidamente los genotipos superiores de la población. En 1977, los mismos autores, al comparar de la misma manera ambas metodologías pero en base al índice de selección exhibieron resultados que permitieron una mayor respuesta para líneas S_I que para otros métodos.

Resistencia a sequía.

En la región Norte de México, las lluvias son la principal fuente de humedad disponible, variando en cantidad como en distribución, de acuerdo al área en estudio. Considerando este problema, se puede plantear algunas soluciones y una de ellas es la de formar un ideotipo de maíz, es decir una población que sea adaptable a condiciones de humedad deficiente.

A este respecto Mock y Pearce (1975), proponen un ideotipo de maíz con adaptación a regiones de escasas precipitaciones, en el cual se está considerando: hojas erectas arriba de la mazorca y a la vez hojas orientadas horizontalmente abajo de la misma, espiga pequeña, corto intervalo entre deshiscencia de anteras y emergencia de estigmas receptivos, insensibilidad al fotoperíodo, prolificidad, hojas con senescencia lenta, período de llenado de grano largo, máxima eficiencia fotosintética y eficiente conversión de fotosintatos a grano.

Maximov et. al., citado por Cortés (1981), señalan que existen tres grupos importantes de plantas en función de la relación que existe con las condiciones de humedad, a saber:

1. Plantas hidrófitas, que se adaptan a condiciones de mucha humedad,
2. Plantas mesófitas, que se adaptan a disposiciones medias de humedad.
3. Plantas xerófitas, que sobreviven bajo condiciones mínimas de humedad.

Cortés (1981), al citar a Muñoz, describe una diversidad de características que se encuentran asociadas a las plantas xerófitas, tales como: cubierta protectora,

diversidad de estomas y sensibilidad estomática, patrones de crecimiento intermitentes, variación del sistema radicular, lignificación y celulosificación de tejidos, menor área foliar o ausencia de la misma, enrrollamiento de hojas, arreglos del mesófilo y del parénquima lagunoso, resistencia a la desecación, al calor, y a la presión osmótica, estabilidad de la clorofila, sistemas conductores - eficientes, etc.

Muñoz (1980), define la resistencia a sequía como la capacidad que presenta una planta para poder rendir aceptablemente bajo sequía, en función de su potencial genético medio y la interacción del potencial genético con las variantes presentes de humedad.

Además menciona, que la resistencia comprende dos mecanismos importantes: tolerancia y evasión; también lo divide en dos componentes: ontogénicos, que son aquellas variantes suscitadas en las etapas de desarrollo y las filogénicas, que se refieren a las diferencias entre especies, variedades o plantas. Divide la metodología para resistencia a sequía como: de laboratorio e invernadero y de campo, argumentando que ambas no se excluyen entre sí, más bien - se consideran complementarias y por lo consiguiente, su mejor aprovechamiento para maximizar la producción bajo sequía sería utilizándolos en forma alterna.

Finalmente, sugiere que si se quiere valorar la resistencia a sequía, es conveniente tener el comportamiento de la planta bajo dos condiciones, de buena humedad (riego) y humedad deficiente (sequía), por lo que lo denomina, riego-sequía, proponiendo el modelo siguiente:

$$R = G + S + I_{g \times s}$$

Donde: R = Medida de la resistencia con base en el rendimiento.

G = Diversas variedades o genotipos considerados.

S = Niveles de sequía (S_0 o sin sequía y S_1 con sequía).

I = Interacción o acción conjunta de las variedades $g \times s$ o genotipos por los niveles de sequía.

Muñoz (1978), menciona que para evaluar las variedades, tomando como base la interacción del genotipo en cuanto a variaciones de humedad, es posible realizarlo si se toma en cuenta como un índice de resistencia a sequía, la capacidad que presentan los genotipos para reducir la producción en menor grado, pasando de la condición de humedad favorable (riego), a la condición desfavorable (sequía).

Cortés (1981), trabajando bajo el sistema riego-sequía y utilizando el método de mazorca por surco en el com puesto Calera-74, comparó la ganancia predicha de las famii

lias de medios hermanos con la observada del primer ciclo y las familias en dos ambientes (riego-sequía), respectivamente; concluyó que el método mazorca por surco, fué efectivo en el primer ciclo de selección, además el índice riego-sequía, puede ser un buen criterio de selección para tolerancia o resistencia a sequía.

Muñoz y Angeles (1969), a través de sus estudios, clasificaron los materiales bajo condiciones de sequía de acuerdo a sus diferencias morfológicas, que son:

- 1.- Latentes, plantas que resisten o sobreviven a períodos largos de sequía y que después de aplicarles un riego, logran recuperarse.
- 2.- Tolerantes con resistencia al marchitamiento.
- 3.- Hojas erectas, tipo resistente al marchitamiento cuyas hojas presentan ángulos con el tallo de la planta.
- 4.- Entrenudos alargados, plantas que parecen crecer a un ritmo mayor.
- 5.- Tipo susceptible, plantas que aceleran su floración por lo que se marchitan pronto y por lo tanto no producen.

Rosielle y Hamblin (1981), señalan que para seleccionar y desarrollar materiales bajo condiciones de stress y

no stress, es sumamente complejo desde el punto de vista teórico. Definen la tolerancia a stress, como la diferencia que existe entre condiciones de stress, y no stress, por lo que la media de la productividad será igual al promedio del rendimiento en ambas condiciones. Asimismo si se reduce la media del rendimiento en los dos ambientes, se decrece la media de la productividad, considerando de ésta manera que entre tolerancia y media de la productividad, existe una correlación negativa.

Nulsen y Thurtell (1978), al referirse al grado y duración de stress, mencionan la importancia que tiene determinar el tipo de recuperación con que cuenta el potencial de agua en la hoja, ya que de esto, dependerá el restablecimiento del desarrollo vegetativo después de expuesta a un período de stress de agua, señalando así que a menor período de recuperación, existe mayor producción de la planta.

Al respecto, Levitt, citado por González y Muñoz -- (1972), asume que el área foliar bajo condiciones de sequía, es menor si se compara con las condiciones de riego y por lo consiguiente en algunas especies el área foliar es la adaptación responsable de reducir la pérdida de agua.

Serrano (1963), estudió las diferencias fisiológicas y morfológicas en cinco variedades de frijol (Phaseolus acutifolius, var. Tepary, Phaseolus vulgaris, variedades Bush Blue Lake, Osc-949-1864, Nebraska No. 1 y Harvester), para conocer su comportamiento bajo condiciones de sequía, encontró que la variedad Tepary, fue resistente y que la relación entre el área foliar y peso seco, son las características más importantes para estudios relacionados con tolerancia a sequía.

González y Muñoz (1972), trabajando en once líneas de maíz con las modalidades de líneas susceptibles, resistentes y latentes, encontraron que existe correlación significativa entre riego y sequía, para las características de altura de planta, rendimiento y área foliar, sin embargo, no encontraron correlación con apertura estomatal y ésta a la vez con densidad estomatal. Sugirieron, que la reducción del área foliar por efecto de la sequía, comparados con maíces con mayor área foliar bajo sequía, pueden ser aprovechados como indicadores de resistencia a la sequía.

Castro et. al. (1978), diseñaron maíces para zonas deficientes de humedad, logrando formar una población en la que se fijaron características de materiales Norteños, Enanos, Precoces y Opacos, con un amplio rango de adaptación, a la cual se le denominó NEPO. Posteriormente, rea-

lizaron ensayos para ver su comportamiento en Matehuala, San Luis Potosí en 1975, los resultados mostraron que la población presentaba un buen comportamiento con precipitaciones de 250 mm., produciendo aún así mazorcas, mientras que los maíces criollos adyacentes a esta población no produjeron mazorcas. En 1976, en Fco. I. Madero Durango., al evaluar dicha población también se lograron resultados positivos, por lo que se espera que para un futuro, sean mejores para estas zonas.

Valdéz y Muñoz (1979), partieron de una población de maíces criollos para mejorar el rendimiento bajo condiciones de temporal, observando valores deseables para los diferenciales de selección, así como también, para reducción a días a floración y frecuencia de plantas jorras, aumentando el porcentaje de desgrane; concluyeron que se puede seleccionar familias con mejor respuesta a ambientes desfavorables con una media alta de rendimiento.

Thompson (1975), argumenta que en el cultivo del maíz, los altos rendimientos se encuentran asociados a precipitaciones normales y además que las altas temperaturas durante los meses de junio a agosto, perjudican el buen desarrollo del cultivo, ya que existe elevada demanda de evaporación, la cual se acompaña de períodos de stress por sequía, por lo tanto, el rendimiento dependerá de la duración y se

veridad del stress, considerando que la temperatura óptima necesaria para un buen desarrollo del cultivo es de 30°C.

Claassen y Shaw (1970), al realizar un estudio durante dos años sobre la reducción del rendimiento del grano y componentes del mismo, durante diferentes estados vegetativos de la mazorca de maíz, después de tres semanas de ---- stress de sequía, encontraron que el rendimiento del grano se redujo en un 53%, asociándolo a un 75% de stress de sequía. Señalan que los componentes del rendimiento, estuvieron influenciados por períodos de stress, lo que permitió observar una reducción en la producción de materia seca.

Lonnquist y Jugenheimer (1943), observaron el efecto de altas temperaturas y falta de humedad en el suelo, comprobando que estas pueden destruir el grano de polen, reduciendo el rendimiento del grano, o bien, no produciendo nada del mismo, concluyeron que con buena humedad y temperaturas normales, se puede lograr una prolongación de la receptividad del estigma.

Williams et. al. (1967), manejaron tres métodos para tolerancia a sequía; expusieron la semilla a temperaturas de 52°C. durante 6 horas; sumergieron en una solución de manitol la semilla a una presión de 15 atmósferas y final

mente, seleccionaron genotipos que exhibieran un alto porcentaje de germinación. Los resultados, permitieron sugerir que por cualesquiera de los tres métodos, se puede seleccionar genotipos tolerantes a sequía, siempre y cuando se realicen evaluaciones en el campo.

Muñoz et. al. (1973), seleccionaron plántulas tolerantes a marchitez permanente en el compuesto de maíz 56 y 2T además compararon las variedades sintéticas con las originales bajo riego normal en condiciones de campo. Los sintéticos seleccionados del compuesto 56 comparados con las variedades originales, presentaron mayor altura de planta, rendimiento y tolerancia a marchitez permanente en estado de plántula, no sucediendo así en el compuesto 2T.

Muñoz (1978), realizó un estudio en la colección Michoacán 2T, los datos presentados, señalaron que la resistencia a sequía, obedece a un sistema estomatal sensible a pérdidas de agua, considerado como mecanismo de evasión, estableciendo luego que la resistencia a sequía y a heladas reflejan una marcada independencia.

Muñoz et. al. (1970), para estimar la relación entre resistencia a sequía y a heladas, realizaron estudios bajo el sistema riego-sequía en 163 genotipos y bajo siembras retrasadas, observaron una correlación entre tolerancia a

heladas con rendimiento bajo heladas, pero no con rendimiento bajo sequía y correlación entre tolerancia a sequía con rendimiento bajo sequía. Concluyeron que ambas resistencias no dependen una de otra.

Castellón (1979), estudió la respuesta a heladas y sequía en cuatro variedades de maíz, sometiendo a la resistencia a heladas a condiciones de campo, con siembras retrasadas y en estado de plántula en cámaras de ambiente controlado y para la respuesta a sequía, empleó el sistema riego-sequía. Los resultados exhibieron correlación entre tolerancia a heladas en base al número de hojas sin helar bajo condiciones de campo, con rendimiento bajo heladas, no se encontró asociación entre rendimiento bajo sequía con rendimiento bajo heladas, ni asociación del índice de hojas sin helar en el campo con rendimiento bajo sequía, afirmando que ambas resistencias son independientes.

MATERIALES Y METODOS

Origen del Material Genético.

Para la formación de la población base intervinieron materiales muy precoces de los Estados de Zacatecas (Zac. 58,218,254 y el criollo Pozo de Gamboa), Durango (Dgo. 16, 240 y 257); la variedad VS-201; dos cruzas, AN-12 x AN-20 y AN-2 x AN-12; subtropicales precoces y de alto potencial de rendimiento, además el compuesto Nepo (Norteño, - Enano, Precoz y Opaco). Asimismo, compuestos germoplásmicos de amplia base genética y muy precoces, en donde intervinieron un gran número de materiales tanto nacionales como extranjeros, tales como:

Pool 2. Harinoso blanco, tipo tardío para valles altos, principalmente del Cuzco Gigante de Perú, además poblaciones del Pool 1, germoplasma de Kenya y Cuba.

Pool 4. Harinoso amarillo, tipo precoz para valles altos, provenientes de la raza de Chillo del Ecuador. También se incluye pool de germoplasma de países Andinos, México, Africa y Estados Unidos.

Pool 5. Morocho blanco tipo precoz para valles altos. Pool de genes del Perú, Bolivia, Colombia y Ecua--

dor, con genotipos precoces. También con germoplasma de México, Estados Unidos y Europa.

En los tres tipos de pool, se practicó la selección en semillas de harinosos para resistencia a pudrición y plagas en la mazorca.

En Tepalcinco, Mor. en el ciclo 1976-1977, se realizaron cruza de los diversos materiales normales con el compuesto Nepo, con el objetivo de incorporar la característica del enanismo. En 1977 en la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", se realizó un dialélico parcial con la finalidad de iniciar la recombinación de los diversos materiales, obteniéndose 79 cruza en Navidad, N.L., se sembraron las cruza formadas en el ciclo anterior, realizándose dentro de cada parcela cruza fraternales, siendo polinizadas con mezcla de polen de plantas enanas.

En Navidad, N.L., en 1979, para realizar una tercera recombinación, fué sembrado un lote aislado, usando como hembras las diferentes cruza que se obtuvieron en el ciclo anterior y como macho un compuesto balanceado de las diferentes cruza; al momento de la cosecha mediante selección visual, se tomaron 240 familias de medios hermanos.

En 1980, se llevó a cabo el primer ciclo de selección (Método de Lonquist, 1964), evaluándose 240 familias en San Luis de la Paz, Gto. (Pronase) y en Orizaba, Dgo. (Campo de un agricultor) y para su recombinación fueron sembradas en Derramadero (campo de un agricultor). A la cosecha, se aplicó una intensidad de selección entre y dentro de familias igual a 20%, obteniéndose nuevamente 240 familias para ser evaluadas en el próximo ciclo. En 1981, se sembraron las familias en Refugio, Gto. (Pronase), ubicándose el lote de recombinación en Derramadero. En este ciclo no fué posible obtener datos de rendimientos en los lotes de evaluación, debido a que en 1980, el lote de recombinación fué alcanzado por una helada temprana, por lo que la semilla sembrada en 1981, no germinó, tomándose mediante selección visual únicamente en el lote de recombinación 233 familias para el siguiente ciclo.

Desarrollo del Trabajo.

En 1982, se sembraron en Derramadero, Coah., y en Durango, Dgo., 208 familias de medios hermanos para su evaluación y realización de la selección entre familias, bajo condiciones de humedad: temporal y riego, y en Durango únicamente de temporal. Asimismo, se sembró en Derramadero un lote de recombinación (lote aislado), para llevar a cabo la selección dentro de familias. La presión - - - -

de selección entre familias fué de 23%, es decir, 48 familias en ambas condiciones (temporal y riego), y dentro de familias fué de 25%. Se incluyeron dos testigos, el ciclo 0 de Nepo-prec y el H-220.

Cabe hacer mención, que los datos presentados en este trabajo, son nada más de la localidad de Derramadero, Coah., ya que en Durango, por lo escaso de la precipitación (250 mm.), no se pudo realizar la evaluación.

Diseño Experimental

Se estableció el diseño de bloques incompletos con cuatro repeticiones, dos de temporal y dos de riego, ubicando 26 familias por bloques, teniendo un total de 8 bloques para cada repetición. El tamaño de la parcela fué de 17 matas por surco, sembrando en condiciones de temporal dos semillas por golpe para aclarar a una planta por mata, y en condiciones de riego, una semilla por golpe. Cada surco, representó una familia de medios hermanos, con una longitud de 4.25 m., siendo la distancia entre surcos de .80 m., y la distancia entre matas de .25m., con una densidad de población de 50,000 plantas/Ha.

Prácticas de Campo.

Las labores que se realizaron fueron las necesarias para una buena preparación del terreno: barbecho, rastreo, nivelación y surcado, manteniéndose el cultivo libre de malezas durante todo el ciclo. Se aplicó el fertilizante en dos etapas: al momento de la siembra 18-46-00, posteriormente al primer cultivo, se le aplicó 46-00-00. Los riegos se realizaron en las siguientes fechas:

	Riego	Temporal
Primer riego	8 de julio	8 de julio
Segundo riego	3 de agosto	13 de agosto
Tercer riego	6 de septiembre	
Cuarto riego	1 de octubre.	

Además de los riegos, el cultivo se vió favorecido por varias lluvias, el 23 de mayo, 21 de julio, 19 de agosto y 6, 14 y 16 de septiembre, respectivamente. Sin embargo, se presentó un período de sequía de 47 días, es decir a partir del 23 de mayo al 8 de julio.

Toma de datos.

Se llevó a cabo antes y al momento de la cosecha, de las características siguientes:

- 1.- Días a flor masculina: tomándose desde el día de la fecha de siembra hasta que un 50% de las plantas de la parcela derramasen polen.
- 2.- Días a flor femenina: tomándose a partir del día de la fecha de siembra hasta que un 50% de las plantas presentaban estigmas receptivos.
- 3.- Altura de planta: Se tomó de 10 plantas por parcela, midiéndose a partir de la base hasta el nudo de inserción de la espiga, expresándose en metros.
- 4.- Altura de mazorca: Se tomó un promedio de 10 plantas por parcela, midiéndose a partir de la base hasta el nudo de inserción de la mazorca principal, expresándose en metros.
- 5.- Porcentaje de mazorcas: Se contó en el número de mazorcas por parcela y el resultado se expresó en número de mazorca por 100 plantas.
- 6.- Pudrición de mazorca: Se contaron las mazorcas que se cosecharon y de ellas el número de mazorcas podridas.*
- 7.- Porcentaje de mala cobertura: Se consideraron aque--

llas plantas cuya punta de mazorca estuviesen descu--
biertas.*

- 8.- Acame de raíz: Se contaron las plantas que tuviesen una inclinación mayor de 30 grados.*
- 9.- Acame de tallo: Se contaron el número de tallos quebrados abajo de la mazorca. *
- 10.- Carbón: Se consideraron aquellas mazorcas que pre--sentaran esta característica.*
- 11.- Número de hojas arriba de la mazorca, abajo de la misma, número de espiguillas, longitud de la espiga principal y entrenudo abajo de la mazorca. Los datos no se incluyeron debido a que nada más se tomaron en a--quellas parcelas que presentaron cinco plantas con --competencia completa.
- 12.- Peso de campo. Se tomó al momento de la cosecha.
- 13.- Porciento de humedad: determinándose en una muestra.

* Los datos para realizar el análisis estadístico, fué necesario --- transformarlos a ARC SEN, utilizando la siguiente fórmula.

$$\text{ARC SEN} \sqrt{\frac{X}{100} + 0,05}$$

representativa de la parcela, usando para ello el determinador "Stainlite".

- 14.- Porcentaje de materia seca: se obtuvo por diferencia a partir de la determinación de humedad.
- 15.- Rendimiento de grano: expresado en ton/Ha., obteniéndose corregido por número de plantas y ajustado posteriormente a 15.5% de humedad.

Análisis Estadístico.

Los experimentos se sembraron en bloques incompletos en ambos ambientes, sin embargo, solamente rendimiento -- fué analizado como bloques incompletos y para las demás características, como bloques al azar,

Para bloques incompletos en ambos ambientes, el modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ijk} = U + B_j + \gamma_{kj} + R_{ik} + E_{ijk}$$

$j = 1, 2 \dots \dots$ repeticiones

$k = 1, 2 \dots \dots$ 8 grupos

$i = 1, 2 \dots \dots$ 26 familias

Donde :

$U =$ Media general

$B_j =$ Efecto de la j -ésima repetición

$\gamma_{kj} =$ Efecto del k -ésimo grupo dentro de la
 j -ésima repetición

$R_{ik} =$ Efecto de la i -ésima familia dentro del
 k -ésimo grupo

$E_{ijk} =$ Error experimental

Los postulados para el modelo anterior son:

$$B_j \sim \text{DNI} \quad (0, \sigma^2 b)$$

$$\gamma_{kj} \sim \text{DNI} \quad (0, \sigma^2 \gamma)$$

$$R_{ik} \sim \text{DNI} \quad (0, \sigma^2 r)$$

$$E_{ijk} \sim \text{DNI} \quad (0, \sigma^2 e)$$

Cuadro 1. ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO

Fuente de Variación	g.l.	C.M.	E.C.M.
Repeticiones	(r-1)		
Gpo/repet.	(g-1)r		
Fam/gpos.	(f-1)g	M ₂	$\sigma^2e + \sigma^2f$
Fam. x Rep./gpos.	(f-1)(r-1)g	M ₁	σ^2e
Total	rgf-1		

El análisis combinado para rendimiento, el modelo es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = U + \lambda_l + B_{jl} + \gamma_{Kjl} + R_{ik} + R_{ilk} + E_{ijkl}$$

$$j = 1, 2 \dots \dots \text{repeticiones}$$

$$k = 1, 2 \dots \dots 8 \text{ grupos}$$

$$i = 1, 2 \dots \dots 26 \text{ familias}$$

$$l = 1, 2 \dots \dots \text{ambientes (temporal y riego)}$$

Donde:

$$U = \text{Media general}$$

$$\lambda_l = \text{Efecto del } l\text{-ésimo ambiente}$$

$$B_{jl} = \text{Efecto de la } j\text{-ésima repetición dentro del } l\text{-ésimo ambiente}$$

$$\gamma_{Kjl} = \text{Efecto del } k\text{-ésimo grupo dentro del } j\text{-ésima repetición y } l\text{-ésimo ambiente}$$

$$R_{ik} = \text{Efecto de la } i\text{-ésima familia dentro del } k\text{-ésimo grupo}$$

R_{ilk} = Efecto de la i -ésima familia dentro del --
 i -ésimo ambiente y k -ésimo grupo

E_{ijkl} = Error experimental

Siendo los siguientes postulados:

λ_L	\sim	DNI	$(0, \sigma^2 \lambda)$
B_{jl}	\sim	DNI	$(0, \sigma^2 b)$
γ_{Kjl}	\sim	DNI	$(0, \sigma^2 \gamma)$
R_{ik}	\sim	DNI	$(0, \sigma^2 r)$
R_{ilk}	\sim	DNI	$(0, \sigma^2 r)$
E_{ijkl}	\sim	DNI	$(0, \sigma^2 e)$

Cuadro 2. ANALISIS DE VARIANZA COMBINADO PARA RENDIMIENTO.

Fuente de Variación	g.l.	D.M.	E.C.M.
Ambientes	$(a-1)$		
Repet./amb.	$(r-1)a$		
Gpos./Rep./Amb.	$(g-1)(r-1)a$		
Fam./Gpos.	$(f-1)g$	M_3	$\sigma^2 e + r\sigma^2 af + ra\sigma^2 f$
Fam. x Amb./Gpos.	$(f-1)(a-1)g$	M_2	$\sigma^2 e + r\sigma^2 af$
Fam. x Rep./Gpos./Amb.	$(f-1)(r-1)ga$	M_1	$\sigma^2 e$
Total.	$fgra-1$		

Las demás características agronómicas, se analizaron en bloques al azar, siendo el modelo el siguiente:

$$Y_{ij} = U + R_i + B_j + E_{ij}$$

$$i = 1, 2 \dots\dots 26 \text{ familias}$$

$$j = 1, 2 \dots\dots \text{repeticiones}$$

Donde:

$$U = \text{Media general}$$

$$R_i = \text{Efecto de la } i\text{-ésima familia}$$

$$B_j = \text{Efecto de la } j\text{-ésima repetición}$$

$$E_{ij} = \text{Error experimental}$$

Postulados:

$$R_i \sim \text{DNI} \quad (0, \sigma^2_r)$$

$$B_j \sim \text{DNI} \quad (0, \sigma^2_b)$$

$$E_{ij} \sim \text{DNI} \quad (0, \sigma^2_e)$$

Cuadro 3. ANALISIS DE VARIANZA PARA LAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS.

Fuente de Variación	g.l.	C.M.	E.C.M.
Repetición	(r-1)		
Familias	(f-1)	M_2	$\sigma^2_e + r\sigma^2_f$
Error experimental	(f-1)(r-1)	M_1	σ^2_e
Total	fr-1		

Para el análisis combinado, el modelo es:

$$Y_{ijk} = U + \delta_k + R_i + (\beta R)_{ik} + E_{ijk}$$

$$k = 1, 2 \dots \dots \text{ambiente}$$

$$i = 1, 2 \dots \dots 26 \text{ familias}$$

$$j = 1, 2 \dots \dots \text{repetición}$$

Donde:

$$U = \text{Media general}$$

$$\delta_k = \text{Efecto del } k\text{-ésimo ambiente}$$

$$R_i = \text{Efecto de la } i\text{-ésima familia}$$

$$(\beta R)_{ik} = \text{Efecto de la interacción de la } i\text{-ésima familia por } k\text{-ésimo ambiente}$$

$$E_{ijk} = \text{Error experimental}$$

Postulados:

$$\begin{array}{llll} \delta_k & \sim & \text{DNI} & (0, \sigma^2_\delta) \\ R_i & \sim & \text{DNI} & (0, \sigma^2_r) \\ (\beta R)_{ik} & \sim & \text{DNI} & (0, \sigma^2_r) \\ E_{ijk} & \sim & \text{DNI} & (0, \sigma^2_e) \end{array}$$

Cuadro 4. ANALISIS DE VARIANZA COMBINADO PARA LAS CARACTERÍSTICAS AGRONOMICAS.

Fuente de Variación	g.l.	C.M.	E.C.M.
Ambientes	(a-1)		
Familias	(f-1)	M ₃	$\sigma^2e + r\sigma^2af + af \sigma^2f$
Amb. x Fam.	(a-1)(f-1)	M ₂	$\sigma^2e + r\sigma^2af$
Error Experimental	(a-1)f	M ₁	σ^2e
Total	af-1		

Estimación de parámetros genéticos

Se estimaron las varianzas genéticas para el análisis de todas las características agronómicas. Para calcular la varianza genética entre familias de medios hermanos se utilizó la fórmula:

$$\sigma^2f = \sigma^2g = \frac{M_2 - M_1}{r}$$

Donde:

M₁ = Cuadrados medios del error experimental.

M₂ = Cuadrados medios de familias anidadas.

r = Repeticiones

Como la varianza entre familias de medios hermanos estima un cuarto de la varianza aditiva (σ^2A), por lo tanto se tiene:

$$\sigma^2_g = \frac{1}{4} \sigma^2_A$$

$$\sigma^2_A = \frac{4 (M_2 - M_1)}{r}$$

Para calcular la varianza fenotípica (σ^2_p), se usó - la fórmula:

$$\sigma^2_p = \frac{\sigma^2_e}{r} + 4\sigma^2_f$$

Se calculó la heredabilidad en sentido estrecho (con siderándose dominancia igual a cero), de la siguiente manera:

$$h^2 = \frac{\sigma^2_A}{\sigma^2_p}$$

El error estandar de la heredabilidad:

$$E E(h^2) = \frac{4 E E(\sigma^2_f)}{\sigma^2_p}$$

$$V(\sigma^2_f) = \frac{2}{(r)^2} \left[\frac{M_1^2}{g \cdot 1_1 + 2} + \frac{M_2^2}{g \cdot 1_2 + 2} \right]$$

$$E E V(\sigma^2_f) = \sqrt{V\sigma^2_f}$$

Para el análisis combinado, se estimaron los siguientes parámetros genéticos: Varianza genética entre familias de medios hermanos:

$$\sigma^2_g = \frac{(M_3 - M_2)}{ar}$$

Donde:

M_2 = Cuadrados medios de familias por ambientes
anidados en grupos

M_3 = Cuadrados medios anidados en grupos

a = Ambientes

r = Repeticiones

Varianza aditiva (σ^2A):

$$\sigma^2A = \frac{4(M_3 - M_2)}{ar}$$

Varianza fenotípica (σ^2p):

$$\sigma^2p = \frac{\sigma^2e}{ar} + \frac{4\sigma^2a \cdot f}{a} + 4\sigma^2f$$

La heredabilidad en sentido estrecho:

$$h^2 = \frac{\sigma^2A}{\sigma^2p}$$

La estimación del error estandar de la heredabilidad,
es el siguiente:

$$E E(h^2) = \frac{4 EE(\sigma^2f)}{\sigma^2p}$$

$$V(\sigma^2f) = \frac{2}{(ar)^2} \left[\frac{M^2_2}{g \cdot l_2 + 2} + \frac{M^2_3}{g \cdot l_3 + 2} \right]$$

$$E E V(\sigma^2f) = \sqrt{V\sigma^2_f}$$

El coeficiente de variación (C.V.) y el coeficiente de variación aditiva (C.V.A), respectivamente, fueron calculados de la siguiente manera;

$$C.V. = \frac{\sqrt{C.M. \quad EE}}{\bar{X} \text{ general}} \times 100$$

$$C.V.A. = \frac{\sqrt{\sigma^2 A}}{\bar{X} \text{ general}} \times 100$$

Se calcularon correlaciones genotípicas y fenotípicas (γ_g y γ_p), en base a los datos de covarianza, con las fórmulas siguientes :

$$\gamma_g = \frac{COVg \quad XY}{\sqrt{g_X \quad g_Y}}$$

$$\gamma_p = \frac{COVp \quad XY}{\sqrt{p_X \quad p_Y}}$$

Donde : $COVg \quad XY$ = Covarianza Genética de XY

$COVp \quad XY$ = Covarianza Fenotípica de XY

Se seleccionaron 48 familias (presión de selección -- 23%), en base al análisis combinado, para esto, se seleccionaron 6 familias de cada grupo, (8 grupos de 26 familias), tomándose aquellas que obtuvieron los rendimientos más altos y otras características favorables, asimismo, se estimó el diferencial de selección para todas las características estudiadas, de la manera siguiente:

D.S. = \bar{X} de las familias seleccionadas (\bar{X} general)

El avance genético esperado por año, para selección - mazorca por surco modificado entre y dentro de familias de medios hermanos, se predijo de la siguiente manera:

$$G_c = \frac{K C \frac{1}{4} \sigma^2 A}{\sqrt{\frac{\sigma^2 e}{r_l} + \frac{1}{4} \sigma^2 AE + \frac{1}{4} \sigma^2 A}} + \frac{K' C \frac{3}{4} \sigma^2 A}{\sqrt{\sigma^2 u + \frac{3}{4} \sigma^2 AE + \sigma^2 DE + \frac{3}{4} \sigma^2 A \cdot \sigma^2 D}}$$

(I) (II)

Donde:

G_c = Ganancia esperada por ciclo de selección

K = Diferencial de selección estandarizado entre familias de medios hermanos ($K = 1.3202$).

K' = Diferencial de selección estandarizado dentro de familias de medios hermanos.

A = Varianza aditiva.

AE = Varianza aditiva por ambiente

D = Varianza de dominancia

AE = Varianza aditiva por ambiente

D = Varianza de dominancia

DE = Varianza de dominancia por ambiente

(I) = σ^2_p = Varianza fenotípica entre familias de medios -
hermanos.

(II) = σ^2_p = Varianza fenotípica dentro de familias de me-
dios hermanos.

Y = Número de años para completar un ciclo de selección

C = Control parental, para medios hermanos es igual a 1.

Debido a que la selección dentro de familias de me-
dios hermanos (lote de recombinación) no se realizó aten-
diendo a la característica principal bajo selección (ren-
dimiento), el segundo componente de la fórmula no se in-
cluyó para predecir la ganancia por año, por lo que la es-
cuación queda de la siguiente manera:

$$G_c = \frac{K C \frac{1}{2} \sigma^2 A}{\sqrt{\frac{Y}{rl} \left(\sigma^2 e + \frac{1}{4} \sigma^2 2AE + \frac{1}{4} \sigma^2 A \right)}} = \frac{K C \frac{1}{4} \sigma^2 A}{\sqrt{\sigma^2_p}}$$

RESULTADOS Y DISCUSION

Por la importancia socioeconómica del cultivo del maíz, es deseable determinar el comportamiento agronómico, estimar parámetros genéticos y correlaciones genotípicas y fenotípicas de una población adaptada a regiones con precipitación pluvial limitada, especialmente si ésta es de amplia base genética que presente un mayor rango de respuestas favorables en su comportamiento bajo condiciones de temporal deficiente y de riego.

La presente investigación, se realizó en Derramadero, Coah., para estudiar el comportamiento de la población Nepo-prec bajo dos condiciones de humedad: temporal y riego, con los datos obtenidos se procedió a realizar los análisis estadísticos correspondientes para las diferentes características en estudio, en condiciones de temporal, riego y combinado (resultados bajo ambos ambientes), posteriormente se estimaron parámetros genéticos de los que se presentan los resultados a continuación.

Los cuadrados medios, a través del análisis de varianza efectuado para rendimiento en condiciones de temporal y riego, se muestran en el Cuadro 5. Para repeticiones, no exhibió significancia tanto en riego como en tem-

CUADRO 5. CUADRADOS MEDIOS DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO

F. V.	G. L.	Temporal		Riego	
		C. M.		C. M.	
Repet.	1	22.1063	N. S.	4.3199	N. S.
Gpos/Rep.	14	24.1214	* *	1.9244	* *
Fam/Gpos	200	0.7752	N. S.	0.5713	*
Error	200	0.6767		0.4141	
C. V. (%)		30.88		26.42	

N. S. No significativo

* Significativo al 0.05 de probabilidad

** Significativo al 0.01 de probabilidad

poral; sin embargo para grupos dentro de repeticiones se encontró significancia en ambas condiciones.

Para la fuente Familias dentro de grupos, no se encontraron diferencias significativas en condiciones de temporal, pero sí bajo riego, lo que indica que en la primera condición los genotipos no tuvieron oportunidad de manifestar su potencial de rendimiento, por lo tanto, su producción fue más uniforme que bajo condiciones deseables de humedad, en donde sí se detectaron diferencias significativas; debido a que las familias con alto potencial de rendimiento lo manifestaron y las de bajo potencial aun con buenas condiciones de humedad, exhibieron bajos rendimientos. A este respecto, Cortés (1981) al citar a Frey (1964) argumenta que al someter los genotipos a condiciones deficientes de humedad su potencial para este caracter se inhibe, por lo tanto las mayores diferencias serán detectadas bajo condiciones favorables. Por lo anterior, si se observa en el Cuadro 8, se puede apreciar que la media general tanto en riego como en temporal fue de 2.66 y 2.44 respectivamente, observándose que aunque la media en condiciones de temporal superó a la de riego, es en esta última condición donde se observaron las mayores diferencias de rendimiento entre los materiales probados.

Los cuadrados medios del análisis combinado, para rendimiento, se observan en el Cuadro 6. Para la fuente ambientes, repeticiones dentro de ambientes y familias x ambientes dentro de grupos, no presentaron significancia, ésta última fuente, demuestra que las familias podrían estar en un ambiente o en otro, en cualquier grupo y su respuesta fenotípica será la misma.

Para grupos dentro de repeticiones dentro de ambientes y familias dentro de grupo, fueron significativas las diferencias, por lo que para la primera fuente, los grupos presentaron diferencias en las repeticiones para cada ambiente y para familia dentro de grupos, la significancia implica que las familias fueron diferentes dentro de los grupos y ambientes, observándose en el Cuadro 5, que esta fuente fue significativa en condiciones de riego, lo que influyó en el comportamiento del combinado. Algunos autores, como Cortés (1981) trabajando con familias de medios hermanos y Castañón (1983) con líneas S_1 , encontraron diferencias significativas, la cual es atribuida a la existencia de variabilidad genética. En cambio, Muñoz (1980) señala que si una variedad es tolerante a condiciones de temporal, puede ser seleccionada siempre y cuando se evalúe bajo condiciones de humedad, temporal y riego, logrando así una mejor estimación del carácter es-

CUADRO 6. CUADRADOS MEDIOS DEL ANALISIS DE VARIANZA COMBINADO PARA RENDIMIENTO

F.V.	G. L.	C. M.	
Amb.	1	10.8181	N. S.
Rep/Amb.	2	13.2131	N. S.
Gpos/Rep./Amb	28	13.0229	**
Fam/Gpos	200	0.8613	**
Fam X Amb/Gpos	200	0.4851	N. S.
Error	400	0.5453	
C. V. (%)		28.97	

N. S. No significativo

* Significativo al 0.05 de probabilidad

** Significativo al 0.01 de probabilidad

estudiado ,

Los cuadrados medios del análisis de varianza para diferentes variables, se muestran en el Cuadro 7. Para condiciones de temporal, la fuente de familias, presentaron diferencias significativas en días a flor femenina y altura de mazorca, en riego, días a flor masculina, altura de planta y de mazorca; no se encontró significancia para días a flor masculina y altura de planta en temporal y días a flor femenina en riego. Para las características días a flor y altura de planta en temporal, las variaciones numéricas, obedecieron a la reducida humedad, ya que bajo esas condiciones, se presenta mayor uniformidad de las familias, que permiten diferencias numéricas pero no estadísticas. Así mismo, se observó que bajo temporal, se obtuvieron valores de medias mayores para días a flor y menores para alturas comparadas con riego (Cuadro 8); sin embargo en ambas condiciones se encontró que las familias se comportaron tardías, debido a que al inicio del desarrollo vegetativo se presentó tanto en riego como temporal un período de sequía de 47 días (del 23 de mayo al 8 de julio), lo que influyó para que las familias alargaran su ciclo vegetativo, ya que la población Nepo-prec, tiene un promedio de 73 días a floración y la media exhibida fue de 93 y 100 días en temporal y 91 y 96 días en riego, para días a flor masculina y femenina, respectivamente.

CUADRO 7. CUADRADOS MEDIOS DEL ANALISIS DE VARIANZA BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL (T) Y RIEGO (R) .

F.V.	G. E.	DIAS A FLOR		ALTURA (m) PLANTA MAZORCA		MAZ. X 100 PLANTAS	MAZ. POD. (1)	MALA COB. (1)	ACAME		CARBON (1)	MAT. SECA.	
		♂	♀	RAIZ (1)	TALLO (1)								
FAM	(T)	207	19.00	27.97**	0.030	0.01*	370.66	93.64**	39.86	98.44	32.60	51.17	39.81
	(R)		18.18**	16.34	0.024**	0.011**	326.29	113.04	136.40	134.95*	58.23	89.82	16.46
REP.	1	497.66	900.35	0.24	0.20	3774.06	3.12	200.77	5.31	106.01	117.41	278.05	
		49.16	102.01	0.26	0.12	2327.54	376.96	642.52	294.47	94.24	43.16	3.49	
E.E.	207	15.72	20.14	0.03	0.01	359.50	61.53	35.27	99.84	31.32	43.67	18.94	
		11.35	13.04	0.012	0.004	307.97	98.97	121.26	106.51	51.67	92.86	9.56	
C.V. (%)		4.17	4.49	17.15	25.64	22.54	23.40	33.14	37.82	32.39	34.69	5.60	
		3.69	3.75	10.69	14.32	19.73	18.07	45.07	39.15	34.78	46.53	3.70	

* Significativo al 0.05 de probabilidad

** Significativo al 0.01 de probabilidad

1/ Datos transformados a ARC SEN

$$\sqrt{\frac{x}{100} + 0.05}$$

CUADRO 8. MEDIAS GENERALES DE LAS CARACTERISTICAS ESTUDIADAS.

CARACTERISTICA	TEMPORAL	RIEGO	COMBINADO
1.- Rendimiento	2.66	2.44	2.55
2.- Días de Flor ♂	94.99	91.32	93.15
3.- Días a Flor ♀	100.06	96.30	98.43
4.- Alt. de Planta	1.01	1.04	1.02
5.- Alt. de mazorca	0.39	0.45	0.42
6.- Maz. X 100 Plantas	84.12	88.94	86.53
7.- Maz. Podridas	33.52	35.44	34.48
8.- Mala Cobertura	17.92	24.43	21.17
9.- Ac. de Raíz	26.42	26.36	26.39
10.- Ac. de Tallo	17.28	20.67	18.97
11.- Carbón	19.05	21.15	20.10
12.- Mat. Seca	77.76	83.30	80.53

Para las características mazorcas podridas y materia seca, en temporal se observaron diferencias significativas y en riego para materia seca y acame de raíz; las otras variables fueron no significativas, es decir que presentaron un comportamiento homogéneo en ambos ambientes (Cuadro 7), asimismo, se puede notar en el Cuadro 8 que para condiciones de temporal las medias para todas las características fueron menores que en riego, excepto para días a flor masculina, femenina y acame de raíz que presentaron valores más altos.

El análisis combinado se presenta en el Cuadro 9, encontrándose diferencias significativas para ambientes en todas las características, excepto para acame de raíz, indicando que los materiales presentaron un comportamiento desigual en los niveles de humedad para la fuente ambiente.

Para familias, se detectaron diferencias significativas, excepto para mazorcas x 100 plantas, mala cobertura y carbón, mencionándose que las familias presentaron diferencias en ambos ambientes, esto se observó en el Cuadro 7, donde aquellas características que fueron significativas en un ambiente, no lo fueron en el otro, excepto para materia seca y altura de mazorca, que sí lo fueron en ambas condiciones, demostrando que la pobla-

CUADRO 9. CUADRADOS MEDIOS DEL ANALISIS DE VARIANZA COMBINADO

F.V.	G.L.	DIAS A FLOR		ALTURA (m) PLANTA MAZORCA		MAZ. X 100 PLANTAS	MAZ. POD. (1)	MALA COB. (1)	ACAME		CARBON (1)	MAT. SECA.
		♂	♀						RAIZ (1)	TALLO (1)		
MB.	1	2498.89**	2226.35**	0.19**	0.90**	482213.0**	759.65**	8801.0**	0.69	2389.54**	924.43**	6374.77**
AM.	207	21.09**	24.81**	0.03**	0.02**	322.47	112.96**	94.30	130.48*	56.16**	81.35	36.87**
MB. X												
AM.	207	16.09	19.53	0.03	0.01	374.48	93.92	81.96	103.04	34.68	59.64	19.40*
.E.	416	14.79	18.91	0.02	0.01	346.80	80.72	79.92	103.41	41.78	68.33	14.86
C.V. (%)		4.13	4.42	14.74	20.03	21.52	26.06	42.22	38.53	34.07	41.12	4.79

* Significativo al 0,05 de probabilidad

** Significativo al 0.01 de probabilidad

1/ Datos transformados a ARC SEN

$$\sqrt{\frac{x}{100} + 0.05}$$

ción aun cuando la humedad deficiente inhibe el desarrollo de los genotipos (aquellas características que no presentaron significancia), exhibe su potencial genético que puede ser explotable para las características que presentaron -- diferencias significativas, sin embargo, en este estudio -- hay que tomar en consideración que nada más se realizó en una localidad, por lo que las diferencias posiblemente no se deben solamente a la variabilidad presente, sino que a los efectos del medio ambiente, lo que permite que unos genotipos sobresalgan y otros presenten homogeneidad.

Para la interacción ambientes x familias, no se detectaron significancias, excepto para materia seca, resultados similares encontró Cortés (1981), para las variables -- días a flor, altura de planta y de mazorca, argumentando -- que puede ser un indicio de estabilidad en ambos ambientes, por lo que en un momento dado se puede realizar selección en cualesquiera de éstos, pero no coincide con lo reportado por Muñoz (1978), Aguilar (1982) y Vázquez (1982) que -- encontraron significancia, por lo que los genotipos estudiados por estos autores, presentan falta de consistencia que muchas veces es la respuesta esperada, ya que cuando se trabaja con una población formada de diferentes materiales, la falta de homogeneidad demuestra que se cuenta con diferentes genotipos, permitiendo así poder seleccionar --

aquellos que den la mejor respuesta,

Los coeficientes de variación para rendimiento y las demás características se muestran en los Cuadros 5 y 7, - en temporal se encontraron coeficientes más altos que en riego para las características de rendimiento, días a flor masculina y femenina, altura de planta, de mazorca, lo que concuerda con lo señalado por Cortés (1981), el cual manifiesta que en condiciones deficientes se permite mayor heterogeneidad, incrementando el error experimental, Para mazorcas x 100 plantas y materia seca, también presentaron coeficientes altos en temporal, Bajo riego presentaron coeficientes más altos que temporal, mazorcas podridas, mala cobertura, acame de raíz, de tallo y carbón. A este respecto, se menciona que la misma humedad permitió un incremento de éstas comparadas a la de humedad deficiente. Finalmente, se consideran los coeficientes de variación altos en ambos ambientes para mazorcas podridas, mala cobertura, acame de raíz, de tallo y carbón, ya que se trabajó con datos transformados a ARC SEN para tener una distribución normal y ser analizados estadísticamente.

Familias seleccionadas.

Considerando lo señalado por Muñoz (1980), quien menciona que desde el punto de vista práctico, para seleccio -

CUADRO 10. COMPORTAMIENTO PROMEDIO DE 48 FAMILIAS DE MEDIOS HERMANOS SELECCIONADAS Y RENDIMIENTO* PROMEDIO DE 2 REPETICIONES BAJO 2 CONDICIONES DE HUMEDAD.

Genealogía		Temporal	Riego	Combinado
1.-	Nepo-Prec 120-2-1	5.119 (2)	4.253 (1)	4.686
2.-	" " 496-2-2	4.132 (12)	4.069 (2)	4.100
3.-	" " 154-1-1	5.221 (1)	2.854 (21)	4.037
4.-	" " 105-1-3	4.420 (6)	3.519 (7)	3.969
5.-	" " 249-4-1	4.809 (4)	2.908 (18)	3.858
6.-	" " 74-3-1	4.814 (3)	2.712 (27)	3.763
7.-	" " 372-2-2	4.660 (5)	2.663 (29)	3.662
8.-	" " 429-3-1	4.144 (11)	3.028 (13)	3.586
9.-	" " 184-1-2	3.950 (16)	3.163 (12)	3.556
10.-	" " 556-1-1	4.259 (8)	2.836 (23)	3.547
11.-	" " 249-4-2	3.183 (26)	3.756 (5)	3.469
12.-	" " 288-3-2	4.046 (14)	2.858 (20)	3.452
13.-	" " 524-3-1	4.287 (7)	2.558 (35)	3.433
14.-	" " 207-2-2	4.230 (9)	2.621 (32)	3.425
15.-	" " 120-2-2	4.226 (10)	2.337 (44)	3.281
16.-	" " 443-1-2	4.112 (13)	2.431 (40)	3.272
17.-	" " 462-1-3	2.682 (35)	3.685 (6)	3.183
18.-	" " 101-1-1	2.895 (28)	3.457 (8)	3.176
19.-	" " 184-2-1	3.650 (18)	2.672 (28)	3.161
20.-	" " 207-2-3	3.294 (22)	2.934 (17)	3.114
21.-	" " 531-2-1	3.588 (19)	2.591 (34)	3.089
22.-	" " 524-2-2	3.187 (25)	2.943 (16)	3.060
23.-	" " 187-4-2	3.733 (17)	2.381 (42)	3.057
24.-	" " 753-1-1	3.972 (15)	2.972 (15)	3.052
25.-	" " 249-2-2	3.584 (20)	2.482 (39)	3.033
26.-	" " 101-3-2	3.310 (21)	2.715 (26)	3.012
27.-	" " 194-1-1	3.146 (27)	2.798 (24)	2.972
28.-	" " 582-4-2	2.650 (36)	3.289 (10)	2.969
29.-	" " 201-1-1	2.763 (32)	2.022 (48)	2.892
30.-	" " 288-2-1	2.539 (38)	3.228 (11)	2.883
31.-	" " 187-4-1	2.635 (37)	3.010 (14)	2.822
32.-	" " 496-2-1	3.283 (23)	2.355 (43)	2.818
33.-	" " 187-2-1	2.762 (30)	2.870 (19)	2.816
34.-	" " 288-3-1	1.665 (47)	3.874 (3)	2.769
35.-	" " 222-3-1	3.237 (24)	2.290 (45)	2.763
36.-	" " 602-2-2	2.757 (33)	2.728 (25)	2.742
37.-	" " 556-1-3	2.066 (44)	3.293 (9)	2.679
38.-	" " 340-2-1	2.771 (31)	2.555 (36)	2.663
39.-	" " 187-2-2	2.800 (29)	2.507 (38)	2.653
40.-	" " 187-3-2	1.270 (48)	3.762 (4)	2.516
41.-	" " 105-1-1	2.721 (34)	2.274 (46)	2.497
42.-	" " 372-2-1	2.336 (41)	2.631 (31)	2.483
43.-	" " 751-2-2	2.404 (40)	2.509 (37)	2.456
44.-	" " 169-1-2	2.201 (43)	2.619 (33)	2.410
45.-	" " 120-2-3	2.320 (42)	2.408 (41)	2.364
46.-	" " 462-1-2	2.466 (39)	2.246 (47)	2.356
47.-	" " 39-2-1	2.021 (45)	2.660 (30)	2.340
48.-	" " 372-1-2	1.680 (46)	0.840 (22)	2.260

* Ton/ha al 15.5% de Humedad

() El número entre paréntesis indica la posición que ocupa la familia dentro de su grupo.

nar una variedad resistente a temporal, debe realizarse ésta bajo dos niveles de humedad, estando la respuesta en función del promedio del rendimiento en los dos niveles, asimismo, se seleccionaron 48 familias con una presión de selección de 23%, presentándose en el Cuadro 10.

La familia Nepo-prec 120-2-1, ocupó el primer lugar, con un rendimiento de 4.686 ton/ha., resultado además ser la más estable, por el hecho de que bajo condiciones de temporal, ocupó el segundo lugar y en riego el primero. Las familias Nepo-prec 105-1-3 y 429-3-1, exhibieron rendimientos de 3.969 y 3.586 respectivamente; ambas familias también fueron estables en ambos ambientes. Las familias Nepo-prec 496-2-2, 154-1-1, 249-4-1, 372-2-2 y 184-1-2, presentaron rendimientos aceptables, sin embargo, tanto en temporal como en riego, se encontró diferente comportamiento, lo cual se ve reflejado en la posición que ocupan en ambas condiciones.

Los mayores rendimientos, fueron observados en condiciones de temporal, posiblemente a que bajo riego se presentaron mayores alturas de planta, lo que muchas veces permite alta incidencia de acame; sin embargo, en condiciones de temporal, no permitió diferenciar los mejores genotipos, lo cual puede ser observado que estadísticamente no fue significativo para esta condición (Cuadro 5).

Es importante mencionar, que aunque se considera positivo que los genotipos presenten estabilidad para ambos ambientes, la mejor respuesta no es aquella en la cual los resultados sean similares tanto en temporal como en riego, sino que en un momento dado, el rendimiento sea aceptable en la condición deficiente y sobresaliente en buenas condiciones, de esta manera si no se cuenta con las condiciones óptimas de humedad (riego), no será observable una pérdida notoria cuando los materiales sean evaluados en condiciones de temporal deficiente. Por lo anterior, se considera que el análisis combinado, presenta la ventaja de seleccionar los mejores rendimientos, y además, permite eliminar aquellos genotipos que presentan mayor incidencia a malas características que muchas veces son mayormente observables en la condición favorable.

En el Cuadro 1-A se observan las medias de las familias seleccionadas para todas las características como el diferencial de selección. Esperándose que para días a flor, tanto masculina como femenina, sean más tardías, sin embargo, ésto se toma a reserva de que en el ciclo que se realizó éste estudio, se presentó un período de sequía, el cual hizo que se alargara el ciclo vegetativo del cultivo. Se espera, que ganen altura tanto de planta como de mazorca, mayor número de mazorcas x 100 plantas, el cual redunda

en un mayor rendimiento (0.537 ton/ha.). Para las características de mazorcas podridas, acame de raíz y carbón, se consideran favorables al realizar la selección ya que para el siguiente ciclo, presentarán una menor incidencia.

Se estimó la ganancia por ciclo (Cuadro 11) apreciándose que para rendimiento en temporal y riego será de - - 1.69 y 2.95%, observando que en la condición de humedad - deficiente se podrían ver abatidos los rendimientos, por lo tanto las mejores respuestas pueden presentarse en la condición de buena humedad. En el mismo cuadro, se exhiben las ganancias para ambos ambientes y para el combinado para todas las características.

Estimación de parámetros genéticos.

La estimación de parámetros genéticos, como la varianza genética (σ^2g), fenotípica (σ^2p), aditiva (σ^2A), heredabilidad (h^2) y error estándar de la heredabilidad, es con la finalidad de obtener información sobre la naturaleza de la acción de los genes que se involucran en la herencia de los caracteres, que se están sometiendo a estudio, esta información, sirve de base para el desarrollo de nuevos enfoques del mejoramiento genético de plantas y animales (Oyervides, 1979). Por lo consiguiente, se realizó la estimación de los parámetros en base al análisis de varianza para temporal, riego y combinado. presentán-

CUADRO 11. GANANCIA ESPERADA POR CICLO (%) DE SELECCION PARA 12 CARACTERISTICAS

CARACTERISTICA	TEMPORAL	RIEGO	COMBINADO
1.- Rendimiento	1.69	2.95	2.00
2.- Días a Flor ♂	0.30	0.56	0.14
3.- Días a flor ♀	0.51	0.31	0.13
4.- Alt. de Planta	0.74	2.10	0.43
5.- Alt. de Mazorca	2.54	0.13	1.95
6.- Maz X 100 Plantas	0.31	0.49	0.00
7.- Maz. Podridas	3.24	0.09	0.60
8.- Mala Cobertura	1.63	2.15	0.69
9.- Ac. de Raíz	0.00	3.39	1.07
10.- Ac. de Tallo	0.57	1.68	1.86
11.- Carbón	2.14	0.00	1.42
12.- Mat. Seca.	0.62	0.64	0.46

dose en el Cuadro 12. La varianza genética y fenotípica para todas las características. Bajo condiciones de temporal, el valor de la varianza genética fue menor que en riego, para rendimiento, días a flor masculina, altura de planta, de mazorca, mazorcas x 100 plantas, mala cobertura y acame de tallo; para acame de raíz, fue igual a cero. Para el análisis combinado, la varianza genética se consideró baja en la mayoría de las variables. La varianza fenotípica, cuantificada en temporal, riego y combinado, se considera que para casi todas las variables, estas fueron mayores que las genéticas, lo que era de esperarse, ya que se está incluyendo la varianza ambiental, siendo el valor mayor y tomando en cuenta que se partió de un ciclo y una localidad, por lo que no se está logrando minimizar la interacción genotipo-medio ambiente.

La estimación de la heredabilidad, varianza aditiva y error estándar de la heredabilidad, son exhibidas en el Cuadro 13. En temporal, la varianza aditiva de rendimiento, días a flor masculina, altura de planta, mazorcas x 100 plantas, mala cobertura y acame de tallo, fueron menores que bajo riego, y para esta condición también fueron considerados bajos, excepto para mazorcas x 100 plantas, mala cobertura y acame de raíz. Por lo anterior, se puede señalar que al presentar valores menores en condiciones de -

CUADRO 12. VARIANZA GENÉTICA Y AMBIENTAL DE 12 CARACTERÍSTICAS ESTUDIADAS.

CARACTERÍSTICA	TEMPORAL		RIEGO		COMBINADO	
	σ^2_g	σ^2_p	σ^2_g	σ^2_p	σ^2_g	σ^2_p
1. RENDIMIENTO	0,05	0,54	0,08	0,52	0,09	1,48
2. DIAS A FLOR ♂	1,64	14,42	3,42	19,34	1,25	40,88
3. DIAS A FLOR ♀	3,92	25,73	1,65	13,12	1,35	49,17
4. ALT. DE PLANTA	0,002	0,02	0,01	0,03	0,002	0,06
5. ALT. DE MAZORCA	0,002	0,01	0,003	0,02	0,002	0,02
6. MAZ.X 100 PLANTAS	5,58	202,07	9,16	190,63	/*	835,66
7. MAZ. PODRIDAS	16,06	94,99	7,04	77,63	4,76	227,06
8. MALA COBERTURA	2,30	26,82	7,57	90,91	3,08	196,24
9. AC. DE RAIZ	/*	47,12	14,22	110,14	6,86	259,37
10. AC. DE TALLO	0,64	18,22	3,28	38,96	5,37	101,28
11. CARBON	3,75	36,84	/*	40,35	5,43	158,07
12. MAT. SECA	10,44	51,21	3,45	18,58	4,37	59,92

/* Varianza genética igual a cero.

temporal, fue debido a que en el ambiente de humedad deficiente, los genotipos no tienen oportunidad de expresar su potencialidad completamente, lo cual concuerda con Cortés (1981), mencionando que al reducirse la varianza aditiva, se debe a que cuando pasa de la condición óptima de humedad (riego) a la desfavorable (temporal), los genotipos se ven enmascarados por la condición deficiente, por lo que al presentarse valores menores en condiciones de temporal redunda en una menor respuesta en el combinado.

Los valores de heredabilidad en temporal fueron altos, excepto para mazorcas x 100 plantas y acame de tallo; rendimiento, días a flor masculina; altura de planta y de mazorca, fueron menores que bajo riego, confirmando esta respuesta con lo encontrado por Cortés (1981), que explica que bajo esta condición, son menores y mucho más bajos en el análisis combinado, siguiendo de base a lo que se ha venido argumentando, de que bajo condiciones deficientes los genotipos no tienen oportunidad de presentar una mejor respuesta. Para riego, fueron altos, excepto para mazorcas x 100 plantas y mazorcas podridas. A este respecto, Aguilar (1982) encontró altos valores en líneas S_1 para días a flor masculina y femenina, altura de planta y de mazorca, por lo que se señala que son los resultados esperados para

CUADRO 13. VARIANZA ADITIVA (σ^2_A), HEREDABILIDAD (h^2) Y ERROR ESTANDAR PARA 12 CARACTERISTICAS.

CARACTERISTICA	TEMPORAL		RIEGO		COMBINADO	
	σ^2_A	h^2	σ^2_A	h^2	σ^2_A	h^2
1. RENDIMIENTO	0.20	0.37+0.42	0.31	0.60+0.27	0.38	0.25+0.07
2. DIAS A FLOR ♂	6.56	0.45+0.34	13.66	0.71+0.22	5.01	0.12+0.06
3. DIAS A FLOR ♀	15.66	0.61+0.26	6.60	0.50+0.31	5.38	0.11+0.06
4. ALT. DE PLANTA	0.01	0.30+0.41	0.02	0.78+0.18	0.01	0.11+0.06
5. ALT. DE MAZORCA	0.01	0.59+0.37	0.01	0.87+0.0002	0.01	0.32+0.07
6. MAZ.X 100 PLANTAS	22.32	0.11+0.50	36.64	0.19+0.46	/*	/* + /*
7. MAZ. PODRIDAS	64.22	0.68+0.23	1.76	0.02+0.38	19.04	0.08+0.06
8. MALA COBERTURA	9.18	0.34+0.39	30.28	0.33+0.39	12.33	0.06+0.06
9. AC. DE RAIZ	/*	/* + /*	56.88	0.52+0.31	27.44	0.11+0.06
10. AC. DE TALLO	2.56	0.14+0.49	13.12	0.34+0.39	21.48	0.21+0.06
11. CARBON	15.00	0.41+0.36	/*	/* + /*	21.72	0.14+0.06
12. MAT. SECA	20.87	0.41+0.17	13.80	0.74+0.20	17.48	0.29+0.07

/* Varianza genética igual a cero.

los caracteres que se encuentran controlados por pocos genes, permitiendo obtener valores mayores de heredabilidad ya que se encuentran menos influenciados por el medio ambiente. Para las características de acame de raíz, carbón y mazorcas x 100 plantas, en temporal, riego y combinado fueron igual a cero.

El error estándar de la heredabilidad para condiciones de temporal fue mayor en algunas de las variables que la heredabilidad, excepto para rendimiento, altura de planta, mazorcas x 100 plantas, mala cobertura y acame de tallo; por lo anterior, se puede comentar que cuando se presentan condiciones deficientes de humedad, ésta permite que los valores del error estándar sean mayores que la heredabilidad, por lo que muchas veces el error estándar no permite que una característica presente la respuesta esperada, es decir, enmascara el valor de la misma y a veces se logra obtener el valor deseado cuando se cuenta con un mayor número de localidades, logrando así minimizar el error, por lo que se obtiene una mejor respuesta especialmente para el carácter rendimiento que se encuentra controlado por muchos genes. En el análisis combinado, se encontraron valores menores en todas las características, del error estándar comparado con la heredabilidad. De los resultados anteriores, se puede apreciar --

que la heredabilidad presenta influencia en la obtención de la ganancia esperada, ya que para temporal se obtienen valores menores que para riego, excepto para días a flor femenina, altura de mazorca, mazorcas podridas y carbón (Cuadro 13).

Los coeficientes de variación aditiva, exhibidos en el Cuadro 14, presentan en temporal el menor coeficiente para acame de raíz (igual a cero) y el valor más alto para mazorcas podridas, asimismo, para riego el más bajo -- fue para carbón (igual a cero) y el más alto para acame de raíz, por lo que se observó que en el análisis combinado, el valor más bajo fue para mazorcas x 100 plantas (igual a cero), siendo el más alto rendimiento y acame de tallo. Estos coeficientes, demuestran que aquellas características que presentan valores altos, poseen en mayor grado variabilidad genética aditiva, apreciándose en el caso de rendimiento que aunque este fue menor en temporal en el análisis combinado mantuvo un valor alto; argumentándose que aquellas características que presentaron valores de coeficientes de variación aditiva altos puede ser utilizados como un instrumento para el mejorador de plantas, ya que indica que la población presenta variabilidad lo que permite en un momento dado, obtener mayor ganancia a través de una selección adecuada.

CUADRO 14. COEFICIENTE DE VARIACION ADITIVA (C.V.A.%) PARA 12
CARACTERISTICAS

CARACTERISTICA:	TERMPORAL	RIEGO	COMBINADO
1.- Rendimiento	16.70	23.0	24.10
2.- Días a Flor ♂	2.70	4.10	2.40
3.- Días a Flor ♀	3.90	2.70	2.40
4.- Alt. de Planta	8.10	14.40	8.00
5.- Alt. de Mazorca	20.00	25.90	20.90
6.- Maz. X 100 Plantas	5.60	6.80	0.00
7.- Maz. Podridas	23.90	3.70	12.70
8.- Mala Cobertura	16.90	22.50	1.20
9.- Ac. de Raíz	0.00	28.60	19.90
10.- Ac. de Tallo	9.30	17.50	24.40
11.- Carbón	20.30	0.00	23.20
12.- Mat. Seca	5.90	4.50	5.20

Correlaciones genotípicas y fenotípicas ,

Para la estimación de las correlaciones en los dos ambientes, se realizó un análisis de covarianza, siendo esta una medida del sentido y grado de asociación entre dos caracteres, pudiéndose presentar incremento en ambos (correlación positiva), o bien, puede incrementarse uno y disminuir el otro caracter (correlación negativa), Vázquez - (1982).

Las correlaciones genotípicas bajo condiciones de temporal y de riego de todas las características en estudio, se presentan en el Cuadro 15. Para temporal se consideraron positivas la mayoría excepto mazorcas podridas y materia seca que exhibieron una correlación alta y negativa con rendimiento. Para días a flor, los valores de correlación fueron más altos y positivos que bajo riego, atribuyéndose a que cuando los materiales son más tardíos en temporal, muchas veces exhiben mayor productividad.

En condiciones de riego, se encontraron correlaciones positivas y de mayor magnitud de rendimiento con altura de planta, de mazorca, mazorcas x 100 plantas y acame de raíz, valores negativos para las características, días a flor masculina, mazorcas podridas, mala cobertura, acame de tallo y materia seca. Para el caracter días a flor,

que exhibió una correlación genotípica negativa, al presentarse la condición de humedad favorable, los genotipos tienden a florecer más pronto como también obtener mayores alturas tanto de planta como de mazorca, lo que permite muchas veces mayor correlación con acame de raíz, redundando en un menor rendimiento.

De acuerdo a las correlaciones genotípicas obtenidas en este estudio, Benítez et. al. (1979), menciona que el comportamiento de las correlaciones se debe a la existencia de una acción conjunta de genes que se ven acumulados durante el proceso de selección que se realiza de los materiales criollos y sobre todo cuando han estado sujetos a estas selecciones durante un tiempo y en el mismo lugar.

En el Cuadro 16, se presentan las correlaciones fenotípicas para las características en ambos ambientes. Las correlaciones del rendimiento bajo temporal con las características días a flor masculina y femenina, fueron negativas y significativas; en riego, no exhibieron una magnitud alta estadísticamente, por lo que la respuesta de este estudio en condiciones de temporal, concuerda con lo obtenido por Benítez et. al., (1979), difiriendo de Tanaka y Yamaguchi (1972) y Aguilar (1982), que encontraron correlaciones po

CUADRO 16. CORRELACIONES FENOTIPICAS BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL (T) Y DE RIEGO (R) DE 12 CARACTERISTICAS ESTUDIADAS.

CARACTERISTICA		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Rendimiento	(T)	-0.45**	-0.53**	0.71**	0.58**	0.55**	-0.27**	0.34**	-0.06	-0.01	0.07	-0.39**
	(R)	-0.12	-0.12	0.03	0.44**	0.25**	-0.07	-0.03	0.10	-0.12	-0.25**	-0.46**
2. Días a flor ♂			0.86**	-0.39**	-0.21**	-0.45**	0.04	-0.22**	0.12	-0.06	-0.03	-0.24**
			0.72**	-0.10	0.02	-0.27**	0.08	0.11	0.23**	-0.11	0.15*	-0.22**
3. Días a flor ♀				-0.43**	-0.28**	-0.49**	0.07	-0.21**	0.16*	-0.06	-0.01	-0.17*
				-0.19**	-0.02	-0.18**	-0.01	0.13	0.19**	-0.04	0.16*	-0.16*
4. Alt. de planta					0.85**	0.25**	-0.23**	0.35**	0.13	-0.02	0.12	-0.39**
					0.77**	0.21**	-0.15*	0.001	0.23**	0.04	-0.14*	-0.36**
5. Alt. de mazorca						0.32**	-0.15*	0.26**	0.10	-0.03	0.03	-0.43**
						0.21**	0.01	0.004	0.24**	0.07	-0.10	-0.36**
6. Maz. x 100 plantas							-0.01	0.17*	-0.03	0.05	0.05	0.01
							0.01	-0.12	-0.04	0.06	-0.01	-0.11
7. Maz. podridas								-0.11	-0.14*	-0.04	-0.23**	0.16*
								0.03	-0.04	-0.07	-0.12	0.18**
8. Mala cobertura									0.14*	0.03	0.25**	-0.18**
									-0.03	-0.04	0.11	0.02
9. Ac. de raíz										-0.13*	0.09	0.004
										0.13*	-0.001	-0.15*
10. Ac. de tallo											-0.06	0.24**
											-0.02	0.09
11. Carbón												-0.08
												0.04
12. Mat. seca.												

* Significativo al 0.05 de probabilidad

** Significativo al 0.01 de probabilidad

sitivas y significativas para días a flor masculina y femenina, señalando que se debe a que bajo condiciones de temporal, cuando se presentan períodos cortos de lluvia, estos dan oportunidad a que los materiales precoces exhiban su potencial, ya que presentan un período mayor de llenado de grano; en este estudio los valores presentados en temporal fueron mayores que en riego, notándose algo similar para mazorcas x 100 plantas, que se encontró correlacionada significativa y positivamente con altura de planta, de mazorca y rendimiento, resultados similares encontraron Oyervides (1979) y Castañón (1983), explicando que se debe a que éstas variables están correlacionadas con el vigor de la planta, por lo que a mayor número de mazorcas x 100 plantas, se espera un mayor rendimiento. Mala cobertura, presentó una correlación positiva y alta con rendimiento en temporal, debido a que al existir un mayor desarrollo del grano, hay mayor elongación de la bráctea floral, lo que permite mayor mala cobertura; materia seca, presentó correlación alta y negativa con rendimiento en ambos ambientes; carbón exhibió correlación alta y negativa con rendimiento, solamente en la condición de buena humedad. Las demás características, no presentaron correlaciones altas con rendimiento.

Las correlaciones genotípicas y fenotípicas encon--

contradas a través del análisis combinado, se presenta en el Cuadro 17. Se observaron que las correlaciones genotípicas de magnitud considerable fueron negativas, excepto para días a flor femenina, y altura de mazorca que fueron positivas. Para la fenotípica, días a flor femenina, mazorcas podridas y materia seca fueron negativas; para días a flor masculina, altura de planta, de mazorca y mazorcas x 100 plantas fueron positivas y altamente correlacionadas con rendimiento. En cuando a días a flor, este estudio indica que a menor días a flor mayor rendimiento, el cual es posible lograrlo en esta población, ya que una de las características que le fueron fijadas a la misma fue precocidad, sin embargo por las condiciones deficientes que se presentaron de humedad, las familias tuvieron un comportamiento tardío con un período de floración más largo de lo normal. Así mismo, se observó que fenotípicamente presentaron correlaciones de mayor magnitud que genotípicamente, por lo que esto concuerda con varios autores al mencionar que fenotípicamente altura de planta y de mazorca, se encuentran positivamente correlacionadas con mazorcas x 100 plantas, por lo cual se obtiene mayor rendimiento. Mazorcas podridas, exhibió valores negativos de correlación con rendimiento; materia seca, presentó valores de correlación altos tanto positivos como negativos con las características estudiadas, excepto con car -

CUADRO 17. CORRELACIONES GENOTÍPICAS (Y g) Y FENOTÍPICAS (Y p)
DE 12 CARACTERÍSTICAS ESTUDIADAS EN CONDICIONES DE
TEMPORAL-RIEGO (COMBINADO).

CARACTERÍSTICA	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Rendimiento (Y g) (Y p)	-0.58 -0.19**	-0.38 -0.30**	0.19 0.56**	0.32 0.46**	0.00 0.44**	-0.65 -0.27**	-0.06 0.09	-0.26 -0.02	0.04 -0.05	0.02 -0.05	-0.46 -0.38**
2. Días a Flor ♂		0.81 0.77**	0.64 -0.12*	0.53 0.04	0.00 -0.25**	0.25 0.10	0.58 0.08	0.36 0.18**	-0.55 -0.15**	0.47 0.10*	-0.85 -0.38**
3. Días a Flor ♀			0.58 -0.20**	0.51 -0.02	0.00 0.28**	0.01 0.05	0.31 0.08	0.27 0.15**	-0.39 -0.11*	0.59 0.12*	-0.90 -0.33**
4. Alt. de Planta				0.86 0.80**	0.00 0.32**	-0.36 -0.19**	-0.49 0.03	0.63 0.24**	0.28 0.06	-0.09 -0.02	-0.40 -0.35**
5. Alt. de Mazorca					0.00 0.24**	0.01 -0.04	-0.02 0.06	0.45 0.23**	0.12 0.04	-0.16 -0.05	-0.53 -0.43**
6. Maz. x 100 plantas						0.00 -0.10*	0.00 0.002	0.00 -0.09	0.00 0.09	0.00 -0.13**	0.00 -0.14**
7. Maz. Podridas							0.63 0.07	-0.29 -0.08	-0.54 -0.14**	-0.15 -0.18**	0.21 0.17**
8. Mala Cobertura								0.50 0.08	-0.04 -0.05	1.21 0.28**	0.15 0.12*
9. Ac. de raíz									0.23 0.07	0.79 0.10*	-0.32 -0.11*
10. Ac. de tallo										0.23 -0.01	0.32 0.20*
11. Carbón											-0.26 0.09
12. Mat. seca											

* significativo al 0.05 de probabilidad

** significativo al 0.01 de probabilidad

bón. En el mismo cuadro se aprecian todas las demás correlaciones entre todas las características.

Las correlaciones genotípicas y fenotípicas de II características del material estudiado bajo riego, con rendimiento del mismo material bajo condiciones de temporal, se presentan en el Cuadro 18. Encontrándose que días a flor masculina, exhibió correlación positiva, en cambio altura de planta negativamente; asimismo, días a flor femenina y altura de mazorca, no presentaron correlación significativa con rendimiento en temporal, por lo tanto, es posible seleccionar genotipos con períodos largos de floración y porte bajo en riego, esperando obtener genotipos más rendidores en temporal, aunque no se considera del todo deseable, por que podrían coincidir, los períodos de floración con las condiciones críticas de humedad.

Mazorcas x 100 plantas, presentó un valor alto positivamente correlacionado, es decir que los genotipos que presentan un alto potencial de cuateo bajo condiciones óptimas de humedad, tienen mayor probabilidad de producir mazorca, que los genotipos con bajo potencial. A mayor mala cobertura, bajo riego, se obtienen mayor rendimiento bajo temporal, es decir que si se seleccionan plantas que presentan mala cobertura en riego, se espera mayor rendi-

CUADRO 18. CORRELACIONES GENOTÍPICAS (γ_g) Y FENOTÍPICAS (γ_p)
DE 11 CARACTERÍSTICAS BAJO RIEGO (R) CON RENDIMIENTO -
EN TEMPORAL (T)

CARACTERÍSTICA	γ_g	γ_p
Rendimiento (T)		
1.- Días a Flor ♂ (R)	0.30	0.14 N. S.
2.- Días a Flor ♀	0.07	0.07 N. S.
3.- Alt. de Planta	- 0.58	- 0.04 N. S.
4.- Alt. de Mazorca	0.14	0.07 N. S.
5.- Maz. X 100 Plantas	1.64	- 0.01 N. S.
6.- Maz. Podridas	- 0.81	- 0.05 N. S.
7.- Mala Cobertura	2.03	0.04 N. S.
8.- Ac. de Raíz	- 0.59	- 0.01 N. S.
9.- Ac. de Tallo	- 1.15	0.01 N. S.
10.- Carbón	0.00	0.02 N. S.
11.- Mat. Seca	- 0.35	0.001 N. S.

N. S. No Significativo

miento en temporal, debido a que se espera que exista un mayor desarrollo de la bráctea floral, la cual ocasiona que la cobertura de la mazorca, sea incompleta, debido a que presenta un mayor llenado del grano.

Asímismo, altura de planta, mazorcas podridas, acame de raíz, de tallo y materia seca, bajo condiciones de riego, se obtiene mayor rendimiento en temporal, por lo que al tener plantas de porte bajo, se tendrá mayor acame de raíz, de tallo y materia seca, por lo que al seleccionar para temporal, se espera que sean más rendidoras.

Los valores de correlación encontradas en este cuadro, permiten argumentar que si se quieren seleccionar en base a características bajo condiciones de riego, materiales para explotarse en temporal, se deben de tomar en consideración las variables siguientes: floración masculina tardía, altura baja, capacidad para formar mazorca, sin pudrición de la misma, acame de raíz, de tallo y carbón y finalmente se pueden seleccionar materiales con mala cobertura bajo riego, lo que puede ser indicio de un buen potencial de rendimiento.

Las correlaciones fenotípicas presentadas no exhibieron una correlación significativa entre rendimiento en temporal con todas las características en riego.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A través de los resultados obtenidos, en el trabajo desarrollado se derivaron las siguientes conclusiones:

La selección realizada en base al método de selección recurrente de familias de medios hermanos, en el sistema temporal-riego, se consideró efectivo debido a que permitió seleccionar los materiales más rendidores, demostrando así que la población Nepo-prec presenta variabilidad genética; asimismo, la varianza fenotípica fue mayor que la genotípica para la mayoría de las variables estudiadas. Atribuyéndose ésto, a que cuando se cuenta con una sola localidad, no se logra reducir el error experimental, por lo que se recomienda continuar con la presente investigación, tomando en consideración un mayor número de localidades, minimizando de esta manera la interacción genotipo-medio ambiente para la obtención de una mejor respuesta.

Las familias de medios hermanos exhibieron un período de floración tardío, debido a que se presentó una sequía al inicio del desarrollo vegetativo, lo que no se considera deseable en esta población, porque entre las características que se le fijaron fue la de precocidad, sugiriéndose que para el próximo ciclo, se seleccionan

aquellos genotipos que presenten menos días a flor y de esta manera evitar que coincida la floración con heladas tempranas.

La familia que obtuvo el mayor rendimiento en el análisis combinado fue Nepo-prec 120-2-1, ocupando el segundo lugar en condiciones de temporal y el primero en riego.

El diferencial de selección para la mayoría de las variables estudiadas se consideraron positivas, indicando que se espera una menor incidencia a características indeseables para el siguiente ciclo de selección.

La heredabilidad calculada fue más alta en la mayoría de las características bajo condiciones de buena humedad que en condiciones deficientes de la misma.

Las correlaciones genotípicas de mayor magnitud con rendimiento, bajo condiciones de temporal tanto positiva como negativamente fueron días a flor masculina, mazorcas x 100 plantas, mala cobertura, acame de tallo y carben; mazorcas podridas y materia seca. En condiciones de riego, altura de planta, de mazorca, mazorcas x 100 plantas y acame de raíz; días a flor masculina, mazorcas podridas, mala cobertura, acame de tallo y materia seca.

Las correlaciones fenotípicas del rendimiento con las características de mayor importancia fueron para condiciones de temporal, la mayoría de las variables, excepto acame de raíz, de tallo y carbón. En condiciones de riego de importancia se encontraron altura de mazorca, mazorcas x 100 plantas, carbón y materia seca.

El análisis combinado exhibió correlaciones fenotípicas altas de rendimiento con días a flor masculina, femenina, altura de planta, de mazorca, mazorcas podridas, acame de raíz y materia seca; para las fenotípicas se encontró significancia del rendimiento, con días a flor masculina, femenina, altura de planta, de mazorca, mazorcas x 100 plantas, mazorcas podridas y materia seca.

Las correlaciones genotípicas de rendimiento en temporal con las características en riego, se encontraron importantes, días a flor masculina, altura de planta, mazorcas x 100 plantas, mazorcas podridas, mala cobertura, acame de raíz de tallo y materia seca.

BIBLIOGRAFIA

- Agudelo, L.C. y Márquez S.F. 1975. Estimación de la heredabilidad por medio de regresión progenie-progenitor usando componentes de varianza en una población de maíz en tres densidades de siembra. Agrociencia 12:91-100.
- Aguilar, C.,G. 1982. Selección recurrente entre líneas S_1 para rendimiento y resistencia a *Mildeu velloso*, *Peronosclerospora Sorgui* (W & U) Shaw en la población de maíz TIWF-DMRC₄. Tesis. M.C. ----- U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Alanis, E., W. 1976. Estimación de la heredabilidad y herencia de la altura de planta y de mazorca en maíz (*Zea Mays* L.) en la cruza intervarietal NLVS-1 x V-524 (Tuxpeño planta baja) en tres localidades del Norte de México. Tesis I.T.E.S.M., N.L.
- Andrew, R., H. 1969. Ear to row selection early maturity in sweet corn. Crop sci. 9:51-55.
- Benitez, R., I., L. Sosa M., M. Ortíz V. y A. Muñoz O. 1979. Una modificación al método de selección mazorca por surco para rendimiento en maíz de temporal y sus avances. Fitotecnia año 2, 3:3-11.

- Burton, J., W., L.H. Penny, A.R., Hallauer and S.A. Eberhart. 1971. Evaluation on synthetic populations developed from a maize variety (BSK) by two ---- methods of recurrent selection. Crop sci. -----
2: 361-365.
- Castañón, N.G., 1983. Selección entre líneas S_I en una - población con amplia base genética de maíz superenano (*Zea mays* L.).
1. Efecto de la densidad de población sobre la - estimación de parámetros genéticos. Tesis -- M.C. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Castellón, Q.J. de J. 1979. Resistencia a heladas y sequía en maíces de la Mesa Central y Sierra de Chihuahua. Tesis M.C. Colegio de Post-gradudos, Chapingo, México.
- Castro, G., M. y Colaboradores. 1978. Informe de avances de investigación en el mejoramiento genético de maíz. Boletín técnico U.A.A.A.N. No. 1. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Classen, M.M. and R.H. Shaw. 1970. Water deficit effects on corn I. Vegetative components. Agron. --
Jour. 62:649-651.

-
- _____ 1970. Water deficit effects on --
corn II. Grain components. Agron. Jour. ----
62:652-655.
- Compton, W.A. and K. Bahadur. 1977. Ten cycles of pro---
gress from modified ear -to-row selection in ---
corn. Crop sci. 17:378-380.
-
- _____ et. al. 1964. Predicted response
to recurrent selection with intra and inter va--
rietal testers in corn (Zea mays L.) Crop Sci. -
4:146-148.
-
- _____ and R.E. Comstock. 1976. More of
modified ear -to-row selection in corn. Crop. -
sci. 16:122.
- Cortés, N.J., R. 1981. Selección recurrente para tole--
rancia a sequía en el compuesto de maíz Calera-
74. Tesis M.C. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo
Coahuila.
- De León, J.L. and J.H. Lonquist. 1978. Heterosis in --
full-sib within and between half-sib families in
open-pollinated varieties of maize. Crop sci.
18:26-28.

- Dudley, J.W. 1974. 76 generations of selection for oil - and protein percentage in maize. Crop sci. Soc - of Am. Madison Wis U.S.A. 459-473 p.
- Dumanovic, J. 1980. Modern methods of selection aimed at the improvement of yield and quality. Economic - Commission for Europe and Committee on Agricultural Problems. 1-45 p.
- Eberhart, S.A., S. Debela and A.R. Hallauer 1973. Reciprocal recurrent selection in the BSSS and BSCBI maize populations and half-sib selection in BSSS. Crop sci. 13:451-456.
- _____ et. al. 1966. Epistatic and other genetic variances in two varieties of maize. Crop sci. 6:275-280.
- Estrada, M.A. 1977. Selección masal y selección modificada de mazorca por surco en dos variedades de maíz de la raza Zapalote Chico. Tesis M.C, Colegio Sup. de Agric. Tropical, Tabasco.
- Fakerode, M.A.B. and J.J. Mock 1980. Growth analysis of maize variety hybrids obtained from two recurrent selection programmes for grain yield. New Phytol. 85:393-408.

Francis, C.A., et. al. 1978. Effects of competition on -
yield and dry matter distribution in maize. ---
Field crop Research. I:51-63.

Genter, C.F. 1976. Recurrent selection for yield in the
 F_2 of a maize single cross. Crop sci. -----
350-352.

González, H., V.A. y A. Muñoz O. 1972. Análisis cuanti--
tativo de apertura estomatal, rendimiento y o--
tras variables en maíces sometidos a riego y a--
sequía. I.N.I.A. p. I-18.

Goodman, M.M. 1965. Estimates of genetic variance in adap
ted and exotic populations of maize. Crop sci.
5:87-90.

Goulas, C.K. and J.H. Lonquist. 1976. Combined half-sib
and S_1 family selection in a maize composite po
pulation. Crop Sci. 16_461-464.

_____. 1977. Comparison of combined half sib
 S_1 family selection half sib, S_1 and selection
index procedure in maize. Crop sci. 17:754-757.

Hallauer, A.R. 1970. Genetic variability for yield af--

ter four cycles of reciprocal recurrent selection in maize. *Crop sci.* 10:482-485.

_____ and J.B. Miranda. 1981. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University - Press.

Horner, E.S., H.W. Lundy, M.C. Lutrick and W.H. Chapman. 1973. Comparison of three methods of recurrent selection in maize. *Crop sci.* 13:485-489.

_____, M.C. Lutrick, W.H. Chapman and F.G. Martín. 1976. Effect of recurrent selection for combining ability with a single cross tester in maize. *Crop sci.* 16:5-8.

Jellum, M.D. and J.E. Marion. 1966. Factors affecting oil content and oil composition of corn (Zea mays L.) grain. *Crop Sci.* 6:41-42.

Kaloyereas, S.A. 1958. A new method of determining drought resistance. *Plant Physiology.* 20:232-233.

Little, T.M. y F.J. Hills. 1979. Métodos estadísticos para la investigación en la Agricultura. 2a. Reimpresión. Editorial Trillas México.

Lonngquist, J.H. 1964. A modification of the ear-to-row procedure for improvement of maize populations. Crop sci. 4:227-228.

_____ 1965. Métodos de selección útiles para el mejoramiento de poblaciones. Traducido por Mario Gutiérrez G. Fitotecnia Lationoamericana. 2:1-10 p.

_____ and R.W. Jugenheimer. 1943. Factors affecting the success of pollination in corn. -- Journ. of the Am. Society of Agron. 35:923-933.

Márquez, S.F. 1979. Tamaño de familias de medios hermanos en la estimación de varianzas genéticas en la selección en maíz. Fitotecnia No. 7:107-118.

Marshall, H.G. 1966. Natural selection for cold resistance in winter oat bulk populations. Crop sci. 6:173-176.

Mc. Connell, R.H. and C.P. Gardner. 1979. Selection -- cold germination in two corn populations, Crop sci. 19:765-768.

Mock, J.J. and A.A. Bakri. 1976. Recurrent selection --

for cold tolerance in maize. *Crop sci* 16:230-233.

_____ and R.B. Pearce. 1975. An ideotype of maize. *Euphytica* 24:613-623.

Muñoz, O., A. 1978. Técnicas de investigación para resistencia a sequía y heladas en maíz. VIII Reunión de maiceros de la Zona Andina y I. Reunión Latinoamericana de maíz. Universidad Agraria La Molina, Lima, Perú p. 37-41.

_____ 1980. Resistencia a la sequía y mejoramiento genético. *Ciencia y Desarrollo*, Conacyt # 33, p. 26-35.

_____ y H.H. Angeles A. 1969. Investigaciones sobre resistencia a la sequía en el mejoramiento del maíz en México. *Agronomía Tropical*. Vol. XIX 4:I-23 p.

_____ y J. Ortíz. 1970. Estudio de correlaciones en maíces sometidos a sequía y heladas, VIII -- Reunión de ALAF Bogotá, Colombia.

_____, F. Márquez S. y J. Ortíz, C. 1973. Estudio preliminar sobre un método de selección pa-

ra resistencia a sequía en maíz. Agrociencia.
11:15-28.

Nava, R., A. 1981. Selección mazorca por surco practica-
da en dos localidades y bajo dos densidades de
siembra en el sintético de maíz (Zea mays L.)
SEE. Tesis M.C. U.A.A.A.N. Buenavista, --
Saltillo, Coahuila.

Nelson, S.W. 1980. Evaluation of population improvement
methods in maize. South Africa plant breeding.
Abstracts 50(1):27.

Mulsen, R.A. and G.W. Thurtell. 1978. Recovery of corn -
leaf water potential after severe water stress.
Agron. Jour. 70:903-906.

Oyervides, G.M. 1979. Estimación de parámetros genéticos,
heterosis e índices de selección en variedades
tropicales de maíz adaptadas a Nayarit. Tesis
M.C. Colegio de Post-graduados, Chapingo, Mé-
xico.

Palacios de la Rosa, G.L. Martínez V. y A. Aguado T. ---
1963-1966. Cruzas biparentales en la línea la
tente de maíz sometidos a castigos progresivos.
Agricultura técnica en México. Vol. II 3-98-102.

- Paterniani, E. 1967. Selection among and within Half-sib families in a Brazilian population of maize (Zea mays L.). Crop Sci. 212-215.
- Reyes, C., P. 1981. Diseño de experimentos aplicados. - 1a. reimpression. Editorial Trillas, México.
- Rivera, G., J.A. et. al. 1972. Efecto de la selección - masal para altura de mazorca sobre otros caracteres en dos variedades de maíz. I. Análisis - fenotípico. Agrociencia 8:29-40 p.
- Rosielle, A.A. and J. Hamblin. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop sci. 21:943-945.
- Serrano, P, J.L. 1963-1964. Algunas diferencias fisiológicas y morfológicas de especies y variedades -- del frijol tolerante a la sequía. Agricultura - técnica. 161-164 p.
- Singh, B.N. and J. Singh 1977. Development and evaluation in an opaque-2 maize composite at three plant populations densities. Crop sci. 17:515-516.
- Smith, O.S. 1979. A model for evaluating progress from - recurrent selection. Crop sci. 19:223-226.

- _____ 1979. Application of a modified diallel analysis to evaluate recurrent selection for grain in maize. *Crop sci.* 19:819-822.
- Smith, L.H. and A.M. Brunson. 1925. An experiment in selecting corn for yield by the method of the ear to row breeding plot. Bulletin No. 271. University of Illinois Agricultural Experiment Station. 566-579 p.
- Smith, C.S. et. al. 1982. Variability for morphological and physiological traits associated with barrenness and grain in the maize population, Iowa -- upright leaf synthetic # 1. *Crop sci.* 22:828-832.
- Snedecor, G.W. y W.G. Cochran, 1978. *Métodos estadísticos*. 5a. impresión. C.E.C.S.A., México.
- Sprague, C.F. and B. Brimhall. 1950. Relative effectiveness of two systems of selection for oil content of the corn kernel. *Agron. Jour.* 42:83-88.
- Tanaka, A. y J. Yamaguchi. 1981. Producción de materia seca, componentes del rendimiento y rendimiento del grano del maíz. Traducido por J. Kohashi - S. 2a. impresión. Colegio de Post-graduados, Chapingo, México.

- Thompson, L.M. 1975. Weather variability, climatic change and grain production. *Science* 188:535-541.
- Vázquez, S., R. 1982. Selección recurrente entre progenies S_1 para rendimiento y resistencia a Mildeu vellosa S. Sorghi. en la población de maíz TLWD-DMR. Tesis M.C. U.A.A.A.N., Buenavista, Saltillo, Coah.
- Webel, O.D. and J.H. Lonquist. 1967. An evaluation of modified ear-to-row selection in a population of corn *Crop sci.* 7:651-655.
- Williams, J.C., L.H. Penny and G.F. Sprague. 1965. Full-sib and Half-sib estimates of genetic variance in an open-pollinated variety of corn Zea mays. L. - *Crop sci.* 5:125-129.
- Williams, T.V., R.N. Snell and J.F. Ellis. 1967. Methods of measuring drought tolerance in corn. *Crop sci.* 3:179-182.
- Woodworth, C.M., E.R. Leng and R.W. Jugenheimer. 1952. - Fifty generations of selection for protein and oil corn. *Agron Jour.* 44:60-65.

A P E N D I C E

CUADRO. 1 - A MEDIAS DE 48 FAMILIAS SELECCIONADAS

GENERALES	DIAZ A		ALTIMA (m)		MAZ. E	%	%	%	%	MAP.	MEDIO (m)
	♀	♂	PLANTA	MAZORCA	100	MAZ	MALA	ALCAME	%	GRCA	
					PLANTAS	POD.	COB.	RAIZ	TALLO	CARBON	(TON/HA)
1. Nepo-Prec 120-2-1	94	98	1.245	0.520	103	14	5	9	10	10	4.686
2. Nepo-Prec 496-2-2	94	99	1.150	0.478	75	19	2	47	3	10	4.100
3. Nepo-Prec 154-1-1	98	101	1.143	0.508	88	26	14	11	5	5	4.037
4. Nepo-Prec 105-1-3	91	96	1.225	0.553	81	25	5	27	9	10	3.969
5. Nepo-Prec 249-4-1	90	97	1.183	0.548	96	30	8	10	2	5	3.858
6. Nepo-Prec 74-3-1	94	98	1.110	0.483	99	39	9	16	0	33	3.763
7. Nepo-Prec 372-2-2	91	97	1.128	0.435	97	29	18	10	4	4	3.662
8. Nepo-Prec 429-3-1	93	99	1.275	0.603	91	37	10	14	4	17	3.586
9. Nepo-Prec 184-1-2	93	99	1.073	0.458	102	25	0	27	7	9	3.556
10. Nepo-Prec 556-1-1	93	99	1.208	0.558	95	24	11	14	2	4	3.547
11. Nepo-Prec 249-4-2	93	100	1.083	0.463	88	15	6	7	15	2	3.469
12. Nepo-Prec 288-3-2	91	96	1.068	0.465	91	25	14	8	7	4	3.452
13. Nepo-Prec 524-3-1	92	96	1.083	0.433	95	23	8	11	7	8	3.433
14. Nepo-Prec 207-2-2	93	97	1.153	0.505	100	25	12	9	12	14	3.425
15. Nepo-Prec 120-2-2	96	99	1.083	0.445	102	18	0	19	8	8	3.281
16. Nepo-Prec 443-1-2	96	100	1.085	0.435	92	24	9	30	5	12	3.272
17. Nepo-Prec 462-1-3	93	97	1.10	0.460	121	17	3	18	8	4	3.183
18. Nepo-Prec 101-1-1	92	97	1.053	0.480	87	23	4	25	10	14	3.176
19. Nepo-Prec 184-2-1	95	98	0.925	0.403	90	33	10	22	7	0	3.161
20. Nepo-Prec 207-2-3	94	98	1.125	0.438	93	28	9	18	2	2	3.114
21. Nepo-Prec 531-2-1	94	99	1.178	0.550	98	28	13	33	8	9	3.089
22. Nepo-Prec 524-2-2	92	98	1.108	0.413	94	24	7	12	7	7	3.060
23. Nepo-Prec 187-4-2	94	99	1.053	0.403	110	32	14	12	3	8	3.057
24. Nepo-Prec 753-1-1	91	96	1.080	0.488	104	19	12	6	7	11	3.052
25. Nepo-Prec 249-2-2	92	98	1.070	0.438	81	27	4	21	10	0	3.033
26. Nepo-Prec 101-3-2	93	100	0.983	0.465	80	25	13	16	7	0	3.012
27. Nepo-Prec 194-1-1	89	94	1.073	0.490	90	23	9	9	2	5	2.972
28. Nepo-Prec 582-4-2	92	98	0.995	0.380	98	15	7	14	14	5	2.969
29. Nepo-Prec 201-1-1	93	100	0.950	0.373	101	26	4	17	5	10	2.892
30. Nepo-Prec 288-2-1	95	100	1.053	0.405	85	13	0	21	2	4	2.883
31. Nepo-Prec 187-4-1	94	98	0.980	0.430	98	33	12	9	10	13	2.822
32. Nepo-Prec 496-2-1	95	99	0.993	0.350	87	23	25	25	5	8	2.818
33. Nepo-Prec 187-2-1	95	99	1.060	0.420	98	18	13	20	4	8	2.816
34. Nepo-Prec 288-3-1	97	101	1.175	0.578	81	37	0	22	0	33	2.769
35. Nepo-Prec 222-3-1	94	97	1.120	0.433	83	19	9	26	11	7	2.763
36. Nepo-Prec 602-2-2	94	98	1.115	0.543	93	33	12	11	10	3	2.742
37. Nepo-Prec 556-1-3	98	104	1.128	0.535	97	26	3	28	2	9	2.679
38. Nepo-Prec 340-2-1	92	97	1.073	0.480	93	31	8	17	6	6	2.663
39. Nepo-Prec 187-2-2	97	102	0.840	0.323	84	30	21	6	12	4	2.653
40. Nepo-Prec 187-3-2	93	101	0.993	0.383	87	25	4	12	2	4	2.516
41. Nepo-Prec 105-1-1	92	96	1.048	0.388	86	13	9	8	5	0	2.497
42. Nepo-Prec 372-2-1	97	100	1.028	0.438	93	29	5	37	3	6	2.483
43. Nepo-Prec 751-2-2	93	100	1.065	0.415	101	34	11	20	15	6	2.456
44. Nepo-Prec 169-1-2	94	101	0.960	0.385	86	30	17	15	0	4	2.410
45. Nepo-Prec 120-2-3	92	100	0.925	0.410	92	23	11	13	4	10	2.364
46. Nepo-Prec 462-1-2	95	101	1.060	0.370	100	31	13	26	8	8	2.356
47. Nepo-Prec 39-2-1	95	101	0.965	0.383	95	5	5	28	17	8	2.340
48. Nepo-Prec 372-1-2	95	101	0.923	0.393	86	25	9	13	8	12	2.260
\bar{x} gral (R + T)	93.16	98.18	1.025	0.420	86.53	34.48	21.18	26.39	18.98	20.10	2.550
\bar{x} sel.	93.60	98.73	1.073	0.453	93.06	24.92	8.90	17.75	6.54	7.70	3.087
Dif. de sel.	+0.44	+0.55	+0.048	+0.033	+6.53	-9.56	+12.28	-8.64	+12.44	-12.40	+0.537