

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

" ANTONIO NARRO "

PROGRAMA DE GRADUADOS

SELECCION RECURRENTE ENTRE PROGENIES S_1 PARA RENDIMIENTO Y RESISTENCIA A MILDIU VELLOSO *S. sorghi* EN LA POBLACION DE MAIZ TLWD-DMR.

RAMIRO VAZQUEZ SERRATO

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

ESPECIALIDAD EN FITOMEJORAMIENTO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA.

1 9 8 2

Esta tesis fué revisada bajo la dirección del Comité de Asesoría indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para la obtención del Grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD FITOMEJORAMIENTO

CONSEJO PARTICULAR

ING. M.C. JOSE GPE. RODRIGUEZ
ASESOR PRINCIPAL

DR. HERNAN CORTEZ MENDOZA
A S E S O R

DR. ALFONSO LOPEZ BENITEZ
A S E S O R

DR. JESUS TORRALBA ELGUEZABAL
SUBDIRECTOR ASUNTOS DE POSTGRADO

Buenavista, Saltillo, Coah., Noviembre de 1982.

A mis padres

A mi esposa

A mis hijos

A mi escuela

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) por su apoyo en la realización de mis estudios de Maestría y proporcionarme los medios necesarios de este trabajo.

Al Dr. Hernán Cortez Mendoza y el Biol. Rodolfo Giron Calderón, por proporcionarme el tema de investigación y su inapreciable apoyo en la conducción y elaboración del presente trabajo.

Al Ing. M.C. Guadalupe Rodríguez y Dr. Alfonso López Benítez por su valiosa ayuda y revisión del presente trabajo.

Al Ing. Alfredo Rodríguez Castillo del CAERIB, Manuel Oyervides G. y Francisco A. Rodríguez del CIAB por su valiosa colaboración en la obtención de los resultados de campo.

Al actuario Héctor Gutiérrez López, por su gran ayuda en el análisis estadístico de la información.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el otorgamiento de beca para mis estudios.

Al CIAN-CAELALA, CAERIB y CAEHUAS por las facilidades proporcionadas en la conducción de una o más de las fases de la presente investigación.

A las Sras. Ma. del Carmen Barajas Salazar y Graciela del Bosque de C., por su valiosa ayuda en la mecanografía de este trabajo.

I N D I C E

LISTA DE CUADROS Y GRAFICAS	iii
RESUMEN	iv
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	5
2.1 SELECCION RECURRENTE	5
2.2 SELECCION RECURRENTE ENTRE PROGENIES S_1	6
2.3 MILDIU VELLOSO E IMPORTANCIA	9
2.4 TIPO DE ACCION GENICA EN MILDIU VELLOSO	13
2.5 CORRELACIONES FENOTIPICAS	15
2.6 ANTECEDENTES DE INVESTIGACION EN EL AREA	16
III. MATERIALES Y METODOS	21
3.1 MATERIALES	21
3.2 DESCRIPCION DE AREAS EN EVALUACION	22
3.3 METODOS DE CAMPO	25
3.4 ANALISIS ESTADISTICO	27
IV. RESULTADOS	33
V. DISCUSION	62
VI. CONCLUSIONES	69
VII. LITERATURA REVISADA	71
VIII. APENDICE	80

CUADROS Y GRAFICAS

CUADROS.

1. Características de ambientes representativos donde se -- evaluaron las líneas S_1 , considerando los meses en que - se desarrolla el cultivo.
2. Análisis de varianza en látice simple para una locali-- dad.
3. Análisis de varianza combinado para dos localidades.
4. Media de nueve características agronómicas de las líneas S_1 de la población TLWD-DMRC₄ seleccionadas en función - de las tres localidades, evaluadas en Río Bravo, Tamaulipas 1981.
5. Media de nueve características agronómicas de las líneas S_1 de la población TLWD-DMRC₄ seleccionadas en función - de las tres localidades, evaluadas en Ocotlán, Jal. 1981.
6. Media de nueve características agronómicas de las líneas S_1 de la población TLWD-DMRC₄ seleccionadas en función de las tres localidades evaluadas en Río Bravo, Tam. y Oco- tlán, Jal. 1981.
7. Media de cuatro características de las líneas S_1 de la po

blación TLWD-DMRC₄ seleccionadas en función de las tres localidades evaluadas en Matamoros, Coah. 1981.

8. Análisis de varianza para nueve características agronómicas evaluadas en 289 líneas S₁ derivadas de la población TLWD-DMRC₄. Río Bravo, Tam. 1981.
9. Análisis de varianza para nueve características agronómicas evaluadas en 289 líneas S₁ derivadas de la población TLWD-DMRC₄. Ocotlán, Jal. 1981.
10. Análisis de varianza para ocho características agronómicas evaluadas en 289 líneas S₁ derivadas de la población TLWD-DMRC₄. Río Bravo, Tam. y Ocotlán, Jal. 1981.
11. Estimación de varianzas, heredabilidad y ganancias genéticas esperadas por ciclo para nueve características -- agronómicas en 289 líneas S₁ derivadas de la población TLWD-DMRC₄ Río Bravo, Tam. 1981.
12. Estimación de varianzas, heredabilidad y ganancias genéticas esperadas por ciclo para nueve características -- agronómicas en 289 líneas derivadas de la población --- TLWD-DMRC₄. Ocotlán, Jal. 1981.
13. Estimación de varianzas, heredabilidad y ganancia genética esperada por ciclo para ocho características agronómicas en 289 líneas S₁ derivadas de la población TLWD-

DMRC₄. Río Bravo, Tam. y Ocotlán, Jal. 1981.

14. Estimación de correlaciones fenotípicas para nueve características agronómicas de 289 líneas S₁ derivadas de la población TLWD-DMRC₄. Río Bravo, Tam. 1981.
15. Estimación de correlaciones fenotípicas para nueve características agronómicas de 289 líneas S₁ derivadas de la población TLWD-DMRC₄. Ocotlán, Jal. 1981.
16. Estimación de correlaciones fenotípicas para ocho características agronómicas en 289 líneas S₁ derivadas de la población TLWD-DMRC₄. Ocotlán, Jal. y Río Bravo, Tam. 1981.

GRAFICAS

1. Incidencia de "mildiu vellosa" correspondiente al período 1967; 1968, 1974-1979 ciclo temprano. Río Bravo, Tam.
2. Distribución de frecuencias del porcentaje de "mildiu vellosa" *S. sorghii* con líneas S₁ de los ciclos 0, 2 y 4 de la población TLWD-DMRC₄ bajo selección entre progenies S₁. Río Bravo, Tam. 1981.
3. Distribución de frecuencias del porcentaje de "mildiu vellosa" *S. sorghii* con líneas S₁ de los ciclos 0, 2 y 4

de la población TLWD-DMRC₄ bajo selección entre progenies
S₁. Ocotlán, Jal. 1981.

RESUMEN

Los objetivos del presente estudio fueron, determinar el potencial genético para rendimiento y resistencia al patógeno causante del "mildiu vellosa" en la población de maíz TLWD-DMRC₄, además, determinar la respuesta esperada para resistencia a "mildiu vellosa" *S. sorghí* de los ciclos 0, 2 y 4 en la población de maíz TLWD-DMRC₄.

La metodología empleada fué selección recurrente entre líneas S₁, empleándose el criterio de selección visual para las líneas a recombinar. Se utilizaron tres ambientes Río Bravo, Tamps (fecha normal y retrasada), Ocotlán, Jal. y Matamoros, Coahuila.

De las 32 líneas seleccionadas y recombinadas en función de los ambientes, 11 estuvieron dentro de las más rendidoras, seleccionadas con el 20 porciento de presión de selección en el análisis combinado, asegurando así, un avance en el proceso de selección para el próximo ciclo.

Las estimaciones de varianza más altas fueron obtenidas en la localidad de Ocotlán y por ende las medias para cada una de las características evaluadas, exceptuando "mildiu vellosa" cuyo valor de varianza fué igual a 0 en la localidad de Río Bravo.

Los diferenciales de selección para rendimiento fueron 540, 612 y 477 kg/ha para Río Bravo, Ocotlán y el análisis combinado respectivamente, con estimas de heredabilidad de .59, .35 y .40 por ciento en el orden mencionado.

Con las estimaciones de los diferenciales de selección y heredabilidad se calcularon las ganancias genéticas esperadas por ciclo de ocho variables. Se calculó una ganancia de 8.7, 2.6 y 3.5 por ciento de la media de las líneas evaluadas para Río Bravo, Ocotlán y el análisis combinado respectivamente, considerándose que la ganancia esperada de 8.7 por ciento obtenida para la localidad de Río Bravo está sobrestimada por efectos de interacción de genotipo por medio ambiente, no obstante está dentro del rango comunmente observado en otros programas de selección recurrente.

En la localidad de Río Bravo el valor de ganancia esperada para "mildiu vellosa" fue igual a cero, lo cual indica que la varianza genética fue agotada en favor de la selección; no obstante que para la localidad de Ocotlán el valor de ganancia esperada es alto (-3.1), es muy relativo ya que la media de infección del patógeno fue menos de uno por ciento, por lo que se puede decir que fueron suficientes cuatro ciclos de selección para obtener resistencias casi total al patógeno causante del "mildiu vellosa"

La media de infección de "mildiu vellosa" en los

ciclos 0, 2 y 4 de la población TLWD-DMR disminuyó de 29.7 a 9.9 del ciclo 0 al 2 y de 9.9 a 0 del ciclo 2 al 4 en la localidad de Río Bravo. En general, para la localidad de Ocotlán, las medias del porcentaje de infección del patógeno, fueron bajas para los tres ciclos, alcanzando valores de 3.5, 1.0 y 0 por ciento para los ciclos 0, 2 y 4 respectivamente, lo anterior muestra la efectividad del dispersor conidial usado en la localidad de Río Bravo.

Con los valores de varianza obtenidos y las medias de cero en las dos localidades para el ciclo cuatro de selección, queda manifiesto que bastaron cuatro ciclos de selección para conferir resistencia total al patógeno causante del "midliu vellosa" en la población bajo estudio, mostrándose la bondad de la selección recurrente entre progenies S_1 .

I. INTRODUCCION

La importancia del cultivo de maíz en México radica no sólo en la superficie que de él se siembra, más bien en el aspecto socio-económico que para el país representa por ser la base alimenticia y el de mayor demanda. De lo anterior se deriva que éste debe ofrecer una producción segura, principalmente en aquellas áreas productoras más importantes.

Se considera que son muchos los factores controlables y no controlables que influyen negativamente provocando que la producción de maíz sea incierta, aún en aquellas áreas que cuentan con infraestructura y tecnología adecuada para explotar en forma óptima el potencial genético del cultivo.

Existen áreas que son grandes productoras de maíz, como el Bajío y las regiones Norte y Centro del estado de Tamaulipas; en la primera, gran parte de su superficie es sembrada con maíz y sorgo, en tanto que la segunda, casi en su totalidad ha sido sembrada a través de los años con estas gramíneas, utilizando para ello híbridos nacionales y/o extranjeros, o bien, variedades mejoradas.

En estas regiones el cultivo de maíz se ha visto seriamente afectado en los últimos años por problemas de enfermedades y plagas, entre otros. En la actualidad se considera el "mildiu vellosa" o "cenicilla" causada por el hongo *Sclerospora sorghi* como el de mayor importancia, al menos pa

ra la región norte de Tamaulipas, y aún cuando no cuantificado con precisión para Bajío y zona centro de Tamaulipas.

Los daños en el cultivo de maíz causado por "mildiu vellosa", se han incrementado paulatinamente a través de los años, uno por ciento anual, por lo que se considera que en algunas áreas ha ocasionado pérdidas considerables en la producción de grano del mismo y pérdidas aún más fuertes en aquellos cultivares que se desarrollan después de la fecha óptima de siembra recomendada, o bien en aquellas siembras que se hacen en el ciclo tardío (primavera-verano) para el caso de Tamaulipas.

Por lo anterior se puede preveer que a futuro pueda causar un serio problema abatiendo la producción de grano en maíz.

Para las regiones de Tamaulipas, la mayor parte del área cultivada se ha venido sembrando con los cultivos de maíz y sorgo, ambos hospederos de los hongos *Sclerospora sorghi* y *Sclerophthora macrospora*, causantes de la enfermedad comunmente conocida como "mildiu vellosa". En Jalisco el problema de la citada enfermedad ha sido detectado, sin embargo, no existe información específica para el caso.

En evaluaciones para identificar enfermedades y su evolución a través del tiempo, Girón (1980), menciona que en el transcurso de doce años, ha detectado intensidades de "mildiu vellosa" hasta de un 40%, disminuyendo este porcenta-

je cuando las condiciones requeridas por el patógeno no son propicias.

El "mildiu vellosa" está ya presente en muchas - otras partes de México donde las condiciones le son propicias como son algunas regiones de los estados de Veracruz, Guanajuato y Chihuahua (Girón*); Guerrero, Michoacán, Veracruz y zonas bajas de Puebla (De León, 1974).

Dadas las bajas producciones de grano por hectárea y el potencial destructivo de la enfermedad y la rapidez con que se extiende e incrementa, este problema debe ser controlado anticipadamente con el fin de evitar problemas a futuro y tener pérdidas de producción. La información obtenida por diferentes investigadores, indica que la que mejor alternativa para contrarrestar el problema planteado, es la obtención de genotipos (variedades y/o híbridos) más productivos y resistentes al patógeno causante del "mildiu vellosa".

A raíz de este problema, el Centro de Investigaciones Agrícolas del Golfo Norte (CIAGON), inició programas de investigación tendientes a mejorar poblaciones de maíz para resistencia a "mildiu vellosa" y mayor productividad.

Los objetivos que se persiguen en el presente estudio son:

- 1.- Estimar la respuesta esperada a la selección

para resistencia a "mildiu velloso", mediante la distribución de frecuencias de líneas S_1 resistentes, tolerantes y susceptibles derivadas de los ciclos 0, 2 y 4.

- 2.- Estimar la respuesta esperada a la selección para rendimiento de líneas S_1 derivadas del ciclo 4 de selección de la población TLWD-DMR.
- 3.- Mejorar la capacidad productiva de la población TLWD-DMRC₄ en un rango amplio de medios ambientes.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1.- SELECCION RECURRENTE

Hayes y Garber (1919), East y Jones (1920) propusieron en forma separada sistemas de mejora semejantes a la selección recurrente para aptitud combinatoria general. Sin embargo Jenkis (1940) basado en sus experiencias fue el primero en publicar detalladamente esta metodología.

Posteriormente Hull (1945), sugirió una metodología para mejorar la aptitud combinatoria específica. Siete años después, el mismo autor, indica que con la selección recurrente se podía seleccionar generación tras generación con recombinación de los individuos seleccionados para aumentar la posibilidad de recombinar y acumular genes favorables.

Recientemente, Empig et. al. (1972), compararon ocho esquemas de selección intrapoblacional, basado en la proporción de la varianza genética aditiva (la responsable de la acumulación de alelos favorables) y el número de generaciones por ciclo, indicando que uno de los métodos teóricamente más eficientes es el de líneas S_1 ; también señala que esto puede ser modificado por el número de estaciones de crecimiento, heredabilidad de la característica y objetivos del mejoramiento.

2.2.- SELECCION RECURRENTE ENTRE PROGENIES S₁.

La selección recurrente entre progenies S₁, ha sido usada para mejorar varias características.

Hallauer (1980), menciona que no obstante que la evaluación de progenies S₁ conduce por sí misma al mejoramiento de la mayoría de las características de maíz, no ha sido utilizada tan extensivamente para mejorar rendimiento como los métodos de medios hermanos y cruzas de prueba. Los tipos de acción génica que controlan el rendimiento han causado dudas, pero los estudios de evaluación de metodologías indican que con progenies S₁ se han mejorado significativamente las poblaciones bajo selección.

La selección recurrente entre progenies S₁ fue usada en cinco poblaciones sintéticas de maíz por Penny (1967), indicando que dos ciclos de selección fueron suficientes para cambiar la frecuencia de genes de resistencia a barrenador del tallo *Ostrinia nubilalis* Hubner, a un alto nivel en todas las variedades y tres ciclos produjeron variedades esencialmente resistentes.

Posteriormente Jinahyon y Russell (1969), desarrollaron tres ciclos de selección con progenies S₁ en la variedad de polinización libre Lancaster Sure-Crop, para obtener resistencia a *Diplodia zea*; los resultados indican que a la vez que se logró resistencia a la pudrición del tallo, obtuvieron incrementos en el rendimiento.

En otro estudio, Russell (1974) menciona que un programa de selección recurrente basado en la evaluación de progenies S_1 , es recomendable para incrementar la frecuencia genética de resistencia al barrenador en una población, la cual puede usarse como una fuente para obtener líneas resistentes.

El mismo año, Scott y Rosenkranz (1974), en una evaluación de metodologías, encontraron que con progenies S_1 se podía reducir el porcentaje de infección del patógeno causante de la enfermedad comunmente conocida como achaparramiento del maíz.

Los estudios de Genter y Alexander (1962), encontraron que para mejorar poblaciones y extraer líneas más rendidoras, tanto la metodología de líneas S_1 como cruzas de prueba, son eficientes para mejorar las poblaciones pero la ganancia fue mayor con líneas S_1 .

Los mismos autores, Genter y Alexander (1966), en una evaluación de cruzas de prueba y progenies S_1 , observaron incrementos de 17.9 y 31.4% de ganancia para cruzas de prueba y progenies S_1 respectivamente; a la vez señalaron que las líneas S_1 son más productivas en cruzas híbridas de prueba.

En un estudio de Genter (1973), comparando metodologías de selección (selección de líneas S_1 y medios hermanos) encontró que en ambos casos se mejoró la probabilidad para extraer líneas más rendidoras. También indica que el au

mento es más consistente con líneas S_1 que con cruzas de prueba y que además de incrementar la producción de la población, aumentó la habilidad combinatoria; lo anterior menciona, es resultado del aumento de la frecuencia de genes que contribuyen a la producción.

Evaluando poblaciones sintéticas desarrolladas en una variedad de maíz por dos métodos de selección recurrente, Burton et. al (1971), encontraron que la evaluación en base al comportamiento de la generación S_1 per se, identificaba los genotipos superiores mucho más rápido que la evaluación por cruzas de prueba. También mencionan que los genes deletéreos estaban incubiertos por genes del probador en la selección entre familias de medios hermanos, cosa que no sucede con la selección entre progenies S_1 .

Evaluando tres métodos de selección recurrente para rendimiento de grano durante cinco ciclos de selección, Horner (1972), comparó: 1o. La selección para aptitud combinatoria usando una línea endocriada como probador; 2o. Selección para aptitud combinatoria usando la población original como probador; y 3o. Selección entre líneas S_2 per se. Se obtuvo una respuesta lineal significativa en la aptitud combinatoria en el transcurso de la selección con todos los métodos, pero la selección usando una línea como probador fue significativamente más efectiva que los otros dos métodos (4.4% de ganancia por ciclo, en comparación con 2.4 y 2.0% por ciclo para el probador de base amplia y la selección entre líneas S_2 , respectivamente).

Un año antes, Carangal et. al. (1971), compararon progenies S_1 contra cruza de prueba durante dos ciclos de selección recurrente para rendimiento de grano en un maíz sin tético de 13 líneas. La varianza genética de rendimiento de grano en el primer ciclo fue significativamente mayor para las progenies autofecundadas, que para la evaluación de cruza de prueba; disminuyendo levemente en el segundo ciclo. La selección de progenies S_1 para rendimiento de grano, mejoró más la población y fue igual a cruza de prueba para mejorar la aptitud combinatoria general.

2.3.- EL MILDIO VELLOSO E IMPORTANCIA.

El "mildiu vellosa" es una enfermedad común que in volucra un gran número de parásitos, Ullstrup (1973), menciona que han sido diferentes patógenos causantes del "mildiu vellosa" los que han sido descritos y que ocurren en forma natural en maíz y/o sorgo.

Los patógenos causantes de la enfermedad pertenecen a dos géneros *Sclerospora* y *Sclerophthora*, seis especies pertenecen al primero y dos al segundo, siendo éstas *Sclerospora graminicola*, *S. maydis*, *S. philippinensis*, *S. sorghi*, *S. sachari* y *S. spontanea*; *Sclerophthora macrospora* y *S. rayssiae* var. *zeae*.

Warren (1974), indica que el hongo *Sclerospora sorghi* fue reportado por primera vez en la India en 1913 por

Kilkarni y estudiado por Butler en 1918 en el cultivo de sorgo. El mismo autor reporta que fue observado por primera vez en los Estados Unidos en 1961 en el estado de Texas, diseminándose posteriormente a otros Estados. Otro autor, Futrell (1970), menciona que la enfermedad ya se había detectado en el sur de Texas antes de 1961.

El "mildiu vellosa", según Reyes et. al. (1964), en 1962 ya era conocido en el norte de Tamaulipas. Frederiksen (1973), confirma lo anterior reportando que la presencia de esta enfermedad en el norte de México es muy paralela a la época de aparición en el estado de Texas, U.S.A.

Exconde (1974), menciona que en algunos países Asiáticos como Filipinas, Indonesia, Taiwan, India y Tailandia, la magnitud del daño en la producción de maíz causado por el "mildiu vellosa", varía del 30% al 100%.

De León (1974), menciona que a partir de la infección inicial, la enfermedad del "mildiu vellosa" adquiere una mayor importancia y para ello cita algunos reportes de daños causados en países como Argentina y Venezuela, en donde como en México, la enfermedad es reciente, encontrándose también en otros países como Honduras y El Salvador.

Ullstrup (1973), cita algunos países como Filipinas y Taiwan donde el control químico ha sido efectivo, sin embargo en otros como en Tailandia no lo es, lo anterior debido a que no hay un producto químico que tenga acción so-

bre varios patógenos y poder residual que pueda proteger el cultivo durante su época crítica. También menciona que las prácticas culturales han sido bien empleadas pero éstas parecen tener baja efectividad y que además, en todos los casos, por lo general repercuten incrementando el costo del cultivo, concluyendo que el método de control más eficiente para contrarrestar el ataque del "mildiu vellosa" es la obtención de genotipos resistentes a esta enfermedad.

Por lo que se refiere a hospederos, Douglas, et. al. (1969), menciona que en Mississippi, U.S.A., el "mildiu vellosa" había sido encontrado solamente en sorgo, maíz, zacate sudán y zacate Johnson, y que en la India el hongo *S. sorghi* ha sido transferido artificialmente a teosintle *Euchlaena mexicana*. Por otra parte, Dange et. al. (1974), menciona como hospederos únicamente a maíz, sorgo, zacate Johnson, teosintle y *Hetropoqum contortus*.

Por la forma de ataque, Douglas et al. (1969), observaron que el hongo causante del "mildiu vellosa" (oosporas) penetra por la radícula de la semilla en germinación o raíz de las plántulas (infección primaria) cuando hay condiciones favorables de humedad y temperatura.

Las plantas jóvenes infectadas sistémicamente son cloróticas y alargadas y en caso de infección temprana las plantas mueren en pocos días. Si la infección es más leve, las hojas presentan áreas cloróticas que comienzan de la base

a la punta. Cuando las plantas son adultas y están invadidas por el patógeno permanecen con hojas erectas y muy delgadas, no producen jilote y se acaman.

Bajo las mismas condiciones de temperatura y humedad, el hongo produce un vello blanco (conidias), el cual es más abundante en la parte inferior de las hojas. Este vello se produce en las hojas y es el responsable de la infección foliar (infección secundaria) de las plantas sanas cercanas a las plantas enfermas. Las esporas asexuales y sexuales son diseminadas por la brisa, viento, lluvia y animales las primeras; y en hojas infectadas las segundas.

El mismo autor define las siguientes condiciones medioambientales como óptimas para que el hongo pueda prosperar y atacar el cultivo de maíz siendo de 20 a 28 °C de temperatura y de 75 a 100% de humedad relativa.

Futrell y Frederiksen (1970), mencionan que desde su aparición se extendió rápidamente a otros estados de U.S.A. ocasionando pérdidas en los cultivos de sorgo, mijo y maíz, cuya pérdida fue estimada en 2.5 millones de dólares en 1969.

Warren (1974), determinó que tanto en sorgo como en maíz, se reproducen las esporas sexuales y asexuales de "mildiu vellosa", pero las oosporas y conidias se producen más en sorgo, por lo que al sorgo se le considera hospedero primario y al maíz hospedero secundario y como consecuencia de ello puede causar grandes pérdidas en los cultivos a nivel comercial.

2.4.- TIPO DE ACCION GENICA EN MILDIU VELLOSO.

Gómez et. al. (1963), determinaron que la resistencia al "mildiu vellosa" causado por *Sclerospora philippinensis* está controlada por pocos pares de genes parcialmente dominantes. En un estudio similar, Mochizuki et. al. (1974), concluyeron lo mismo para el patógeno causante del mildiu vellosa Filipinense.

Asnani y Bhusen (1970) y Hondoo et. al. (1970), determinaron que el tipo de acción génica más importante en la expresión de la resistencia al hongo causante del "mildiu vellosa" es aditivo, por lo que cualquier sistema de mejoramiento que se utilice y que explote este tipo de acción génica puede lograr un incremento en la frecuencia de alelos favorables para obtener resistencia.

Hakin y Dahlan (1972), para determinar la resistencia a *Sclerospora maydis* cruzaron tres variedades susceptibles con 10 resistentes, concluyendo que la resistencia es poligénica y del tipo aditivo, ya que la distribución de frecuencia del porcentaje de infección es la de un carácter cuantitativo.

Kaneko y Aday (1980), estudiando la herencia de la resistencia a mildiu vellosa Filipinense del maíz *Sclerospora philippinensis* determinaron que el modo de herencia de la resistencia sufre cambios de dominancia completa a dominancia parcial, cambiando la infección de ligera a severa, lo ante-

rior sugiere que la resistencia a "mildiu vellosa" es gobernada por un sistema poligénico.

Frederiksen y Renfro (1977), consideran que las medidas más eficientes, efectivas y económicas para el control de "mildiu vellosa" son el uso de genotipos resistentes.

Jinahyon (1973), sugiere que para el desarrollo de variedades o híbridos resistentes al patógeno causante del "mildiu vellosa", los mejoradores deben considerar lo siguiente:

- 1.- Entender el tipo de herencia de la reacción de la enfermedad.
- 2.- Localizar fuentes de resistencia para usarse en un programa de mejoramiento.
- 3.- Trabajar en conjunto mejoradores y fitopatólogos.

Hakin y Dahalan (1973), y Jinahyon (1973), sugieren hacer uso de la selección recurrente para mejorar el rendimiento de grano y el grado de resistencia a "mildiu vellosa" en las poblaciones de maíz.

/Trabajos efectuados por Jinahyon (1973), evaluando la respuesta de selección recurrente con líneas S₁ para resistencia a "mildiu vellosa", estimó que el porcentaje de infección se redujo del 85 al 30% en dos ciclos de selección, con una respuesta del 18% por ciclo de selección.

Prastsrilupab (1979), con selección entre progenies S₁ para resistencia a *Sclerospora sorghi* logró que fuese completa en solo cuatro ciclos de selección. La media de infección de un grupo de líneas S₁ derivados del ciclo cero fue 22%, en cambio la media de otro grupo de líneas S₁ derivado del cuarto ciclo de selección fue casi cero. Estos resultados sugieren que son relativamente pocos genes de acción aditiva los que confieren la resistencia al patógeno *S. sorghi*.

Frederiksen y Renfro (1977), mencionan que el primer estudio sobre la herencia de la resistencia en maíz a la infección de "mildiu vellosa" fue realizada por Gómez et. al. (1963) en las Filipinas. Ellos trabajaron con mildiu vellosa Filipinense y reportaron una dominancia parcial para resistencia, con probablemente sólo unos pocos loci involucrados. Estudios posteriores con variedades de polinización libre para resistencia a mildiu vellosa Filipinense, indicaron que la herencia de la resistencia es cuantitativa y los más recientes estudios con un dialélico de nueve líneas endocriadas llegaron a la conclusión que, en general, la resistencia al patógeno causante del mildiu vellosa Filipinense es controlado por genes con acción de sobredominancia.

2.5.- CORRELACIONES FENOTIPICAS.

Jenkis (1929), en un estudio de correlación de líneas y variedades de polinización libre en maíz, encontró correlaciones positivas y significativas del rendimiento con

altura de la planta, número de mazorcas, longitud y diámetro de la mazorca y el por ciento de grano; y que se correlacionaban significativa y negativamente con la fecha de floración femenina, por ciento de plantas enfermas y por ciento de mazorcas podridas.

Robinson et. al. (1951), en un estudio de correlaciones genotípicas y fenotípicas en maíz, determinaron que éstas pueden diferir en magnitud, citando algunos ejemplos como: mazorcas por planta con rendimiento y mazorcas por planta con altura de planta; ellos mencionan que si en los dos casos las correlaciones son iguales, la selección para uno de los caracteres podría ocasionar cambios en el otro.

Por otra parte Horner et. al. (1963), en una evaluación de líneas S_1 para habilidad combinatoria en maíz encontraron una reducción de rendimiento de 16.4 kg/ha por cada centímetro de reducción en la altura de la mazorca.

Posteriormente Stuber et. al. (1966), dieron a conocer que existe una asociación genética entre la altura de la planta, días a flor masculina y altura de la mazorca en maíz.

2.6.- ANTECEDENTES DE INVESTIGACION EN EL AREA.

El presente trabajo forma parte de uno de los proyectos de investigación que se desarrollan en el Centro de Investigaciones Agrícolas del Golfo Norte (CIAGON) con sede

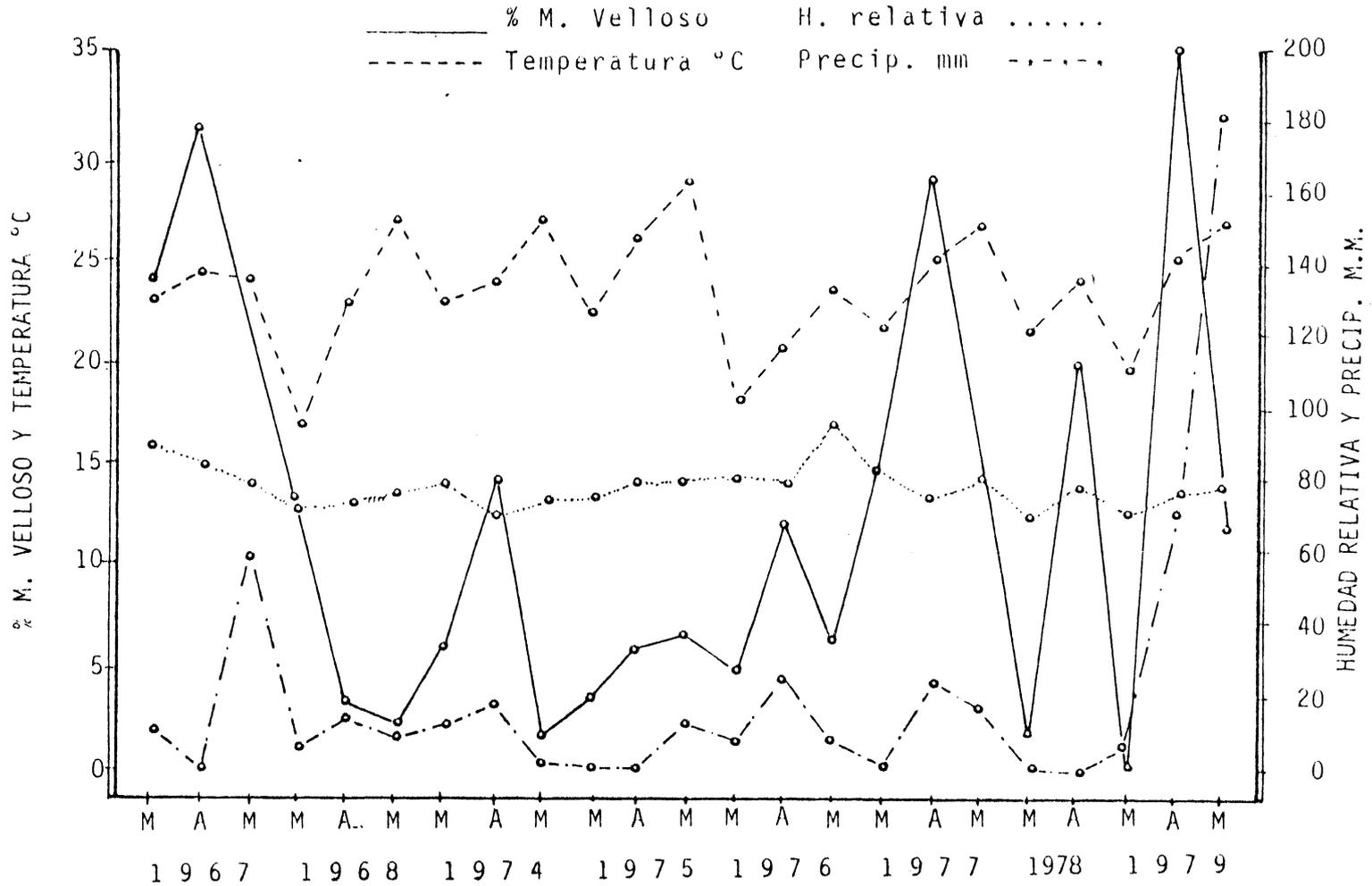
en Río Bravo, Tam.

A partir de 1974 el Programa de Fitopatología del CIAGON ha realizado trabajos de investigación para la identificación, evaluación y evolución de enfermedades en los cultivos de maíz y sorgo; a la fecha, se ha determinado que las enfermedades de mayor importancia para maíz son: el "mildiu vellosa" causada por hongos *Peronosclerospora sorghi* (Weston y Upal), C.G. Shaw y *Sclerophthora macrospora* (Sacc) Thirum, Shaw y Noras.

En la Gráfica 1, Girón (1980), muestra la evolución que ha tenido la enfermedad a través de los años, asimismo se puede observar como la humedad relativa generalmente en el transcurso de los meses de Marzo, Abril y Mayo se conserva más o menos constante por arriba del 75% con temperaturas que en todos los años, excluyendo sólo algunos meses, es superior a los 20 °C, condición que se considera como óptima para que el patógeno se desarrolle y ataque al cultivo de maíz.

Con la información que nos proporciona la Gráfica 1, que podemos considerar como representativa para Trópico seco y muy semejante en precipitación y temperatura a la localidad de Ocotlán, Jal. (Cuadro 1). Podemos establecer la semejanza de condiciones medio ambientales que presentan estas localidades durante el desarrollo vegetativo del cultivo, las cuales pueden ser medios apropiados para el desarrollo endémico del "mildiu vellosa" una vez iniciado el ataque.

GRAFICA 1.- Incidencia de M. Velloso correspondiente al período 1967, 1968, 1974-79 ciclo temprano. CAERIB.



En 1979 en Filipinas y Río Bravo se evaluaron 269 líneas S_1 de maíz en dos repeticiones derivadas del tercer ciclo de selección de población TLWD-DMR (Tropical Blanco Dentado Tardío Resistente a "Mildiu Velloso") para resistencia a "mildiu velloso". (Comunicación personal del Biól. Rodolfo Girón). La determinación de la reacción al patógeno se hizo mediante conteo de plantas (%) con síntomas de "mildiu velloso" dentro de cada línea S_1 , clasificándolas como resistentes, tolerantes y susceptibles a las que tenían de 0-6.5, 7-14 y 15 ó más respectivamente. En esta evaluación se concluyó que sólo 15 líneas fueron resistentes, 19 tolerantes y 234 susceptibles para la localidad de Río Bravo. En Filipinas se determinó que cuatro líneas fueron resistentes, cero tolerantes y el resto susceptible. Como se puede notar, el ataque en Filipinas fue más severo.

Cuadro 1.- Características de ambientes representativos donde se evaluaron las líneas S₁, considerando los meses en que se desarrolla el cultivo. Tomado por E.García.1973.

ESTACION	COORD.	ASNM	MESES							CLASIFICACION DEL CLIMA
			FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	
Rfo Bravo, Tam.	25°59'		T 17.1	19.6	23.8	27.0	28.8	29.7	30.2	BS ₁ (h')hx'(e')
		30								
	98°6'		P 36.8	17.7	45.2	33.7	62.9	34.0	67.4	
El Fuerte, Jal.	20°17'		T 19.3	21.6	23.4	24.7	24.0	23.1	23.6	(A)C(W°)(w)a(e)g
		1527								
	102°45'		P 2.8	5.7	3.1	20.4	18.2	21.0	178.7	

ASNM = Altura sobre el nivel del mar

T = Temperatura

P = Precipitación

III.- MATERIALES Y METODOS

3.1.- MATERIALES

La población de maíz usada en la presente investigación es un Complejo Germoplásmico Tropical de Grano Blanco Dentado y Madurez Tardía con cuatro ciclos de selección entre progenies S_1 para resistencia a "mildiu vellosa", con la designación TLWD-DMRC₄. Esta población ha sido mejorada para resistencia a "mildiu vellosa" por CIMMYT en base a evaluaciones en Filipinas y Río Bravo, Tam.

Durante el verano de 1980 se sembraron 1000 semillas de la población TLWD-DMRC₄ en el Campo Agrícola Experimental La Laguna (CAELALA), ubicado en Matamoros, Coah. También se sembraron 1000 semillas de cada una de las poblaciones TLWD-DMRC₀ y TLWD-DMRC₂.

De cada uno de los ciclos 0 y 2 se derivaron 100 líneas S_1 y del ciclo 4, 289 líneas S_1 . El propósito de derivar estas líneas fue el de estimar la respuesta a la selección para resistencia al patógeno causante de "mildiu vellosa" *S. sorghí*, y al mismo tiempo continuar con el proceso de selección, pero ahora considerando además el rendimiento, al mismo tiempo que resistencia a "mildiu vellosa".

La metodología de selección recurrente entre progenies S_1 requiere de tres generaciones de crecimiento para com

pletar cada ciclo. La secuencia de esta investigación fue la siguiente:

- 1.- Obtención de 100, 100 y 289 progenies S_1 de las poblaciones TLWD-DMRC₀, TLWD-DMRC₂ y TLWD-DMRC₄ respectivamente, durante el verano de 1980 en el CAELALA.
- 2.- Evaluación de las líneas S_1 de cada una de las poblaciones en Río Bravo, Tam. (CAERIB) (fecha de siembra recomendada y retrazada); Ocotlán, Jal. y Matamoros, Coah.
- 3.- Recombinación de las mejores líneas S_1 durante el otoño-invierno de 1981-1982 en el Campo Agrícola Experimental Las Huastecas (CAEHUAS) en Estación Cuauhtémoc, Tam.

3.2.- DESCRIPCION DE AREAS DE EVALUACION

Coahuila.- La evaluación en este ambiente se efectuó en el Campo Agrícola Experimental La Laguna, ubicado en el municipio de Matamoros, Coah. Geográficamente esta región se encuentra localizada entre los 24°30' y los 27° de Latitud norte y los 102° y los 104° Longitud Oeste con una altura de 1,120 msnm. El clima es seco desértico, con lluvias escasas durante el verano, su temperatura media anual es de 20°C y una precipitación media anual de 200 mm.

Tamaulipas.- La evaluación en el estado de Tamauli-

pas se llevó a cabo en el Campo Agrícola Experimental de Río Bravo, perteneciente al mismo municipio. Este Campo se localiza en la región Norte del Estado. Geográficamente se encuentra localizado entre los $98^{\circ}6'$ de Longitud Oeste y entre $25^{\circ}59'$ Latitud Norte y una altura de 30 msnm. El clima que predomina es semiseco, cálido muy extremoso, con temperatura media anual de 24°C y la precipitación anual varía de 600 a 700 mm.

Jalisco.- La evaluación en el estado de Jalisco se realizó en la localidad de El Fuerte, municipio de Ocotlán. Este se localiza en la región central de la entidad, entre los $20^{\circ}17'$ Latitud Norte y $102^{\circ}45'$ de Longitud Oeste, con una altura aproximada de 1527 msnm. El clima que predomina en el sitio es semiseco, con Otoño, Invierno y Primavera secos y semicálidos, sin cambio térmico invernal bien definido. La temperatura media anual es de 17.6°C , siendo la máxima extrema 39°C y la mínima extrema 1°C . La precipitación pluvial oscila entre los 700 y 800 mm anuales, con un promedio de 710 mm.

En Río Bravo, tanto en la fecha recomendada como en la retrazada, y en Ocotlán, se sembraron dos experimentos contiguos uno del otro. En uno se sembraron 289 líneas S_1 del ciclo cuarto de selección en un diseño de látice simple de 17×17 y en el otro, las 100 líneas S_1 de cada uno de los ciclos cero y dos de selección de la población TLWD-DMR en un diseño de bloques incompletos de 10 sub-bloques donde se asignaron al azar 10 líneas S_1 de cada uno de los ciclos. Los sub-bloques fueron asignados al azar dentro de cada una de las

dos repeticiones.

La fecha retrazada en Río Bravo se sembró la segunda quincena del mes de abril, coincidiendo en esta época las condiciones ambientales de temperatura (20-28 °C) y humedad relativa (75 a 100%) más apropiadas para el desarrollo del patógeno e infección del mismo en plantas de maíz. Quince días antes de sembrar las líneas de ambos experimentos se sembró el sorgo híbrido Asgrow Graser N-2, altamente susceptible a la infección sexual y asexual causante del "mildiu vellosa". Las plantas de sorgo con infección producen una gran cantidad de vello blanco formado por conidioforos y conidias (Girón, 1981), las cuales son dispersadas hacia los surcos donde se encuentran las líneas de maíz. La relación de los surcos del dispersor conidial: surcos de líneas de maíz fue de 2:10 donde además se sembró un surco de maíz palomero Robust (altamente susceptible al ataque del patógeno) después de cada 10 líneas de maíz, propiciando así una abundante distribución de inóculo en el ambiente para la infección secundaria.

El tamaño de la parcela para todos los casos fue de un surco de 3.4 m de largo por 0.8 m de ancho, en el que se sembraron 17 matas de dos semillas espaciadas a 0.2 m para posteriormente aclarar a una planta por mata cuando las plantas tenían una altura aproximada de 0.25 m y así tener una densidad de 62,500 plantas por hectárea aproximadamente.

Las prácticas de preparación del terreno, control de plagas y riegos, fueron realizados de acuerdo a la reco-

mendación de cada localidad, exceptuando las dosis de fertilización. Al momento de la siembra se fertilizó con la dosis 100-80-00 (N-P-K) y en el segundo cultivo se aplicaron 80 unidades más de nitrógeno. Esta dosis, aunque no es la comunmente usada por los productores, se consideró conveniente utilizarla para eliminar cualquier posible heterogeneidad del gradiente de fertilización en el suelo. Lo anterior ayuda a tener un mejor control del error experimental y así minimizar la varianza fenotípica y consecuentemente lograr una mejor ganancia en la selección.

3.3.- METODOS DE CAMPO

Para la toma de datos en todos los casos se tomó en consideración un máximo de 10 plantas con competencia completa de cada parcela, excepto en Ocotlán y Matamoros, donde para rendimiento se tomó en cuenta todas las plantas con competencia completa de cada parcela.

Las características agronómicas que se midieron fueron las siguientes:

Rendimiento.- De cada parcela se cosecharon todas las mazorcas de 10 plantas con competencia completa en el caso de Río Bravo y todas las plantas con competencia completa de cada parcela en Ocotlán y Matamoros. Se tomó el peso de campo y se tomó una muestra representativa de grano para determinar el porcentaje de humedad. Finalmente, el rendimiento se expresó en kg/ha de mazorca con un contenido de humedad

de grano del 15%.

Porcentaje de mazorcas.- Se contó con el número de mazorcas por parcela y el resultado se expresó en número de mazorcas cosechadas de cada 100 plantas.

Días a floración masculina.- Se tomó como los días transcurridos desde la siembra (o riego de nacencia) hasta que aproximadamente el 50% de plantas de cada parcela estuviesen derramando polen.

Mala cobertura.- De un máximo de 10 plantas de cada parcela se determinó el número de mazorcas superiores con mala cobertura y el resultado se expresó en porcentaje.

Pudrición de mazorca.- Se contó con el número de mazorcas podridas de todas las cosechadas de cada parcela y el resultado se expresó en porcentaje.

Acame del tallo.- Se midió como el número de plantas quebradas abajo del nudo de la inserción de la mazorca principal y el número se expresó en porcentaje.

Acame de raíz.- Se midió como el número de plantas con inclinación igual o mayor de aproximadamente 30 grados de la vertical y el resultado se expresó en porcentaje.

Altura de mazorca.- Se midió como la distancia de la base de la planta hasta el nudo de inserción de la mazorca principal. Se expresó en centímetros.

Mildiu vellosa.- Fué tomado solamente en la fecha de siembra retrasada en Río Bravo y en la localidad de Ocotlán. En la primera localidad se contó el número de plantas con síntomas de la enfermedad de cada parcela a los 30 y 50 días después de la siembra y el promedio se expresó en por ciento. La clasificación de las progenies se hizo de acuerdo al rango de 0-6.5% como resistentes; de 6.6-14% como tolerantes y arriba de 14% como susceptibles. En Ocotlán solamente se tomó una lectura como a los 50 días después de la siembra y el resultado se expresó en por ciento.

3.4.- ANALISIS ESTADISTICO

Los experimentos para evaluar líneas del ciclo -- cuatro de selección se sembraron en diseños de látice simple y se reportan los análisis en látice solamente cuando la eficiencia relativa en comparación con bloques al azar es aceptable, de lo contrario el último análisis es el que se reporta. La forma de análisis en látice simple se reporta en el Cuadro 2 para una sola localidad. El modelo utilizado para un solo experimento es como sigue:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + F_j + (B_i)_j + E_{ijk}$$

Donde:

$i = 1, \dots$ r repeticiones

$j = 1, 2, \dots$ f familias

$k = 1, 2, \dots$ b bloques

Y_{ijk} = Valor observado para la i -ésima repetición, j -ésima familia y el k -ésimo bloque.

μ = Media general

R_i = Efecto de i -ésima repetición

F_j = Efecto de i -ésima familia

B_{ij} = Efecto de i -ésimo bloque dentro de la i -ésima repetición.

E_{ijk} = Error experimental

Cuadro 2. Análisis de varianza en látice simple para una localidad.

F. de Variación	G.L.	C.M.	E.C.M.
Repeticiones (R)	1		
Bloques/R (B/R)	32		
Familias (F)	288	M_2	$\sigma_e^2 + \sigma_f^2$
Error intrabloque	256	M_1	σ_e^2
Total	577		

Del análisis anterior se tomaron los siguientes parámetros.

La varianza genética se estimó como:

$$\sigma_f^2 = \frac{M_2 - M_1}{2}$$

La varianza genética de familias estima a la vez la varianza genética aditiva asumiendo que no existen efectos de dominancia.

$$\text{Varianza fenotípica} = \sigma_p^2 = \frac{\sigma_e^2}{2} + \sigma_d^2$$

Donde σ_e^2 es la varianza del error

La heredabilidad (h^2) en sentido estrecho se estimó como:

$$h^2 = \frac{\sigma_d^2}{\sigma_p^2}$$

Asumiendo que la varianza de dominancia es igual a cero. La predicción de ganancia por ciclo se estimó como:

$$\Delta G_c = D h^2 \quad \text{donde}$$

$$D = \bar{X}_s - \bar{\bar{X}} \quad \text{y}$$

\bar{X}_s = Media de familias seleccionadas

$\bar{\bar{X}}$ = Media general de todas las líneas

El análisis combinado para dos localidades (debido a que la localidad de Matamoros no se incluyó por perderse varias parcelas) se desarrolló en bloques al azar, presentándose su forma en el Cuadro 3. El modelo para el análisis combinado es como sigue:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + F_j + (AF)_{ij} + R_{ik} + E_{ijk}$$

Donde:

$i = 1, 2, \dots$ a localidades o ambientes

$j = 1, 2, \dots, f$ familias

$k = 1, 2, \dots, r$ repeticiones

Y_{ijk} = Valor observado para el i -ésimo ambiente, la j -ésima familia y la k -ésima repetición.

μ = Media general

A_i = Efecto del i -ésimo ambiente

F_j = Efecto de la j -ésima familia

$(A_f)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el i -ésimo ambiente y la j -ésima familia.

R_{ij} = Efecto de la k -ésima repetición dentro del i -ésimo ambiente.

E_{ijk} = Error aleatorio

Cuadro 3. Análisis de varianza combinado para dos localidades. (Bloques al azar).

F. de Variación	G.L.	C.M.	E.C.M.
Ambientes (A)	1		
Repeticiones/A	2		
Familias (F)	288	M_3	$\sigma_e^2 + 2 \sigma_{af}^2 + 4 \sigma_b^2$
A x F	288	M_2	$\sigma_e^2 + 2 \sigma_{af}^2$
Error	574	M_1	σ_e^2
Total	1153		

De este análisis se estimó la varianza genética -

entre progenies como sigue:

La varianza genética

$$\sigma_{\delta}^2 = \frac{M_3 - M_2}{4} = \sigma_A^2$$

Si asumimos que no existe varianza de dominancia.

La varianza fenotípica se estimó como sigue:

$$\sigma_p^2 = \frac{\sigma_e^2}{4} + \frac{\sigma_{a\delta}^2}{2} + \sigma_{\delta}^2 \quad \text{donde}$$

$\sigma_{a\delta}^2$ Es la Varianza de la interacción ambiente x familias.

La heredabilidad y la predicción de ganancia se estimaron en forma similiar que para el caso de los experimentos individuales.

Los coeficientes de correlación fenotípica para los análisis individuales y combinado se estimó como:

$$\rho_p = \frac{\Sigma xy / n-1}{(\sigma_x^2 \sigma_y^2)^{1/2}}$$

Donde x y y representan cualesquier par de características agronómicas.

Finalmente cabe hacer la aclaración que la información de los experimentos donde se evaluaron 100 líneas -

de cada uno de los ciclos 0, 2 y 4 (se tomaron 100 líneas al azar del experimento donde se evaluaron las 289 líneas del ciclo cuatro en un experimento contiguo) solamente se reporta la distribución de frecuencias del porcentaje de infección del patógeno causante del "mildiu vellosa".

IV.- RESULTADOS

Dadas las condiciones bajo las que se desarrolló el presente trabajo (ambientes), los resultados de medias de características agronómicas evaluadas, análisis de varianza, parámetros genéticos y correlaciones, se presentan en forma separada pero continua para cada una de las estimaciones.

La selección final de las familias a recombinar para continuar con el proceso de selección de la población TLWD-DMRC₄, se basó en observaciones fenotípicas que se hicieron en cada bloque de cada repetición y en cada localidad poco después de la floración y al momento de la cosecha.

Para seleccionar una familia se consideraban las mejores, tres o cuatro de cada bloque, las cuales se clasificaron por medio de asteriscos, o bien por un número arbitrario de 0 a 5, dependiendo de la variabilidad mostrada por las familias en cada localidad. Lo anterior era con el fin de diferenciar las mejores familias dentro de cada bloque.

Finalmente se sumarizaron todas las observaciones de cada una de las progenies, reteniéndose para recombinar todas aquellas que además de ser resistentes al patógeno causante del "mildiu vellosa", tuviesen el máximo número de observaciones a través de repeticiones y localidades.

Con excepción del experimento sembrado en el CAE-

LALA, las condiciones de desarrollo del maíz en las demás localidades, Río Bravo y Ocotlán, fue normal desde la siembra hasta la cosecha.

Del experimento sembrado en el CAELALA, no fue posible obtener la información completa para desarrollar el análisis de varianza, lo anterior, debido a que se perdieron muchas parcelas experimentales a causa del contenido de sales de sodio en el suelo. Sin embargo, se logró recabar información de todas las progenies que llegaron a producir grano, misma que se tomó en consideración para la selección de las mejores progenies, en base a las tres localidades de evaluación, incluyendo la selección para resistencia al patógeno causante del "mildiu vellosa" en la fecha de siembra retrazada en Río Bravo, Tam.

En el Cuadro 4 se presentan las medias de nueve características agronómicas de las familias seleccionadas y evaluadas en Río Bravo en la fecha normal. El rango de productividad de mazorca al 15% de humedad, fue de 152 a 9430 kg/ha y una media general de 3648, con una desviación estandar de 1355 kg/ha, por lo que queda de manifiesto la amplia variabilidad genética de la población bajo selección. En por ciento de mazorcas cosechadas hubo familias que no produjeron absolutamente nada de mazorca (en una repetición), hasta familias que produjeron 200 mazorcas por 100 plantas.

La amplitud del rango de floración fue de 28 días, con una media de 68, en tanto que la media de altura de mazor

4.- Media de nueve características agronómicas de las líneas S₁ de la población TLWD-DMRC₄ seleccionadas en función de las tres localidades evaluadas en Río Bravo, Tam. 1981.

Rdto. kg/ha	% mzca.	Días a flor	% plantas con mala cobertura	% plantas mazorca podrida	% plantas con acame del tallo	% plantas con acame de la raíz	Altura mazorca cm	% * Mildiu
6363	100	70	0	9	9	42	86	0
5788	95	66	13	0	23	27	84	0
5586	85	69	10	10	9	29	83	0
5532	105	68	0	9	17	33	84	0
5243	85	69	33	29	17	13	80	0
5197	90	65	0	18	0	26	82	0
5099	90	67	13	11	33	18	73	0
4756	89	68	0	9	44	23	89	0
4704	95	68	9	29	9	29	94	0
4670	100	66	9	0	0	45	77	0
4575	80	69	0	0	18	26	69	0
4558	90	65	0	24	13	33	74	0
4518	51	66	0	0	39	24	80	0
4327	75	67	13	0	9	27	60	0
4290	90	63	0	9	13	36	63	0
4190	85	66	0	13	36	29	70	0
4038	95	66	0	27	27	23	51	0
3990	81	67	0	12	38	41	90	0
3935	100	63	36	17	0	26	53	0
3796	80	70	11	0	0	30	65	0
3734	95	66	0	0	27	25	86	0
3716	85	64	0	23	33	13	81	0
3548	70	70	16	16	20	48	73	0
3383	90	69	15	24	45	25	68	0
3297	75	64	0	30	0	33	84	0
3290	85	64	0	13	0	23	65	0
3289	75	65	0	0	20	23	80	0
3288	75	64	10	10	13	18	75	0
3101	75	69	0	27	9	33	67	0
3086	75	68	10	0	9	42	92	0
2605	55	72	26	31	17	48	81	0
2485	90	67	0	19	13	42	76	0

os tomados de la fecha de siembra retrazada.

ca fue de 77 cm, con un rango de 44 a 109 cm. La media del porcentaje de mala cobertura y pudrición de mazorca, fue de 16 y 6 por ciento respectivamente, en tanto que los rangos variaron de 0 a 90 y de 0 a 60 por ciento para el primero y segundo caso respectivamente. Las medias de acame del tallo y raíz fueron de 16 y 30 por ciento con rangos muy amplios e iguales (0-90 por ciento), respectivamente.

Por lo que respecta a la presencia de "mildiu vellosa", la media del porcentaje de infección en la fecha re-trazada fue de cero, lo cual indica que todas las líneas fueron resistentes.

De las 32 líneas seleccionadas y recombinadas, solamente 12 estuvieron dentro de las familias más rendidoras, seleccionadas con un 20 por ciento de presión de selección en la localidad de Río Bravo (Apéndice Cuadro 1). La media de familias seleccionadas y recombinadas en esta localidad fue de 4187 kg/ha, con un diferencial de selección de 540 kg/ha de mazorca. Los diferenciales de selección para porcentaje de mazorca, días a floración, porcentaje de mazorcas podridas y altura de mazorca fueron favorables (4 por ciento, -1 día, -3 por ciento y -1 por ciento respectivamente), para porcentaje de mala cobertura, acame del tallo y raíz y "mildiu vellosa", fueron 1, 2, 0 y 0 por ciento respectivamente.

En el Cuadro 5 se presenta la estimación de medias de nueve características agronómicas de las 32 familias seleccionadas en función de las tres localidades y su comporta

Cuadro 5.- Media de nueve características agronómicas de las líneas S₁ de la población TLWD-DMRC₄ seleccionadas en función de las tres localidades evaluadas en Ocotlán, Jal. 1981.

No. línea	Rdto. kg/ha	% mzca.	Días a flor	% plantas con mala cobertura	% plantas mazorca podrida	% plantas con acame del tallo	% plantas con acame de la raíz	Altura mazorca cm	% Mildiu*
138	10732	158	76	41	11	0	20	121	0
186	10704	163	73	0	11	20	0	123	0
269	10082	143	75	43	11	8	8	127	0
168	9882	117	73	18	14	30	16	132	0
261	9338	126	75	31	21	17	12	124	0
108	9032	126	75	42	23	24	7	125	0
246	9011	105	76	38	7	11	0	133	0
174	8948	111	75	20	18	20	17	134	0
224	8824	96	76	36	18	17	18	111	0
156	8711	168	70	38	23	0	0	95	0
85	8683	125	74	35	18	34	29	149	0
194	8526	133	72	0	16	0	24	116	0
98	8471	148	73	33	18	10	0	116	0
256	8400	105	76	38	7	11	0	133	0
236	8339	100	77	23	7	35	0	122	0
241	8242	110	73	25	7	31	11	109	0
11	8164	112	79	13	7	18	0	130	0
232	8131	100	72	23	6	18	17	102	0
30	7842	103	71	8	21	22	0	121	0
192	7663	92	75	22	10	10	32	123	0
212	7539	111	74	28	16	8	15	153	0
17	7419	107	75	7	11	20	0	124	0
20	7350	106	76	18	18	18	7	148	0
52	7294	103	72	26	11	11	16	115	0
65	7285	103	76	33	11	13	0	136	0
46	7237	99	75	43	13	37	0	115	0
17	7144	114	74	48	10	35	10	125	0
92	7032	106	74	46	11	0	15	122	0
83	6261	97	76	17	11	20	0	149	0
5	6218	125	73	9	21	9	9	84	0
86	5975	91	76	7	14	37	25	111	0
51	5219	78	76	20	4	28	13	120	0

Datos tomados de las fecha de siembra retrazada.

miento en la localidad de Ocotlán.

La media general de rendimiento de mazorca al 15 por ciento de humedad de las 289 progenies fue de 7504 kg/ha. El rango fue de 687 a 11829 kg y una desviación estandar de 2413. La productividad de esta localidad fue 100% mayor - que la obtenida en Río Bravo, lo que da idea del potencial de productividad del primer ambiente. Con los rangos obtenidos, queda de manifiesto nuevamente la amplia variabilidad genética del complejo germoplásmico bajo selección.

La media general de mazorcas por 100 plantas cosechadas fue de 116 con un rango de 33 a 187 por ciento. La amplitud del rango de días a floración masculina fue de 20 días con una media de 75 días. Para mala cobertura la media fue de 17 por ciento, encontrando progenies de cero hasta 45 por ciento de mala cobertura. La media de pudrición de mazorca fue de 13 por ciento y un rango de cero a 63 por ciento.

Para acame de tallo y raíz las medias fueron de 21 y 9 por ciento respectivamente, y sus rangos variaron de 0-70 y 0-48 por ciento para el primero y el segundo. Para altura de mazorca la media de todas las progenies fue de 125 cm con un rango de 72 a 168 cm. El promedio del por ciento de "mildiu velloso" fue menos de uno por ciento con un valor máximo de 17. En este ambiente el ataque del patógeno causante del "mildiu velloso" fue menor que en la fecha de siembra retrazada en Río Bravo.

En Ocotlán solamente 10 familias de las 32 seleccionadas estuvieron dentro del 20 por ciento más rendidoras (Apéndice Cuadro 2). La media de rendimiento de las familias seleccionadas fue de 8115 kg/ha de mazorca al 15 por ciento de humedad, con un diferencial de selección de 612 kg/ha, esto representa un 8% de la media de las líneas S₁ de la población TLWD-DMRC₄. La media del por ciento de mazorcas de las familias seleccionadas, fue de 115 cm, con un diferencial de selección negativo de uno por ciento.

Para días a floración masculina, por ciento de acame de tallo, altura de mazorca y por ciento de "mildiu vellosa", los diferenciales de selección estuvieron en la dirección deseada con una magnitud de -1 día, -2 por ciento, -2 cm y menos de uno por ciento respectivamente. Para mala cobertura, pudrición de mazorca y acame de raíz fueron 9, 0 y 1 por ciento respectivamente.

La estimación de las medias, de las mismas nueve características en promedio de las dos localidades, Río Bravo (fecha temprana) y Ocotlán, de las familias seleccionadas, se presentan en el Cuadro 6 y las medias de las familias más rendidoras seleccionadas con un 20 por ciento de presión se reportan en el Cuadro 3 del Apéndice.

La media de rendimiento, de las 289 familias evaluadas en promedio de las dos localidades, fue de 5576 kg/ha de mazorca al 15 por ciento de humedad, con un rango de variación de 152 a 8964 kg/ha y una desviación estandar de 2746.

Cuadro 6.- Media de nueve características agronómicas de las líneas S₁ de la población TLWD-DMRC₄ seleccionadas en función de las tres localidades evaluadas en Río Bravo, Tam. y Ocotlán, Jal.1981

No. línea	Rdto. kg/ha	% mzca.	Días flor	% plantas con mala cobertura	% plantas mazorca podrida	% plantas con acame del tallo	% plantas con acame de la raíz	Altura mazorca cm	% Mildiu*
138	7563	119	72	21	5	9	23	103	0
168	7319	103	70	13	7	37	20	110	0
261	7290	105	72	32	25	17	19	96	0
108	7066	108	71	27	17	29	13	99	0
186	6997	119	69	0	6	20	11	101	0
269	6939	111	72	27	5	4	19	96	0
241	6887	108	72	12	8	16	22	102	0
11	6875	98	74	11	8	13	14	107	0
246	6655	105	68	8	12	22	22	86	0
98	6571	124	69	21	9	5	23	96	0
92	6410	100	70	30	6	11	23	96	0
194	6358	109	69	0	15	24	27	93	0
156	6323	134	67	37	20	0	13	74	0
224	6186	83	73	26	17	11	24	113	0
117	6170	102	69	24	14	18	18	104	0
174	6141	93	69	10	24	10	25	109	0
192	6090	72	70	11	5	36	24	101	0
212	6049	101	69	14	20	11	24	113	0
20	6027	101	72	13	24	13	18	121	0
46	5872	87	71	28	6	23	13	88	0
30	5779	94	68	4	22	28	7	101	0
256	5743	90	72	24	3	10	21	112	0
232	5710	92	68	12	10	9	11	84	0
85	5644	90	73	31	25	25	38	113	0
17	5572	101	70	3	5	23	13	105	0
65	5483	89	72	16	19	11	17	102	0
52	5291	89	68	18	10	12	17	95	0
5	5128	110	69	5	24	20	16	67	0
83	5125	89	71	8	11	29	21	119	0
86	4679	90	73	11	19	41	25	89	0
51	3852	84	71	10	11	20	28	98	0
36	3751	115	73	7	9	22	22	102	0

Datos tomados de la fecha de siembra retrazada.

La madurez fisiológica y el acame de tallo se espera no sufran cambios, pues en los dos casos el diferencial de selección fue cero y presentan una media de 71 y 18 porciento de días a flor y acame de tallo respectivamente.

Se espera que la población bajo selección sufra un cambio positivo en porciento de mazorcas y mazorcas podridas que presentaron diferenciales de selección de 2 y -2. Los diferenciales de selección para porciento de mala cobertura, acame de raíz y altura de mazorca fueron 5 porciento, uno porciento y 1 cm respectivamente y son las variables que se deben tomar en consideración para los futuros ciclos de selección, ya que estos diferenciales, no son en la dirección deseada. Dentro de las 58 familias seleccionadas como más rendidoras, con el 20 porciento de presión de selección, 10 de las familias seleccionadas fenotípicamente están dentro de este rango, asegurando así un avance en rendimiento al igual que adaptabilidad para ambos ambientes.

En el Cuadro 7 se presentan las medias de cuatro características agronómicas, de las familias seleccionadas y evaluadas en Matamoros. Cabe enfatizar, que el experimento sembrado en el CAELALA, sufrió la pérdida de muchas parcelas experimentales y que muchas de ellas aunque alcanzaron a producirir el rendimiento fue muy bajo por problemas de salinidad. Lo importante de este experimento, fue lograr tomar notas que permitieron diferenciar algunas familias dentro de

Cuadro 7.- Media de cuatro características agronómicas de las líneas S₁ de la población TLWD-DMRC₄ seleccionadas en función de tres localidades evaluadas en Matamoros, Coah. 1981.

No. línea	Rdto. kg/ha	% mzca.	% plantas con acame del tallo	% plantas mazorca podrida
83	9589	107	15	12
224	6950	103	17	17
256	6251	114	6	10
46	6191	103	3	16
236	6019	95	10	16
5	6006	98	11	15
151	5939	95	18	11
85	5649	97	12	24
20	5197	89	13	23
138	5122	86	9	43
261	4988	95	8	34
30	4897	92	10	24
168	4762	86	22	11
156	4709	104	11	7
232	4608	88	7	15
241	4573	90	10	27
269	4492	83	6	17
65	4362	88	6	20
186	4163	95	11	12
192	3518	58	9	21
246	3454	84	14	22
174	3377	100	10	10
212	3371	90	11	29
92	3365	86	9	27
86	3229	85	11	16
194	3169	97	10	18
117	3093	76	16	22
98	2971	90	20	22
108	2450	74	8	18
17	2236	72	7	35
52	1678	69	7	41
11	1439	54	11	42

las seleccionadas. La media de rendimiento, por ciento de mazorcas cosechadas, acame de tallo y pudrición de mazorca de las familias seleccionadas fueron 4441 kg/ha, 89, 11 y 21 por ciento respectivamente.

En el Cuadro 8 se reporta el análisis de varianza de nueve características agronómicas de las 289 familias evaluadas en Río Bravo en látice simple, excepto para días a floración masculina que se presenta en bloques al azar. Todos los cuadrados medios para familias fueron altamente significativos, descartando "mildiu vellosa", ya que la varianza entre familias fue cero. El nivel de significancia para todas las características pone de manifiesto la bondad de la metodología empleada en el sentido de ampliar la variabilidad genética entre las progenies consideradas.

Para días a flor y altura de mazorca, los coeficientes de variación (3.2 y 6.7%) son de magnitud comunmente observada. Para todas las características expresadas en por ciento, excepto mazorcas por cada 100 plantas, los coeficientes de variación también fueron relativamente altos, pero también es común observar estos valores, ya que son características que no se distribuyen normalmente. El coeficiente de variación para rendimiento (27.5%), también se puede considerar como relativamente alto, pero hay que considerar que los experimentos incluyen un gran número de familias y que la selección generalmente se practica dentro de cada bloque, dentro de cada repetición y dentro de cada localidad, esto con el

Cuadro 8.- Análisis de varianza para nueve características agronómicas evaluadas en 289 líneas S₁ derivadas de la población TLWD-DMRC₄. Rfo Bravo, Tam. 1981.

F. de V.	G.L.	Rdto. kg/ha	% mzca.	Días a flor	% plantas con mala cobertura	% plantas mazorca podrida	% plantas con acame del tallo	% plantas con acame de la raíz	Altura mazorca cm	% Mildiu
Repeticiones	1	2,785,280	8	1.66	92.23	3420	111	186	239	0
Bloques dentro de repet.	32	2,947,137	689		191.37	242	450	245	82	0
Familias	288	2,443,875**	499**	11.84**	160.62**	289**	374**	222**	207**	0
Error intra	256	1,009,554	301	4.68	102.50	202	251	159	26	0
C.V.		28	21	3	180	90	105	44	7	0

*, ** Significativo al nivel de 0.05 y 0.01% respectivamente.

fin de controlar al máximo la interacción de genotipo por me dio ambiente y error experimental.

Para las mismas características, de las familias evaluadas en Ocotlán, los análisis de varianza se presentan en el Cuadro 9. En esta localidad también se muestra la gran variabilidad de la población TLWD-DMRC₄, ya que todos los cu adrados medios de las fuentes de variación entre familias, fue ron altamente significativos. Los coeficientes de variación otra vez fueron relativamente altos, igual que para el caso de Río Bravo, y su explicación será discutida.

Para las características de mala cobertura, pudrición de mazorca y acame de tallo, se observó que los coeficientes de variación en Río Bravo fueron dos veces mayores que los observados en Ocotlán. Para mazorcas por cada 100 plantas cosechadas y días a floración, los coeficientes de variación fueron similares en ambas localidades (21.4 vs 23.4) y (3.2 vs 2.2).

Para altura de mazorca el coeficiente de variación observado en Ocotlán (27.2%) fue aproximadamente cuatro veces mayor que el observado en Río Bravo (6.7%).

El análisis combinado para las nueve características agronómicas para las dos localidades se desarrolló en bloques al azar y se presenta en el Cuadro 10. El cuadrado medio de familias para todas las características fue altamen te significativo con excepción de "mildiu vellosa" que no se

Cuadro 9.- Análisis de varianza para nueve características agronómicas evaluadas en 289 líneas S₁ derivadas de la población TLWD-DMRC₄. Ocotlán, Jal. 1981.

F. de V.	G.L.	Rdto. kg/ha	% mzca.	Días a flor	% plantas con mala cobertura	% plantas mazorca podrida	% plantas con acame del tallo	% plantas con acame de la raíz	Altura mazorca cm	% Mildiu
Repeticiones	1	53,772,288	4530	220.00	386.19	1001.03	45.14	141.18	5012	4.506
Bloques dentro de repet.	32	7,343,443	871	12.31					1298	
Familias	288	6,995,029**	1511**	9.89**	341.04**	79.13**	335.63**	141.37**	1363**	6.087**
Error intra	256	4,500,407	711	2.69	119.38	42.20	145.95	103.62	1138	4.175
C.V.		29	23	2	63	49	59	113	27	516

*, ** Significativo al nivel de 0.05 y 0.01 respectivamente.

Cuadro 10.- Análisis de varianza para ocho características agronómicas evaluadas en 289 líneas S₁ derivadas de la población TLWD-DMRC₄. Río Bravo, Tam. y Ocotlán, Jal. 1981.

F. de V.	G.L.	Rdto. kg/ha	% mzca.	Días a flor	% plantas con mala cobertura	% plantas mazorca podrida	% plantas con acame del tallo	% plantas con acame de la raíz	Altura mazorca cm
Ambientes (A)	1	4285880791	350789	14428	37382	2140	6817	124888	669701
Repet. (R)/A	2	28469841	2273	111	236	2252	78	136	2265
Familias (F)	288	5687351**	1087**	18**	345**	214**	452**	201**	966**
A x F	288	3401567*	778**	4**	155**	153**	256**	162**	604*
Error	576	3016381	529	4	116	124	211	136	594
C.V.		31	23	3	93	76	80	60	24

*, ** Significativo al nivel de 0.05 y 0.01% respectivamente.

presentan los valores, ya que en la localidad de Río Bravo, todas las familias fueron resistentes con valores de cero por ciento de infección, no permitiendo desarrollar análisis combinado, por lo que podemos tener la certeza que las diferencias observadas para desarrollar las demás características son reales.

Para las características, porcentaje de mazorcas cosechadas, mala cobertura, pudrición de mazorca, acame de tallo y acame de raíz, el cuadrado medio de la interacción familias por localidad fue altamente significativo, demostrándose con esto que existen diferencias relativas entre las familias cuando se comparan de localidad en localidad. Para rendimiento y altura de mazorca, las diferencias relativas de las familias entre las dos localidades de evaluación fueron solamente significativas.

Con la información de los análisis de varianza se procedió a estimar varios parámetros para cada localidad y el análisis combinado. Para la localidad de Río Bravo, en el Cuadro 11 se presenta la estimación de la heredabilidad y ganancia esperada de la selección, si se practica selección para cada una de las características en estudio.

Las heredabilidades para días a flor .61% y altura de mazorca .87%, fueron relativamente altas y normalmente observadas.

Cuadro 11.- Estimación de varianzas, heredabilidad y ganancias genéticas esperadas por ciclo para nueve características agronómicas en 289 líneas S_1 derivadas de la población TLWD-DMRC₄. Río Bravo, Tam. 1981.

	Rdto. kg/ha	% mzca.	Días a Flor	% plantas con mala cobertura	% plantas mazorca podrida	% plantas con acame del tallo	% plantas con acame de la raíz	Altura mazorca cm	% Mildiu
σ_e^2	1009554	301	4.7	102.5	202.0	251.0	159.0	26.0	0
σ_b^2	717160	74	3.6	29.1	43.5	61.5	31.5	90.5	0
σ_p^2	1221937	224	5.9	10.3	144.5	187.0	79.5	103.5	0
h^2	.59	.46	.61	.36	.30	.33	.28	.87	0
ΔGc	317	1.84	-0.61	0.36	-0.90	0.66	0	-0.87	0
ΔGc	8.70	2.30	-0.90	6.20	-5.60	4.20	0	-1.10	0
$\% \bar{X}$									

No obstante esto, las ganancias esperadas de selección (aproximadamente de 0.9 y de -1.1% por ciclo de selección) son bajas. Para rendimiento la heredabilidad observada fue de .59%, que se considera de buena magnitud y dentro del rango observado para el caso de estimaciones con líneas S₁ en base a media de parcela. La estimación de la ganancia por ciclo de selección, en porciento de la media fue de 8.7, valor que está sobrestimado por los efectos de interacción de genotipo por medio ambiente, no obstante, si la sobrestimación fuese de 100%, todavía la magnitud de la ganancia se consideraría muy aceptable y dentro del rango comunmente observado en otros programas de selección recurrente, con el mismo u otros métodos de selección.

La heredabilidad para porciento de mazorcas cosechadas fue de .46%, con una estimación de ganancia por ciclo de 2.3 porciento de la media de la población de líneas S₁. Para mala cobertura y acame del tallo, si no se tiene cuidado de ejercer presión de selección en contra de estas características, se correrá el riesgo de obtener una población con estos defectos, ya que la estimación de la ganancia esperada de selección (6.2 y 4.2%), es relativamente alta.

Para porciento de pudrición de mazorca, la estimación de ganancia es relativamente alta y en el sentido deseado. Finalmente para "mildiu vellosa" se observa que con cuatro ciclos de selección se le incorporó resistencia casi completa a la población de líneas del complejo germoplásmico TLWD-DMRC₄.

La estimación de las heredabilidades y ganancias esperadas, por efecto de la selección, de nueve características agronómicas de líneas S_1 de la población TLWD-DMRC₄ en Ocotlán se presentan en el Cuadro 12.

En este ambiente la heredabilidad para rendimiento fue menor (.35%) que en Río Bravo y por consiguiente la ganancia de selección (2.6%). Para las características, días a flor, acame de tallo, altura de mazorca y "mildiu vellosa" - presentaron valores favorables para la selección efectuada (-1.0 días, -5.5 por ciento, -0.3 cm y -3.1 respectivamente). No esperando cambios en mazorcas podridas y acame de raíz con valores de cero por ciento de ganancia. En cambio para las características, por ciento de mazorca y mala cobertura se debe ejercer presión de selección en contra, de lo contrario no se mejorarán estas características.

Para las estimaciones de heredabilidad y ganancias esperadas de selección en base al análisis combinado se reportan en el Cuadro 13.

La heredabilidad para rendimiento fue de .40 por ciento y con ella se estimó una ganancia de selección esperada en por ciento de la media de 3.5 por ciento, valor que cae dentro del rango de valores comunmente observados con varios ciclos de selección en diferentes poblaciones y con diferentes estrategias de selección. Para mala cobertura definitivamente se debe practicar selección en contra de esta característica, de lo contrario se incrementará desfavorablemente.

Cuadro 12.- Estimación de varianzas, heredabilidad y ganancias genéticas esperadas por ciclo para nueve características agronómicas en 289 líneas S_1 derivadas de la población TLWD-DMRC₄. Ocotlán, Jal. 1981.

	Rdto. kg/ha	% mzca.	Días a Flor	% plantas con mala cobertura	% plantas mazorca podrida	% plantas con acame del tallo	% plantas con acame de la raíz	Altura mazorca cm	% mildiu
$\sigma_{\bar{c}}^2$	4500407	711	2.69	119.38	42.20	145.95	103.62	1138	4.17
σ_{δ}^2	1247311	400	3.60	110.83	18.46	94.84	18.87	113	0.95
σ_p^2	3497514	755	4.94	170.52	39.56	167.81	70.68	681	3.04
h^2	.35	.53	.73	.65	.47	.57	.27	.17	.31
ΔG_c	193	-2.12	-0.73	0.65	0	-1.13	0	-0.34	-0.12
ΔG_c	2.6	-1.80	-1.00	3.80	0	-5.50	0	-0.30	-3.10
$\% \bar{X}$									

Cuadro 13.- Estimación de varianzas, heredabilidad y ganancias genéticas esperadas por ciclo para ocho características agronómicas en 289 líneas S₁ derivadas en la población TLWD-DMRC₄. Río Bravo, Tam. y Ocotlán, Jal. 1981.

	Rdto. kg/ha	% mzca.	Días a Flor	% plantas con mala cobertura	% plantas mazorca podrida	% plantas con acame del tallo	% plantas con acame de la raíz	Altura mazorca cm
σ_e^2	3016381	529	4.0	116.0	124.0	211.0	136.0	594.0
$\sigma_{\delta a}^2$	192579	125	0.0	19.5	14.5	22.5	13.0	5.0
σ_{δ}^2	571446	77	3.5	47.5	15.0	49.0	9.8	90.5
σ_p^2	1421837	272	4.5	81.3	53.0	113.0	50.3	240.5
h^2	.40	.28	.78	.58	.28	.43	.19	.38
ΔGc	192	0.57	0	2.92	-0.57	0	0.19	0.38
ΔGc	3.50	0.60	0	22.90	-3.80	0	1.00	0.40
% \bar{X}								

Para por ciento de mazorca, días a flor, acame del tallo y altura de mazorca, las ganancias obtenidas a favor o en contra son insignificantes, por lo que se puede decir que no se afectaron cuando se practicó selección principalmente para rendimiento. Presentándose un valor que también se considera bajo para ganancia esperada en acame de raíz. (1.0 por ciento).

En los Cuadros 14, 15 y 16 se presentan las estimaciones de coeficientes de correlación fenotípica entre las nueve características agronómicas de la población TLWD-DMRC₄ (ocho características para el combinado).

En general, para todos los casos son de una magnitud muy baja y por lo mismo carecen de valor de predicción, no obstante que puedan ser significativos. Sin embargo cabe mencionar que características como pudrición de mazorca, acame del tallo y raíz muestran correlaciones negativas con rendimiento y como son muy pequeñas podemos por lo menos decir que se puede practicar selección para rendimiento sin afectar en sentido negativo estas características y esto quedó de manifiesto cuando se estimó la ganancia esperada de selección en base al análisis combinado (Cuadro 12).

Las condiciones medioambientales para el desarrollo del patógeno causante del "mildiu vellosa" en la fecha retrazada en Río Bravo fueron favorables, ya que el dispersor donidial fue fuertemente atacado, y el testigo, maíz palomero Robust, presentó un 70 por ciento de infección.

Cuadro 14.- Estimación de correlaciones fenotípicas para nueve características agronómicas de 289 líneas S₁ derivadas de la población TLWD-DMRC₄. Río Bravo, Tam. 1981.

Rdto. kg/ha (1)	% mzca. (2)	Días a flor (3)	% plantas con mala cobertura (4)	% plantas mazorca podrida (5)	% plantas con acame del tallo (6)	% plantas con acame de la raíz (7)	Altura mazorca cm (8)	% Mildiu (9)
1	0.6926*	-0.2213*	0.0157	-0.1971*	-0.2061*	-0.1167*	0.154*	0
2		-0.2099*	0.0069	-0.0251	0.1043*	-0.0206	0.032	0
3			0.0304	-0.0257	-0.0662	-0.0744	0.234*	0
4				0.1270*	-0.0238	-0.0565	-0.029	0
5					-0.0373	0.0208	-0.016	0
6						-0.1795*	0.129*	0
7							0.007*	0
8								0

* Significativo al .05%

Cuadro 15.- Estimación de correlaciones fenotípicas para nueve características agronómicas de 289 líneas S₁ derivadas de la población TLWD-DMRC₄. Ocotlán, Jal. 1981.

Rdto. kg/ha (1)	% mzca. (2)	Días a flor (3)	% plantas con mala cobertura (4)	% plantas mazorca podrida (5)	% plantas con acame del tallo (6)	% plantas con acame de la raíz (7)	Altura mazorca cm (8)	% Mildiu (9)
1	0.4642*	-0.0983*	0.0577	-0.1825*	-0.0456	-0.0433	0.0498	0.0276
2		-0.1451*	-0.0072	-0.0954	-0.0252	-0.0575	0.0176	0.0469
3			-0.0296	-0.1407*	-0.0056	-0.0414	0.0593	0.0057
4				-0.1407*	-0.0585	0.0589	0.0486	-0.0083
5					-0.0773	0.0360	0.0052	-0.0088
6						-0.0621	0.2509*	0.1120*
7							-0.0100	0.0738
8								0.2876

* Significativo al .05%

Cuadro 16.- Estimación de correlaciones fenotípicas para ocho características agronómicas de 289 líneas S₁ derivadas de la población TLWD-DMRC₄. Ocotlán, Jal. y Río Bravo, Tam. 1981.

Rdto. kg/ha (1)	% mzca. (2)	Días a flor (3)	% plantas con mala cobertura (4)	% plantas mazorca podrida (5)	% plantas con acame del tallo (6)	% plantas con acame de la raíz (7)	Altura mazorca cm (8)
1	0.6941*	0.49126*	0.3424*	-0.1608*	-0.1648*	-0.4962*	0.508*
2		0.3359*	0.2578*	-0.0482	0.1305	-0.3898*	0.3775*
3			0.3028*	-0.1025*	0.0754	-0.52940*	0.5712*
4				0.0118	0.0371	-0.2640*	0.2831*
5					-0.0467	0.0816	-0.0742
6						-0.1781*	0.1295*
7							-0.4322*

* Significativo al .05%

La distribución de frecuencias del porcentaje de infección del patógeno causante de "mildiu vellosa", fecha re-trazada en Río Bravo, se reporta en la Gráfica 2, en ella se puede observar el comportamiento de las líneas S_1 derivadas de los ciclos 0, 2 y 4 del complejo germoplásmico TLWD-DMR. Para esta localidad, las medias del porcentaje de infección de "mildiu vellosa" disminuyeron de 29.7 a 9.9 del ciclo 0 al 2 y de 9.9 a 0 porcentaje del ciclo 2 al 4.

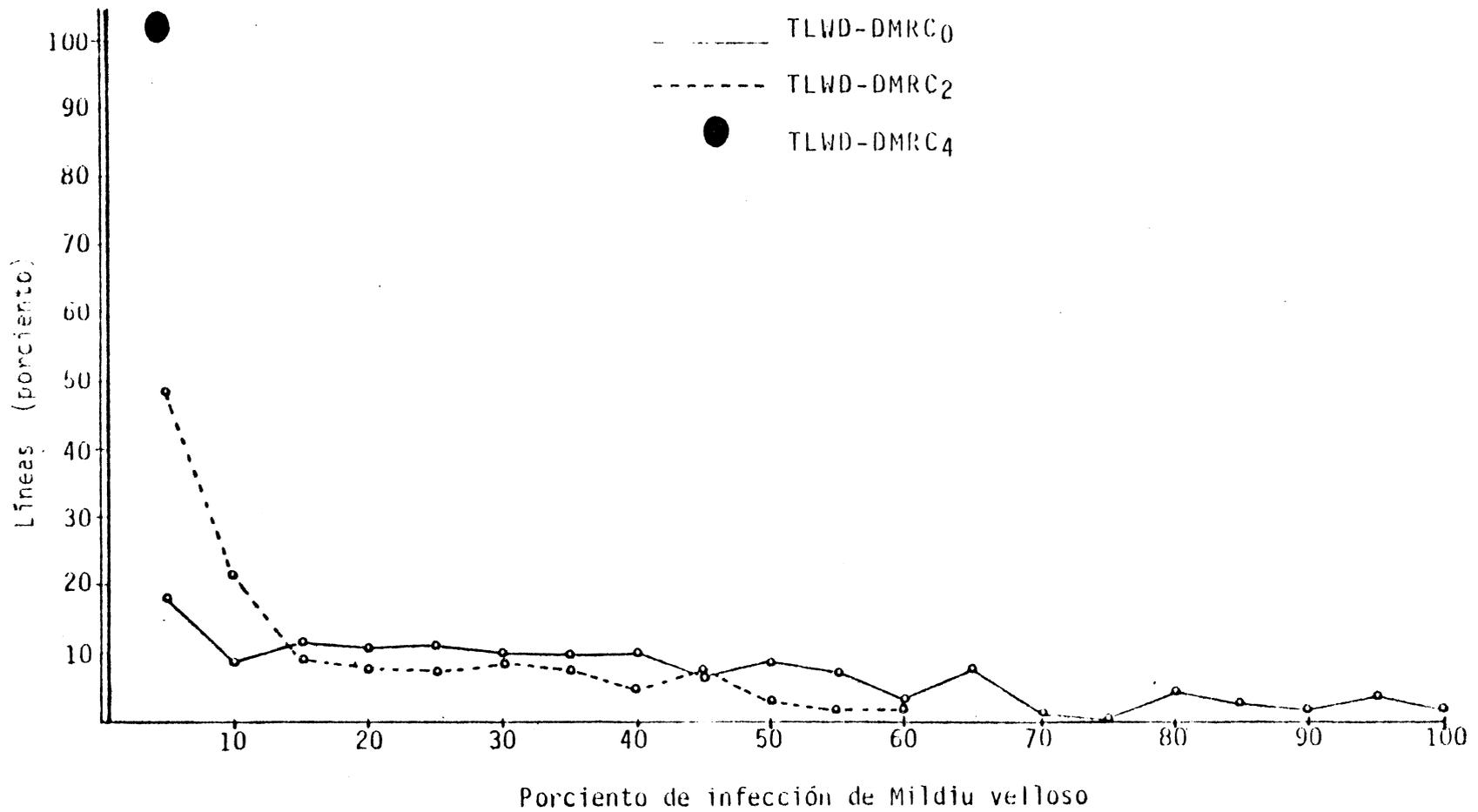
El porcentaje de líneas con menos del 5 porcentaje de infección de "mildiu vellosa" para los mismos ciclos de selección (0, 2 y 4) fueron 17.5, 49 y 100, con rangos de infección para los mismos ciclos de 0-100, 0-60 y 0.

Claramente se puede observar que los rangos y las medias de infección fueron disminuyendo a favor de la selección conforme avanzaron los ciclos, dicha disminución muestra el efecto de la selección y por ende, la bondad de la selección recurrente para acumular genes favorables y obtener resistencia total al patógeno causante del "mildiu vellosa" en la población TLWD-DMRC₄, aplicando la metodología de líneas S_1 .

Finalmente en la Gráfica 3, se reporta la distribución de frecuencias del porcentaje de infección de "mildiu vellosa", de las líneas S_1 derivadas de los ciclos 0, 2 y 4 de la población TLWD-DMR evaluadas en Ocotlán.

En general, las medias del porcentaje de infección

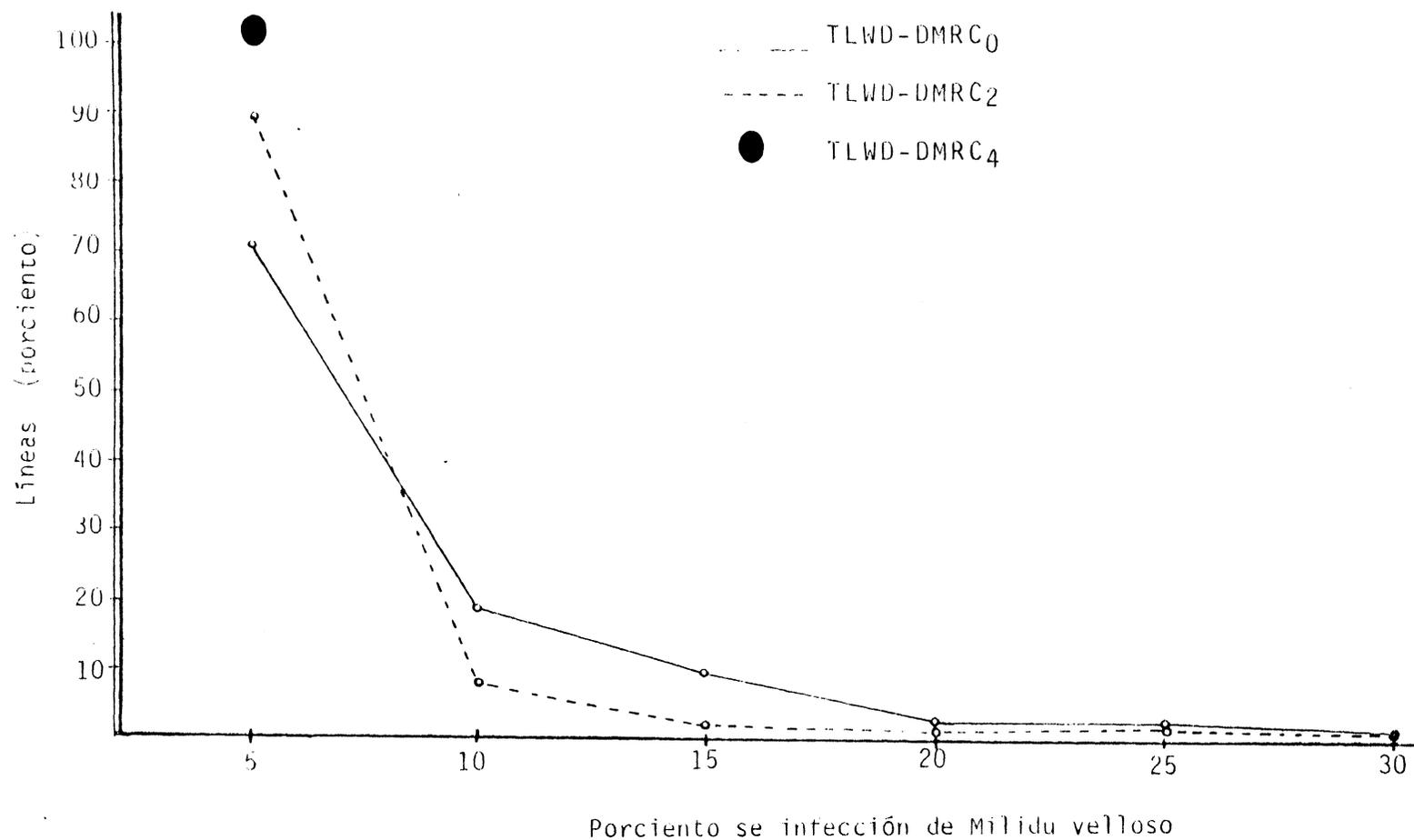
GRAFICA 2.- Distribución de frecuencias de porcentaje de Mildiu vellosa *S. sorghí* con líneas S_1 de los ciclos 0, 2 y 4 de la población TLWD-DMR bajo selección. Río Bravo, Tam. 1981



del patógeno causante del "mildiu vellosa" fueron bajas para los tres ciclos, alcanzando valores medios de 3.5, 1.0 y 0 por ciento para los ciclos 0, 2 y 4 respectivamente, con rangos de 0-27 por ciento para los ciclos 0 y 2 y cero por ciento para el ciclo 4.

En esta localidad, 72, 90 y 100 líneas tuvieron menos del 5 por ciento de infección en los ciclos 0, 2 y 4 respectivamente. Cabe hacer la aclaración que en esta localidad no se sometieron las líneas a presión de selección, sin embargo, los valores observados son reales dado que es un área con una menor incidencia del patógeno causante del "mildiu vellosa", además que la población se había estado sometiendo a presiones más fuertes de selección, lo que indica que la selección hecha en la localidad de Río Bravo es efectiva.

GRAFICA 3.- Distribución de frecuencias de porcentaje de Mildiu Velloso *S. sorghi* con líneas S_1 de los ciclos 0, 2 y 4 de la población TLWD-DMR bajo selección. Oco_ltlán, Jal. 1981



V. DISCUSION

Los métodos de selección recurrente han sido desarrollados para:

- a). La selección de características que se heredan cuantitativamente.
- b). Conducir la selección de una manera cíclica y recurrente para lograr un incremento en la frecuencia relativa de los genes de las principales características agronómicas.

Diferentes métodos de selección recurrente han sido propuestos atendiendo los diferentes tipos de acción génica que pudiesen existir dentro de una población. Por ejemplo, Jenkins (1940) sugirió una metodología para practicar selección para efectos o genes de acción aditiva y Hull (1945) creyente de que los efectos más importantes eran los de sobre dominancia, sugirió la selección para efectos de aptitud combinatoria específica.

Posteriormente, y debido a que la importancia relativa del tipo de acción génica predominante no estaba establecida, Comstock et. al. (1949) sugieren la selección recíproca recurrente que capitaliza tanto los efectos aditivos como no aditivos. La importancia de la selección entre progenies endocriadas estriba en que enfatiza la selección para efectos aditivos, y si éstos son los predominantes, la meto

dología representa una ventaja sobre los demás métodos.

El mejoramiento poblacional provee de una depuración cíclica de variedades de polinización libre, sintéticos o compuestos de razas o variedades. En este caso se puede decir que dado el comportamiento de las líneas seleccionadas para recombinación es posible, si se sigue mejorando esta población, que pueda ser usada directamente por los productores en áreas donde no se cuenta con un alto grado de tecnificación, o bien derivar líneas que puedan servir para formar híbridos sobresalientes y sean usados en aquellas áreas que cuentan con suficiente grado de tecnología para su explotación comercial.

La principal ventaja de la selección entre progenies endocriadas S_1 , en comparación con el resto de la metodología, es que se obtiene un incremento en la variabilidad genética, lo cual fue observado en los rangos obtenidos para todas las características agronómicas evaluadas; con respecto a la ganancia genética esperada, se puede decir que la metodología fue efectiva y que las líneas evaluadas expresaron fielmente los genes recesivos deletéreos (Burton et. al. 1971) para poder eliminar aquellos materiales que presentaban características indeseables, obteniendo así, con las líneas seleccionadas, ganancias genéticas en rendimiento y resistencia a "mildiu vellosa" que es el principal objetivo de este estudio.

Si consideramos que no en todas las características

agronómicas evaluadas se obtuvieron ganancias, esto indica que quizá la selección debe efectuarse por separado, sobre todo en aquellos casos en los que existen evidencias de que la herencia es de tipo cuantitativo pero con relativamente pocos pares de genes, ya que al incluir un gran número de características y ambientes se tiene que pagar un precio en la tasa de ganancia que se puede obtener (Penny et. al. 1967), Jinahyon y Russell, 1969) en las mismas u otras características adicionales. Por ejemplo, si la selección para resistencia a "mildiu vellosa" en la población TLWD-DMR se hubiese iniciado conjuntamente con rendimiento (en lugar de cuatro ciclos que fueron los que se necesitaron para incorporarle resistencia casi completa), podríamos llevarnos seis u ocho ciclos para lograr la resistencia total. Un hecho importante con la selección para "mildiu vellosa" es que se puede identificar la resistencia antes de la floración, por lo que se podría practicar un ciclo de selección por año (obtener progenies en invierno y seleccionar y recombinar en primavera-verano).

Para lograr un mayor aprovechamiento de la selección recurrente, se está considerando como parte integral del programa de mejoramiento. Es posible que las progenies seleccionadas en este ciclo no sean de un gran valor, pero en los subsecuentes ciclos de selección deben considerarse como un material valioso para programas de hibridación o para formar alguna variedad que pueda ser utilizada por los productores, esto desde luego, incrementando la endogamia y evaluando su aptitud combinatoria. Lo anterior está fuertemente apoyado

(Eberhart, 1970), ya que conforme se aumenta la media del comportamiento de la población TLWD-DMR bajo selección recurrente, se aumentará el valor de las líneas seleccionadas en cada ciclo.

Cabe señalar que las estimaciones de predicción mediante el uso de heredabilidad y diferencial de selección, son válidas solamente para el próximo ciclo y no para varios, ya que en las variables donde la selección no fue en el sentido positivo para los próximos ciclos se buscará ejercer mayor presión de selección para mejorar estas características agronómicas (por ejemplo: mala cobertura, acame de tallo, etc. Apéndice Cuadro 4). La información obtenida en cada ciclo de selección deberá conjuntarse y obtener una estimación que nos sirva para predecir respuestas de selección para un período de tiempo mayor.

De acuerdo a las medias obtenidas en cada localidad, en general se puede decir que el ambiente de Ocotlán es un medio más propicio para la producción de maíz, sin embargo, eso trae como consecuencia un incremento en las características de desarrollo que están fuertemente influenciadas por el medio ambiente, como son altura de planta y días a flor. Para acame de tallo y raíz que presentaron medias altas (16 y 30) y (18 y 20) para Río Bravo y Ocotlán respectivamente, es posible que esto se haya debido al desvalance entre N-P-K, ya que aún no existiendo evidencias de una escasez de potasio en los suelos de México, éste puede no estar en

forma disponible para su asimilación y provocar un incremento en el acame.

Para los análisis de varianza, es posible que la magnitud de los coeficientes de variación obtenidos que fueron relativamente altos, se haya debido a la gran heterogeneidad que se presentó en el suelo donde se instaló el experimento, ya que el manejo que se les ha venido dando es inadecuado para desarrollar este tipo de investigación.

El lote donde se sembró el experimento es de aproximadamente 5.0 ha donde se siembran en ocasiones varios cultivos dentro de un mismo año, sin mucho control, además el trazo de regaderas afecta considerablemente la heterogeneidad, ya que éstas no siempre se instalan en la misma posición año con año. Otra cosa que también pudo haber afectado fue el hecho de que el experimento se distribuyó en el campo de tal manera que toda repetición quedara a lo largo del lote y esto no es una buena manera de distribuir en látice. Lo ideal es buscar una buena cuadratura con todos los bloques dentro de cada repetición.

La estimación de las varianzas que indirectamente nos proporcionaron la heredabilidad y la ganancia genética esperada por ciclo de selección para cada variable, de éstas se puede decir que en general para todos los parámetros los valores observados estuvieron dentro de cada rango normal y observado en otros estudios. De acuerdo a las estimaciones de varianzas, rangos de variación, heredabilidades, en todas las

variables es posible seguir manipulando a la población TLWD-DMR y esperar cambios positivos dados los valores de ganancias genéticas esperados.

Es de gran importancia tener conocimiento de las correlaciones entre caracteres agronómicos al iniciar un programa de mejoramiento genético, cuyo objetivo sea manipular la morfología de la planta, ya que el incremento de un carácter puede propiciar el decremento de otro (correlación negativa), o bien, un efecto benéfico donde ambos caracteres se vean incrementados (correlación positiva). Se puede decir que los coeeficientes de correlación observados en las líneas evaluadas en su mayoría son de un valor muy bajo, sin embargo es recomendable para el próximo ciclo de evaluación repetir el estudio de estos coeficientes de correlación, al menos en las variables que mostraron cierto grado de correlación.

En relación a la incidencia del patógeno causante del "mildiu vellosa", se puede decir que las condiciones medio ambientales fueron apropiadas para su desarrollo, pues se lograron diferenciar grados de ataque en los tres ciclos de selección en evaluación y éstos indican, por lo porcentajes obtenidos en cada ciclo, que la selección recurrente utilizando la metodología de líneas S_1 , fue efectiva y que sólo bastaron cuatro ciclos de selección para incorporar resistencia casi total, a la población TLWD-DMR, cuyos resultados coinciden con los obtenidos por (Jinahyon, 1973 y Prasatsrisupab, 1979).

Por otra parte se puede decir que la localidad de Río Bravo es un medio más adecuado para seleccionar contra el ataque del patógeno causante del "mildiu vellosa", ya que fue la localidad donde se observó una mayor incidencia del patógeno. Cabe enfatizar que el dispersor conidial (sorgo forrajero susceptible) ayuda considerablemente a promover la infección y establecimiento del patógeno en las familias de maíz susceptibles.

VI. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones derivadas de la presente investigación son las siguientes:

- 1.- La selección recurrente entre progenies S_1 , fue efectiva a través de cuatro ciclos de selección, para mejorar la resistencia a "mildiu vellosa" en la población TLWD-DMR, ya que la media del porcentaje de infección de los ciclos 0, 2 y 4 disminuyó hasta llegar a cero en ciclo cuatro.
- 2.- Se espera que para el próximo ciclo (5) de selección se incremente el rendimiento promedio de grano en la población TLWD-DMR ya que se calculó un incremento de ganancia esperada de 192 Kg/ha en función de las dos localidades.
- 3.- La varianza genética para resistencia a "mildiu vellosa" en la población TLWD-DMR fue agotada a favor de la resistencia, con valores de cero y menos de uno por ciento en las localidades de Río Bravo y Ocotlán. Las medias de 0 y 0.4 por ciento en las localidades mencionadas representa la mejor evidencia de que se ha incorporado resistencia casi total a la población bajo estudio en el ciclo 4, presentando el testigo (maíz palomero Robust) 70 por ciento de infección.

4. Los rangos de variación y estimas de heredabilidad en las variables analizadas, con excepción de "mildiu vellosa" muestran la amplia variabilidad genética en la población TLWD-DMRC₄, por consiguiente, la posibilidad de seguir manipulando dichas variables y mejorar la capacidad productiva.

VII. LITERATURA REVISADA

- Asnani, V.L. y Bhusen, B. 1979. Inheritance study on the brown stripe downy mildew of maize. Indian Phytopath. 23: 220-30.
- Burton, J.W.; Penny, L.H.; Hallauer, A.R. y Eberhart, S.A. 1971. Evaluation of synthetic populations developed from a maize variety (BSK) by two methods of recurrent selection. Crop Sci. 11: 361-65.
- Carangel, V.R.; Ali, S.M.; Koble, A.F.; Rinke, E.H. y Sentz, J.C. 1971. Comparison of S_1 with testcross evaluation for recurrent selection in maize. Crop. Sci. 11: 658-61.
- Cochran, W.G. y Cox G.M. 1976. Diseños Experimentales 3° ed. Trillas p. 661.
- Comstock, R.E.; Robinson, H.F. y Harvey, P.H. 1949. A Breeding procedure designed to make maximum use of both general and specific combining ability. Agron. J. 41: 360-67.
- Dange, S.R.S.; Jain, K.L.; Singh, B. y Rothore, S.R.S. 1974. Perpetuation of sorghum downy

mildew *Sclerospora sorghi* of maize on *Heteropogon contortus* in Rajas tham, India. Plant. Dis. Repts. 58: 285-87.

De León, C. 1974. Downy mildew de maíz y sorgo. II Simposio Nacional de Parasitología Agrícola. Mazatlán, Sin. México.

Douglas, C. Bain y Futrell, MC. 1969. Downy mildew of sorghum and corn. Mississippi Sta. Univ. Agr. Exp. Inform shect 1064

East, E.M. y Jones, D.F. 1920. Genetic studies on the protein content of maize. Genetics 5: 543-610.

Eberhart, S.A. 1970. Factors affecting efficiencies of breeding methods. African Soil 15: 669-80.

Empig, L.T.; Gardner, C.O. y Compton, W.A. 1972. Theoretical gains for different population improvement procedures. Nebraska. Agr. Exp. Bull. MP. 26.

Erwin L. Leclerg; Warren H. Leonard y Andrew Clark. Field Plant Technique. 2a. Edición Burquess Publishing Company. Minesota, U.S.A.

- Exconde, O.R. 1974. Chemical control of maize downy mildew. I simp. Internacl. Downy Mildews. Tokyo.
- Falconer, D.S. 1980. Introducción a la Genética Cuantitativa. Ed. Continental, S.A. México.
- Frederiksen, R.A. 1973. Sorghum downy mildew. A diseases of maize and sorghum. Texas Agricultural Experimental Station Research. Monograph 2.
- _____ y Renfro, B.L. 1977. Global Status of maize Downy Mildew, Ann. Rev. Phytopathol 25: 249-275.
- Futrell, M.C. y Frederik, R.A. 1970. Distribution of sorghum downy mildew *Sclerospora sorghi* in the U.S.A. Plant Disease Reporter 54: 311-314.
- García E. 1973. Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. Instituto de Geografía. México.
- Genter, C.F. y Alexander, M.W. 1962. Comparative performance of S_1 progenies and test-crosses of corn. Crop. Sci. 2:516-19.

_____ 1973. Comparison of S_1 and test-crosses evaluation after two cycles of recurrent selection in maize. *Crop. Sci.* 13: 524-28.

_____ y Alexander, M.W. 1966. Development and selection of productive S_1 inbred lines of corn *Zea mays* L. *Crop. Sci.* 6: 429-31.

Girón C. Rodolfo. 1980. Dispensor conidial para evaluar la vulnerabilidad al "mildiu velloso" *Pernosclerospora sorghi* (Westson Uppal). C.G. Shaw en poblaciones de maíz. CIAGON. Río Bravo, Tam.

Gómez, A.A.; Aquilizan, F.A.; Payson, R.M y Culub, A.G. 1963. Preliminary studies on the inheritance of corn to downy mildew diseases. *The Philippines Agric.* 47: 113-116.

Guthrie, W.D. 1979. Breeding for resistance to arthropods and pathogens in agricultural plant. Texas A. & M. University, College Station Texas. Pág. 290-302.

Hakin, R. y Dahlan, M. 1973. Segregating behavior of *Sclerospora maydis* of corn. Malaysian Agricultural Research and Development Institute. Pág. 54-58.

Hallauer, A.R. y Mirand, J.B. 1981. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State Univ. Press Ames. 1a. Cap. 12.

Handoo, M.I.; Renfro, B.L. y Payak, M.M. 1979. On the inheritance of resistance to *Scleroptthora rayssiae* Var. *zeae* in maize. Indian Phytopaht. 23: 231-249.

Hayes, H.K. y Garber, R.J. 1919. Synthetic production of high protein corn in relation to breeding. Jour. Amer. Soc. Agron. II: 09-18.

Horner, E.S. 1972. Comparisons of three methods of recurrent selection of corn. Amer. Soc. Agron. Abs. 11.

_____. 1963. A comparison of S_1 line and S_1

plant evaluation for combining ability in corn. *Crop. Sci.* 3: 519-22.

Hull, F.H. 1945. Recurrent selection for specific combining ability in corn. *Agron. Jour.* 37: 134-45.

Jenkis, M.T. 1929. Correlation studies with inbred and crossbred strains of maize. *J. Agr. Res.* 39: 677-721.

Jenkins, M.T. 1940. Segregation of genes affecting of grain in maize. *J. Am. Agron.* 32: 55-63.

Jinahyon, S. y Russell, W.A. 1969. Evaluation of recurrent selection for stalk-rot resistance in an open-pollinated variety of maize. *Iowa State. Jour. Sci.* 43: 229-37.

_____. 1973. The genetics of resistance and its implications to breeding for resistance in corn. The ninth inter-asian corn improvement work shop Malaysian agricultural research and development institute. Pág. 30-39.

- Kaneko, K. y Aday, B.A. 1980. Inheritance of resistance to Philippine downy mildew of maize. *Pernosclerospora philippinensis*. Crop Sci. 20: 590-594.
- Muchizuki, N.; Carangal, V.R. y Aday, B.A. 1974. Diallel analysis of host resistance to philippine downy mildew of maize caused by *Sclerospora philippinensis*. JARQ; 8: 185-87.
- Pail, S.J.; Hayavadan, P.V. y Mahadevappa, M. 1969. Interrelationship between grain yield ear height and internode characters in *Zea mays*. Agr. Jour. 3: 273-76.
- Penny, L.H.; Scott, G.E. y Guthrie, W.D. 1967. Recurrent selection for European corn borer resistance in maize. Crop. Sci. 7: 407-09.
- Prasatsrisupab, T. 1979. Evaluation of progress from selection for resistance to downy mildew in one composities thi #DMR-M.S. Tesis sin publicar. Kaset sart University. Bangkok Thailandia.

- Reyes, L.D.; Rosenw, T.; Berry, R.W. y Futrell M.C. 1964. Downy mildew and heat smut diseases of sorghum in Texas. *Plan. Dis.* -- Repr. 48: 249-253.
- Robinson, H.F.; Comstock, R.E. y Harvey, P.H. 1951. Genotypic and phenotypic correlations in corn and their implications in selection. *Agron. J.* 43: 282-87.
- Russell, W.A. 1974. Comparative performance for maize hybrids representing different eras of maize breeding. *Proc. Annu. Corn Sorhum. Res. Conf.* 29: 81-101.
- Scott, G.E. y Rosenkrans, E.E. 1974. Effectiveness of recurrent selection for corn stunt resistance in a maize variety. *Crop. Sci.* 14: 758-60.
- Stuber, C.W.; Moll, R.H. y Hanson, W.D. 1966. Genetic variances and interrelationships of six traits in a hybrid populations of *Zea mays* L. *Crop. Sci.* 6: 455-58.
- Ullstrup, A.J. 1973. Report a workshop on the downy mildew of sorghum and corn. Dept.

Technical Report. 74-1. Texas Agricultural
Experimental Station.

Warren, H.L. 1974. Present status of sorghum
downy mildew on corn and sorghum. Proce-
edings of the twenty ninth annual corn -
and sorghum-research conference. P. 47-
51.

A P E N D I C E

- Cuadro 1. Características agronómicas de líneas S_1 derivadas de la población TLWD-DMRC₄ seleccionadas por rendimiento con 20 porciento de presión de selección. Río Bravo, Tam. 1981.
- Cuadro 2. Características agronómicas de líneas S_1 derivadas de la población TLWD-DMRC₄ seleccionadas -- por rendimiento con un 20 porciento de presión de selección. Ocotlán, Jal. 1981.
- Cuadro 3. Características agronómicas de líneas S_1 derivadas de la población TLWD-DMRC₄ seleccionadas -- por rendimiento con un 20 porciento de presión de selección. Río Bravo, Tam. y Ocotlán, Jal. 1981.
- Cuadro 4. Medias y diferenciales de selección de nueve características agronómicas para Río Bravo, Tam. y Ocotlán, Jal., ocho para el análisis combinado, en la población TLWD-DMRC₄. 1981.

Cuadro 1.- Características agronómicas de líneas S₁ derivadas de la población TLWD-DMRC₄ seleccionadas por rendimiento con un 20% de presión de selección. Río Bravo, Tam. 1981.

No. línea	Rdto. kg/ha	% mzca.	Días a flor	% plantas con mala cobertura	% plantas mazorca podrida	% plantas con acame del tallo	% plantas con acame de la raíz	Altura mazorca cm	% Mildiu
152	7210	95	70	13	0	26	13	86	0
189	6773	105	70	9	9	10	27	83	0
236*	6363	100	70	0	9	9	42	84	0
263	6287	90	67	0	0	62	32	87	0
226	6029	120	68	0	16	20	22	72	0
273	5979	95	68	0	14	39	17	95	0
122	5902	100	67	0	0	17	22	72	0
154	5873	95	66	0	10	13	22	86	0
4	5865	90	68	0	0	27	39	77	0
92*	5788	95	66	13	0	22	27	83	0
165	5622	100	69	0	12	53	27	103	0
11*	5586	85	69	10	10	9	29	82	0
241*	5532	105	68	0	9	17	33	83	0
141	5532	80	68	22	0	65	13	63	0
101	5507	100	67	0	22	22	22	85	0
131	5467	90	68	0	0	0	22	81	0
104	5226	85	69	0	0	9	27	84	0
220	5400	85	68	10	10	17	32	91	0
215	5271	100	70	9	9	33	22	80	0
200	5255	80	66	21	10	38	29	79	0
261*	5243	85	69	33	29	17	13	78	0
202	5221	95	70	0	23	0	51	79	0
117*	5197	90	65	0	18	0	26	82	0
220	5158	90	66	0	9	13	30	91	0
108*	5099	90	67	13	11	33	18	74	0
210	5087	95	68	0	27	33	18	81	0
181	5087	74	68	0	0	13	27	76	0
53	5085	80	68	0	19	33	22	77	0
140	4962	100	68	0	9	36	20	69	0
180	4954	100	69	9	13	9	26	86	0
197	4950	90	65	36	24	9	9	64	0
219	4932	85	69	0	24	32	36	84	0
178	4929	70	66	0	0	18	27	101	0
27	4908	100	65	0	9	9	45	67	0
216	4905	85	67	10	33	73	0	79	0
213	4833	85	69	9	0	0	22	65	0
168*	4756	89	68	9	0	44	23	88	0
55	4744	95	69	10	10	13	45	84	0
15	4732	85	64	14	10	0	45	61	0
129	4716	85	70	13	9	20	33	82	0
20*	4704	95	68	9	29	9	29	94	0
166	4690	95	65	10	17	45	30	77	0
134	4676	85	71	0	0	35	22	97	0
98*	4670	100	66	9	0	0	45	76	0
242	4659	90	67	10	0	20	36	81	0
142	4634	90	68	10	0	13	30	78	0
29	4617	95	68	0	34	20	42	77	0
21	4610	100	66	25	22	13	9	72	0
69	4605	100	69	18	36	9	33	85	0
149	4590	93	67	0	16	27	44	74	0
38	4582	85	69	0	10	23	29	79	0
281	4578	90	64	0	10	0	39	74	0
138*	4575	80	69	0	0	18	26	68	0
97	4571	90	69	0	0	42	22	91	0
212*	4558	90	65	0	24	13	33	74	0
239	4555	85	66	0	29	9	22	75	0
35	4542	90	69	10	28	0	39	84	0
DMS	2588	45	5	3	4	40	32	13	0
X̄	3648	81	68	6	16	16	30	77	0

* Familias seleccionadas.

Cuadro 2.- Características agronómicas de líneas S₁ derivadas de la población TLWD-DMRC₄ seleccionadas por rendimiento con un 20% de presión de selección. Ocotlán, Jal. 1981.

No. línea	Rdto. kg/ha	% mzca.	Días a flor	% plantas con mala cobertura	% plantas mazorca podrida	% plantas con acame del tallo	% plantas con acame de la raíz	Altura mazorca cm	% Mildiu
131	11829	171	75	0	4	31	0	137	0
138*	10732	158	76	41	11	0	20	121	0
152	10718	119	77	46	16	13	0	128	0
186*	10704	163	73	0	11	20	0	123	0
257	10583	125	73	11	5	35	22	156	0
216	10501	151	75	18	11	45	9	133	0
54	10352	109	75	12	11	0	9	128	0
129	10248	155	78	22	16	13	0	133	0
4	10212	132	75	34	9	38	10	135	0
269*	10082	143	75	43	11	8	9	127	0
178	10032	123	74	20	5	14	19	150	0
134	9961	172	79	24	9	34	19	135	0
183	9949	169	74	32	13	0	7	118	0
164	9895	104	77	41	10	59	8	138	0
168*	9882	117	73	18	14	30	16	132	0
177	9889	141	77	45	16	22	8	160	0
40	9643	133	77	41	16	18	15	102	0
53	9624	127	72	27	20	7	0	119	4.9
166	9600	120	72	33	11	33	18	119	0
231	9586	117	76	9	20	0	0	150	0
123	9487	148	74	22	16	20	21	104	0
261*	9338	126	75	31	21	17	12	124	0
247	9306	144	77	0	11	26	0	132	0
154	9228	115	72	14	21	0	11	121	4.9
202	9207	162	74	0	16	0	0	136	0
38	9206	142	74	29	11	36	14	128	0
64	9198	127	75	30	20	6	0	129	8.2
1	9191	143	75	0	14	16	0	136	0
189	9163	112	77	41	9	29	0	143	0
171	9150	142	75	0	13	19	8	144	0
272	9119	125	76	47	13	36	0	127	0
282	9110	149	72	30	18	11	7	125	0
104	9096	118	74	0	11	28	9	124	0
190	9049	129	75	25	13	8	11	138	0
108*	9032	126	75	42	22	24	7	125	0
245	9019	120	75	15	6	21	0	137	0
264	9011	119	73	20	6	23	31	130	0
67	9006	136	75	35	13	23	8	122	0
174*	8984	111	75	20	18	20	17	134	0
122	8959	156	74	12	13	0	0	111	0
91	8907	124	76	9	14	38	22	139	0
220	8899	112	76	0	5	12	0	142	0
84	8869	143	73	19	10	46	0	131	0
68	8838	110	73	28	16	42	0	117	0
224*	8824	96	76	36	18	17	18	111	0
93	8816	124	74	15	14	22	0	130	0
210	8774	114	73	18	13	48	7	145	0
181	8768	150	73	0	5	12	0	99	0
156*	8711	167	70	37	23	0	0	95	0
85*	8683	125	74	35	18	34	28	145	0
125	8671	139	75	21	16	36	8	138	0
110	8664	123	76	23	6	8	0	119	0
70	8658	180	76	18	13	26	8	119	0
19	8627	140	75	14	24	30	18	124	0
185	8625	153	75	13	9	31	0	138	0
217	8588	113	73	27	13	50	15	130	0
135	8565	117	74	9	21	27	8	122	0
155	8564	132	74	19	28	31	33	148	0
DMS	5462	69	4	29	17	32	26	87	5.2
\bar{X}	7504	116	75	17	13	21	9	125	0.39

* Familias seleccionadas

Cuadro 3.- Características agronómicas de líneas S₁ derivadas de la población TLWD-DMRC₄ seleccionadas por rendimiento con un 20% de presión de selección. Río Bravo y Ocotlán, Jal. 1981.

No. línea	Rdto. kg/ha	% mca.	Días a flor	% plantas con mala cobertura	% plantas mazorca podrida	% plantas con acame del tallo	% plantas con acame de la raíz	Altura mazorca cm	% Mildiu
152	8964	107	73	30	10	20	7	108	0
131	8648	131	71	0	2	16	11	108	0
90	8364	128	73	10	16	22	18	106	0
4	8038	110	71	17	5	32	24	105	0
189	7968	109	74	25	9	19	14	113	0
216	7702	118	71	14	22	58	4	106	0
154	7550	105	69	7	15	9	17	104	0
129	7482	120	74	18	12	16	16	107	0
178	7480	96	68	10	13	16	23	126	0
122	7430	128	71	6	7	8	11	91	0
53	7354	104	70	13	19	20	11	97	0
236*	7350	115	73	7	9	22	25	104	0
168*	7319	103	70	13	10	37	20	110	0
134	7318	128	75	11	9	34	21	115	0
263	7300	106	69	0	6	37	20	107	0
261*	7290	105	72	32	25	17	13	102	0
104	7247	102	71	0	5	19	17	104	0
202	7213	128	72	0	19	0	25	109	0
54	7173	92	70	14	13	11	16	101	0
220	7149	98	72	5	7	14	16	117	0
166	7144	107	69	21	14	41	24	97	0
273	7123	113	71	0	13	29	16	124	0
183	7072	129	71	21	6	5	23	96	0
108*	7065	108	71	27	17	29	13	99	0
186	6996	119	69	0	6	20	11	102	0
226	6966	125	70	0	13	19	11	86	0
269*	6937	111	72	27	5	4	19	96	0
210	6930	105	70	9	20	40	13	113	0
181	6927	112	69	0	2	13	14	89	0
38	6894	75	71	11	35	29	21	103	0
241*	6887	108	72	12	8	15	22	102	0
11*	6874	98	73	11	8	13	14	107	0
164	6797	97	73	30	20	42	19	114	0
177	6773	113	74	29	20	20	26	132	0
200	6667	86	71	18	10	18	31	103	0
257	6656	97	70	5	2	17	42	122	0
246	6655	104	68	7	12	22	22	86	0
101	6654	111	70	14	14	11	21	104	0
40	6636	109	43	26	13	13	20	84	0
64	6636	100	72	15	19	8	13	98	0
93	6576	112	72	14	14	16	11	103	0
98*	6570	124	69	21	9	5	22	96	0
123	6553	124	71	11	12	10	33	79	0
219	6520	116	74	15	18	19	25	112	0
69	6496	121	72	20	28	13	16	109	0
171	6489	108	72	8	28	10	22	124	0
239	6488	117	70	4	26	19	15	102	0
217	6461	94	68	14	6	40	22	104	0
110	6455	104	71	11	3	8	18	99	0
113	6438	117	72	16	22	0	24	105	0
92*	6410	100	70	30	6	11	21	103	0
84	6408	114	70	10	11	32	21	100	0
194*	6358	109	69	0	14	24	27	93	0
156*	6323	134	67	37	20	0	13	54	0
245	6322	102	73	8	13	11	11	111	0
277	6314	142	69	9	7	5	14	93	0
128	6249	108	72	0	24	9	25	92	0
270	6240	98	69	0	15	14	19	112	0
DMS	2169	45	4	21	22	28	23	47	0
X	5571	97	71	12	15	18	19	100	0

* Familias seleccionadas.

Cuadro 4.- Medias y diferencial de selección de nueve características agronómicas de las líneas evaluadas y seleccionadas de la población TLWD-DMRC₄. 1981.

Variables	A M B I E N T E S								
	Río Bravo			Ocotlán			Combinado		
	\bar{X}_s	\bar{X}	Ds	\bar{X}_s	\bar{X}	Ds	\bar{X}_s	\bar{X}	Ds
Rendimiento kg/ha	4187	3648	540	8115	7504	612	6048	5576	477
Mazorca %	85	81	4	115	116	-1	100	98	2
Días a flor	67	68	-1	74	75	-1	71	71	0
Mala cobertura %	7	6	1	26	17	9	17	12	5
Mazorcas podridas %	13	16	-3	13	13	0	13	15	-2
Acame del tallo	18	16	2	19	21	-2	18	18	0
Acame de la raíz	30	30	0	10	9	1	20	19	1
Altura mazorca cm	76	77	-1	123	125	-2	102	101	1
Milidu vellosa	0	0	0	0	0.4	-0.4			