

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

DIVISION DE AGRONOMIA



SELECCION RECURRENTE ENTRE LINEAS S₁ PARA
RENDIMIENTO Y RESISTENCIA A MILDEU VELLOSO
Peronosclerospora sorghi (W & U) Shaw EN LA
POBLACION DE MAIZ TIWF-DMRC4.

GUILLERMO AGUILAR CASTILLO

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

00079

Esta tesis fue 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 DE FITOMEJORAMIENTO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRADECE
"ANTONIO NARRO"



CONSEJO PARTICULAR

ING. *[Firma]*
C. JOSE L. GUTIERREZ ESQUIVEL
ASESOR PRINCIPAL

División de Agronomía
Coordinación

00079

[Firma]
DR. KURUVADI SATHIANARAIANAIAH
ASESOR

[Firma]
DR. HERNAN CORTES MENDOZA
ASESOR

[Firma]
DR. JESUS TORRALBA ELGUEZABAL
SUBDIR. POSTGRADO

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), por su apoyo en la realización de mi estudios de Maestría, así como por proporcionarme los medios necesarios para el desarrollo de este trabajo.

Al Ing. M.C. Jose L. Gutiérrez Esquivel y al Dr. Kurubadi Sathyanarayanaiah por su valiosa ayuda y revisión del presente trabajo.

Al Dr. Hernán Cortez Mendoza por proporcionar el tema de investigación; por su apoyo y asesoramiento durante todo el desarrollo de este trabajo.

Al Ing. M.C. Fernando Galván Castillo por su apoyo desinteresado en mi superación profesional.

Al Actuario Héctor Gutiérrez López por su gran ayuda en el manejo estadístico de la información.

A los Ings. Manuel Oyervides García, Roberto Herrera Mendoza, Francisco A. Rodríguez del CIAB, por su valiosa ayuda en la obtención de los resultados de campo.

Al Biol. Rodolfo Girón Calderón y al Ing. Alfredo Rodríguez Castillo del CAERIB por su valiosa y desinteresada ayuda en la obtención de los resultados de campo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por haberme otorgado la beca para mis estudios de Maestría.

A la Sra. Lourdes Villarreal de Corona por la mecanografía de este trabajo.

I N D I C E

LISTA DE CUADROS	iii
RESUMEN	iv
1. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. IMPORTANCIA DEL MILDEU VELLOSO	4
2.2. SINTOMAS DEL MILDEU VELLOSO SOBRE EL MAIZ	6
2.3. FACTORES QUE AFECTAN LA REACCION AL MILDEU VELLOSO ..	7
2.4. TIPO DE ACCION GENICA DEL MILDEU VELLOSO	8
2.5. MEJORAMIENTO GENETICO PARA ENFERMEDADES.	39
2.6. SELECCION RECURRENTE PARA RENDIMIENTO Y FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO	13
III. MATERIALES Y METODOS.	17
3.1. AREA DE TRABAJO	17
3.2. MATERIALES	18
3.3. METODOS DE CAMPO	19
3.4. ANALISIS ESTADISTICO	21
IV. RESULTADOS	28
V. DISCUSION	54
VI. CONCLUSIONES	66
VII. BIBLIOGRAFIA.	68
VIII. APENDICE.	74

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.

- Cuadro 1.- Análisis de la varianza para 256 familias evaluadas en una localidad.
- Cuadro 2.- Análisis de varianza para 256 familias evaluadas en dos localidades.
- Cuadro 3.- Medias de diez características agronómicas de las 51 familias S_1 más rendidoras en Ocotlán, Jal. 1981.
- Cuadro 4.- Medias de diez características agronómicas de las 51 familias S_1 más rendidoras en Río Bravo, Tamps.
- Cuadro 5.- Medias de diez características agronómicas de las 51 familias S_1 más rendidoras en Ocotlán y Río Bravo., 1981.
- Cuadro 6.- Criterio utilizado en el campo para la selección de las familias S_1 a recombinar.
- Cuadro 7.- Medias de diez características agronómicas de las familias S_1 seleccionadas en Ocotlán, Jal., 1981.

- Cuadro 8.- Medias de diez características agronómicas de las familias S_1 seleccionadas en Río Bravo, Tamps., 1981
- Cuadro 9.- Medias de las 10 características agronómicas de las familias S_1 seleccionadas en Río Bravo y Ocotlán, 1981.
- Cuadro 10.- Medias de las cuatro características agronómicas de la familias S_1 seleccionadas en Matamoros, Coah., 1981.
- Cuadro 11.- Análisis de varianza para diez características agronómicas de las familias S_1 evaluadas en Ocotlán, Jal., 1981.
- Cuadro 12.- Análisis de varianza para diez características agronómicas de familias S_1 evaluadas en Río Bravo, Tamps., 1981.
- Cuadro 13.- Análisis de varianza para diez características agronómicas de familias S_1 evaluadas en Ocotlán y Río Bravo, 1981.
- Cuadro 14.- Estimación de varianza genética para diez características agronómicas de la población TIWF-DMRC4 en Ocotlán y Río Bravo, 1981.

- Cuadro 15.- Estimación de coeficientes de variación genética para diez características agronómicas en la población TIWF-DMRC4 en Ocotlán y Río Bravo, 1981.
- Cuadro 16.- Estimación de la heredabilidad y error estandar de diez características agronómicas en la población TIWF-DMRC4 en Ocotlán y Río Bravo, 1981.
- Cuadro 17.- Ganancia por ciclo esperada de la selección entre familias S_1 en base a cada localidad y en base a las localidades de Ocotlán y Río Bravo, 1981.
- Cuadro 18.- Correlaciones fenotípicas entre nueve características agronómicas estimadas con familias S_1 de la población TIWF-DMRC4 evaluadas en Ocotlán y Río Bravo, 1981.
- Cuadro 1A.- Características climatológicas de las regiones de Río Bravo, Tamps., Ocotlán, Jal., y Matamoros, Coah.
- Figura 1.- Representación gráfica de la media general de las familias S_1 y media de las familias S_1 seleccionadas de las características rendimiento de mazorca y mildew vellosa en las localidades de Río Bravo y Ocotlán, 1981.
- Figura 2.- Representación gráfica de la media general de las

familias S_1 y media de las familias S_1 seleccionadas de las características altura de planta, días a floración, altura de mazorca, acame de tallo y mala cobertura de mazorca en las localidades de Río Bravo y Ocotlán, 1981.

Figura 3.- Representación gráfica de la media general de las familias S_1 y media de las familias S_1 seleccionadas de las características prolificidad, pudrición de mazorca y acame de raíz en las localidades de Río Bravo y Ocotlán, 1981.

R E S U M E N

Con el objeto de estudiar el avance genético logrado con la aplicación de la selección recurrente entre líneas S_1 para mejorar la población de maíz TIWF-DMRC4 se realizó la presente investigación.

A partir del cuarto ciclo de selección (C4), formado con el criterio de resistencia a mildew vellosa, se derivaron las líneas S_1 que fueron la base de este estudio. Se obtuvieron estimas de las componentes de varianza para las familias S_1 , para la interacción localidades x familias, para el error experimental y para la heredabilidad, además, se estimó el diferencial de selección esperado para diez características agronómicas y se calculó la ganancia esperada por ciclo con la formula $\Delta G_c = h^2D$. Todas estas estimaciones fueron hechas para los experimentos de Río Bravo y Ocotlán. En general, se observó que las componentes fueron mayores en la localidad de Ocotlán, y en igual forma las heredabilidades y la ganancia esperada a la selección.

Para la reacción al mildew vellosa, la varianza genética se agotó en favor de la resistencia al tener un valor de cero, al igual que su heredabilidad. Cabe señalar, que el testigo maíz palomero Rubust presentó alrededor del 70% de infección

de mildew vellosa, en comparación con las líneas S_1 que solamente presentaron 0.1% de infección.

Para rendimiento de mazorca, se encontró una estima de heredabilidad relativamente alta (0.56 ± 0.10), y se debe a las diferencias que se detectaron entre familias por efecto de la competencia intravarietal; hay que recordar que solamente se cosecharon plantas con competencia completa y se utilizó una densidad de población alta (62,500 plantas/ha), para el porte de planta que exhibieron las familias S_1 , lo que causó que algunas plantas casi no produjeran, originando una gran variación que quedó manifiesta en la amplitud del rango observado para esta característica (279 a 14032 Kg/ha), por consiguiente, se aumentó la varianza entre familias. La característica de prolificidad de mazorcas bajo ciertas condiciones ambientales favorables, puede ser también un buen estimador del rendimiento por estar altamente correlacionada con el mismo ($r = 0.74$). Por último, las estimas de heredabilidad obtenidas de los análisis individuales están sobreestimadas al llevar implícita la componente de interacción localidades x familias (σ_{fl}^2), más la interacción localidades x familias x años (σ_{fla}^2). Para las estimas que se obtuvieron del análisis combinado, se tiene solamente implícita la componente (σ_{fla}^2). Asimismo, las respuestas a la selección también están sobreestimadas, al asumir que la varianza de dominancia en las familias S_1 es igual a cero ($\sigma_D^2 = 0$).

I. INTRODUCCION.

En México, el maíz es el cultivo básico de mayor importancia, los rendimientos unitarios son generalmente bajos a consecuencia de una serie de factores climáticos, edáficos y biológicos. Dentro de los biológicos que son los más factibles de manejar, tenemos la falta de resistencia genética a enfermedades e insectos en las variedades cultivadas.

En la actualidad, una enfermedad que ha acaparado la atención debido al nivel endémico que ha alcanzado en algunas zonas maiceras del país, es la conocida como mildew veloso (*Peronosclerospora sorghi*); es una enfermedad que merma considerablemente el rendimiento al provocar usualmente una clorosis progresiva a las plantas afectadas y por ende no producen grano.

En México, la enfermedad se presentó por el año de 1962, y debido a la falta de controles adecuados se ha venido incrementando a razón del uno por ciento anual, por lo que a la fecha, se estima que la enfermedad causa pérdidas de alrededor del 20% en la producción. Asimismo, su presencia limitada hasta hace unos años al norte de Tamaulipas, se ha diseminado por varios estados de la República, constituyéndose en un serio peligro para la producción nacional ya que también ataca al cul

tivo del sorgo.

Por otra parte, los bajos rendimientos que se tienen en estas regiones, hacen que el cultivo de maíz sea incosteable si se trata de controlar la enfermedad con la aplicación de productos químicos. Algunas prácticas agronómicas también se han intentado, como la destrucción de hospederos silvestres, erradicación de plantas enfermas, fechas de siembras adecuadas, etc. Sin embargo, los niveles de protección que se han logrado tampoco son económicos.

Información obtenida en varios países del mundo, (Taiwan, Tailandia, etc.), indica que el control biológico por medio de la incorporación de resistencia genética es un medio efectivo y económico para controlar la enfermedad en el cultivo de maíz.

Por lo anterior, el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), ha iniciado programas de investigación tendientes a mejorar la resistencia genética para la enfermedad del mildew vellosa en poblaciones de maíz.

Los objetivos que se persiguen en este estudio son los siguientes:

1. Continuar con la selección recurrente entre líneas S_1 para rendimiento de grano y resistencia a mildew vellosa.

2. Obtención de una población resistente a mildew velloso de grano cristalino, de ciclo vegetativo intermedio y con adaptación al Trópico seco y Bajío.

II. REVISION DE LITERATURA.

2.1. IMPORTANCIA DEL MILDEU VELLOSO.

La llegada de la enfermedad conocida como el mildeu velloso al Hemisferio Occidental no ha sido explicada satisfactoriamente y parece ser relativamente reciente. Reyes *et al*, (1964) la detectaron en el otoño de 1961 en Chillicothe, Texas y probablemente se extendió al sur de Texas y Norte de México en el año de 1962.

En México, la enfermedad a adquirido gran importancia al detectársele en los Estados de Guerrero, Michoacán, Tamaulipas, Veracruz y zonas bajas de Puebla, (De León, 1974); Jalisco, Morelos y Guanajuato (Girón, 1980). Este último autor (1978), señala que por el año de 1976 se detectó que el porciento de infección de mildeu velloso en algunas localidades de Tamaulipas fue de 15% en Matamoros, 31% en Valle Hermoso y 24.5% en Río Bravo.

Futrell y Frederiksen (1970), señalan que una de las razones por las cuales la enfermedad del mildeu velloso se ha propagado rápidamente en los Estados Unidos, es por que los procesos de infección de las conidiosporas requieren solo de alta humedad y no de una agua libre abundante como las que requie-

ren otros mildews que producen zoosporas asexuales. De tal suerte, que en la actualidad, la enfermedad del mildew veloso ocurre en 10 Estados de la Unión Americana, (Sowell *et al*, 1969: Reyes *et al*, 1964).

En general, la presencia de la enfermedad de mildew veloso es favorecida en las zonas calientes y humedad cuyas condiciones son propicias para su desarrollo. Para la región de Río Bravo, Girón (1980), menciona que el patógeno prospera a temperaturas de 13° a 30°C con un óptimo de 20° a 28°C y una humedad relativa superior de 75%.

Warren (1974), señala que las esporas asexuales y sexuales de mildew veloso del sorgo se producen sobre el sorgo y el maíz, pero se producen más oosporas y conidias en el primero que en el segundo, por lo que se considera al *Sorghum bicolor* como hospedero primario y al maíz como hospedero secundario. Lo que significa que el maíz y el sorgo son hospederos naturales de la enfermedad por lo que se ven seriamente afectados causando grandes pérdidas en la producción de estos cultivos.

Frederiksen y Renfro (1977), señalan que existen evidencias que en las regiones Tropicales y Subtropicales en donde el cultivo del maíz sea intensivo, se dan las condiciones favorables para el desarrollo del mildew veloso. En el Norte y Sur de América, en forma colateral las hospederas silvestres, así como el medio ambiente ideal, favorecen para que la enfermedad se presente repetidamente.

2.2. SINTOMAS DEL MILDEU VELLOSO SOBRE EL MAÍZ.

Warren (1974), menciona que los síntomas del mildeu velloso del sorgo sobre el maíz varían dependiendo de si la infección es sistémica o local, el tiempo de la infección, variedad o híbrido infectado, condiciones del medio ambiente y otros factores. El maíz parece ser susceptible a la infección sistémica durante la época de siembra. Generalmente las plantas de maíz enfermas son achaparradas, con hojas estrechas verticales que frecuentemente muestran un rayado clorótico blanquesino. Sin embargo, en algunos casos las plantas enfermas sistémicamente son más altas que las plantas sanas. Las plantas frecuentemente tienen una proliferación de espiguillas similares a las que caracterizan la enfermedad conocida como "Escoba de bruja" ocasionada por *Sclerophthora macrospora*.

Safeeulla (1975), señala que la infección sistémica en plántulas de maíz se caracterizan por síntomas cloróticos los cuales normalmente aparecen a las dos semanas de la siembra. La primera hoja está invariablemente libre de infección debido probablemente a que el crecimiento de la primera hoja supera el período requerido por el patógeno para penetrar a la raíz e invadir el tejido del tallo o a un mecanismo pasivo de defensa en la primera hoja previniendo de esta forma la entrada del hongo, además se observa una estrecha relación entre la edad de la hoja hospedante y la aparición de la enfermedad.

Girón (1978), con respecto al otro síntoma de mildew velloso causado por *Sclerophthora macrospora*, señala que el síntoma característico es la malformación o proliferación de falsas hojas que sustituyen a la inflorescencia masculina, y por consecuencia no hay producción de polen.

2.3. FACTORES QUE AFECTAN LA REACCION AL MILDEU VELLOSO.

Shah (1973), menciona que la temperatura, la humedad, el viento, la luz y el rocío son factores que influyen en el tiempo de la esporulación, producción conidial y la liberación de esporas en *Sclerospora sorghi*. Este autor añade, que la producción de infección es más alta en plantas jóvenes, las cuales fueron susceptibles dentro de la primera semana de emergencia y a medida que se aumentó la edad de la planta hay una disminución progresiva en susceptibilidad.

Pratt (1978), menciona que las oosporas de *Sclerospora sorghi* no germina sin la presencia de raíces en crecimiento, sin importar la especie que puede ser maíz, trigo, avena, algodón y plántulas de soya.

Barrendo y Exconde (1973), mencionan que las plántulas de maíz fueron altamente susceptibles, cuando se infectaron dentro de los tres primeros días de la emergencia, que cuando se infectaron a los 5 - 7 días de la emergencia.

2.4. TIPO DE ACCION GENICA DEL MILDEU VELLOSO.

Chang y Cheng (1968), estudiando el tipo de herencia para la resistencia a *Sclerospora sacchari* en Taiwan, encontraron que la resistencia al mildew velloso de la caña de azúcar en maíz, es condicionado por un simple gene dominante designado Dmr. Chang (1969), concluyó más tarde, que la resistencia del gene Dmr, está localizado sobre el brazo corto del cromosoma 2.

Gómez *et al* (1963), trabajando con líneas endocriadas de maíz, para estudiar el tipo de herencia de la resistencia al mildew Filipinense, consignaron que existe una condición para la resistencia que opera parcialmente dominante y que probablemente pocos loci estaban involucrados.

Carangal *et al* (1970), en estudios posteriores con variedades de polinización libre llevados a cabo en Tailandia, indicaron que la resistencia al mildew Filipinense se hereda en forma cuantitativa.

Frederiksen *et al* (1973); Frederiksen y Ullstrup (1975), en estudios llevados a cabo en Texas acerca de la herencia de la resistencia al mildew velloso del sorgo, encontraron que cuando menos dos genes operaban de manera dominante o parcialmente dominante y un gene operaba en forma recesiva probablemente con genes modificadores.

Jinahyon (1973), En un estudio llevado a cabo en Tailandia sobre variedades de maíz de polinización libre, indica, que la resistencia para mildew veloso del sorgo (*Sclerospora sorghi*), fue poligénica y heredada de manera aditiva aunque algunos efectos dominantes también se presentaron.

Kaneko y Aday (1980), estudiando el modo de herencia de la resistencia para el mildew Filipinense (*P. philippine*) bajo condiciones experimentales en plantas de diferentes edades, concluyeron, que la herencia de la resistencia cambia de acción, de dominancia completa, a parcialmente dominante cuando la infección cambia de muy ligera a severa. A un nivel de infección del 50%, la resistencia se torna aditiva. Después de eso, existe un cambio para susceptibilidad, de parcial a una dominancia completa. Tal descubrimiento, sugiere que la resistencia a mildeu veloso, es gobernada por un sistema poligénico con un umbral natural.

Hakin y Dahlan (1973), citados por Kaneko y Aday (1980), concluyeron, que la resistencia a el mildew veloso de Java (*P. maydis*) es de herencia poligénica.

2.5. MEJORAMIENTO GENETICO PARA ENFERMEDADES.

Aday (1974), señala, que en los programas de mejoramiento para resistencia a mildew veloso en Filipinas, se han utilizado las siguientes alternativas:

1. Selección de líneas endocriadas con resistencia a mildew vellosos.
2. Escoger entre las variedades locales e introducidas las que presentan resistencia a mildew vellosos.
3. Hibridación varietal entre el germoplasma local con resistencia a mildew vellosos con germoplasma introducido de altos rendimientos.
4. Mejoramiento interpoblacional de poblaciones compuestas para resistencia a mildew vellosos y otras características agronómicas de interés.

Por otra parte, Jinahyon (1973); Singh (1974), mencionan que el mejoramiento genético para resistencia a enfermedades, básicamente requiere de la identificación de las fuentes de resistencia y conocimiento acerca del modo de herencia. Jinahyon (1973), añade un punto significativo que señala la importancia de establecer una estrecha cooperación con los fitopatólogos con el fin de crear condiciones epifitóticas artificiales efectivas en los campos experimentales.

Carangal *et al* (1970), sugirió el método de selección masal, para incrementar la frecuencia de los alelos que confieren resistencia al patógeno causante del mildew vellosos.

En cuanto a la metodología a seguir para mejorar poblaciones para resistencia a mildew veloso, se han intentado varias. Aday *et al* (1972), en el programa de Filipinas, la estrategia que siguieron fue, obtener germoplasma con resistencia de programas internacionales de intercambio como el CIMMYT, IACP, USDA y paralelamente realizaron una colecta de variedades locales. Estas variedades y compuestos se agruparon de acuerdo a características agronómicas deseables y resistencia a mildew. Cada grupo se trató como una población base a partir de las cuales se inició el mejoramiento por medio de selección recurrente de familias de hermanos completos. Algunas de las dificultades que se tuvieron en este programa fue, que no era fácil seleccionar para rendimiento y resistencia a mildew veloso en forma conjunta bajo una considerable infección de la enfermedad, además, bajo condiciones naturales de campo esta situación no sucedía. Por lo anterior, sugirieron que los ensayos de rendimiento se condujeran bajo condiciones libres de la enfermedad y establecer un mínimo de dos repeticiones adicionales, para seleccionar en el vivero bajo condiciones epifitóticas artificiales.

Jinahyon (1973), menciona que los sistemas de mejoramiento empleados en los programas nacionales dependen del tipo de acción génica de la resistencia a la enfermedad. En Taiwan por ejemplo, la adición de una o más líneas resistentes a un híbrido, podría incrementar el nivel de resistencia del híbrido.

do. Después de conocer la resistencia al patógeno, se deberá evaluar la aptitud combinatoria de las líneas resistentes a incluirse en los híbridos. En otras situaciones, la selección recurrente de cualquier tipo, puede ser usada para mejorar el nivel de rendimiento y resistencia de la población. Este mismo autor evaluó la respuesta a la selección recurrente, usando progenies S_1 para resistencia a mildew veloso, estimando que el porcentaje de infección se redujo del 85 a 30% con dos ciclos de selección, es decir, una respuesta de 18% por ciclo de selección.

Prasatsrisupab (1979), evaluó el progreso de selección para resistencia a mildew veloso de sorgo (*Sclerospora sorghi*) en el compuesto de maíz Thai # 1 Dmr, utilizando selección recurrente entre progenies S_1 . Este autor señala, que la varianza genética, se redujo considerablemente después de varios ciclos de selección, a tal grado, que la heredabilidad para la característica fue 0 en el C_4 . Este estudio indicó, que la selección recurrente basada en el comportamiento de las progenies S_1 fue efectivo para elevar el nivel de resistencia a mildew veloso y que se requieren relativamente pocos ciclos para alcanzar muy buen grado de resistencia.

2.6. SELECCION RECURRENTE PARA RENDIMIENTO Y FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO.

La selección recurrente entre líneas S_1 ha sido utilizada con el objeto de identificar genotipos superiores para rendimiento de grano. Genter y Alexander (1962), discutieron el potencial de rendimiento de progenies S_1 en cruzamientos. Más tarde ellos sugirieron (1966), que la selección visual para características agronómicas deseables, más la evaluación para rendimiento de líneas S_1 , ofrece una gran oportunidad para la selección efectiva en la primera generación de autofecundación que los métodos de medios hermanos ahora generalmente en uso. Después de dos ciclos de selección recurrente comparando estas metodologías, encontraron que los rendimientos medios entre líneas S_1 y evaluación de medios hermanos, fueron 31.4% y 17.9% más altos respectivamente que los rendimientos de la población original.

Genter (1973), trabajando con dos poblaciones de maíz, la Virginia Corn Belt Southern Synthetic (VCBS), y la Virginia Long Ear Synthetic (VLE), realizó dos ciclos de selección recurrente para rendimiento con líneas S_1 y medios hermanos. Los resultados indican que la selección con medios hermanos fue más efectiva para incrementar la frecuencia de genes que contribuyen al rendimiento de cruza, pero no en poblaciones *per se*; por el contrario, la selección de líneas S_1 incrementó tanto el rendimiento como la aptitud combinatoria. El rendimiento

de el segundo ciclo de selección de líneas S_1 rindió 9.0 q/ha (11%), más que el segundo ciclo de selección entre familias de medios hermanos. La media de rendimiento de la crusa de VCBS-(S)C2 fue 1.5 q/ha más alta que la de VCBS(H)C2 con menos heterosis. Las poblaciones mejoradas de VCBS por selección entre líneas S_1 produjo rendimientos significativamente más altos cuando se inter cruzaron o cruzaron con VCBSCO que las poblaciones derivadas por selección entre familias de medios hermanos cruzada con el mismo ciclo 0. Asimismo, este autor señala que la humedad de la mazorca, acame de tallo y altura de mazorca se incrementaron con ambos métodos de selección.

Carangal *et al* (1971), evaluando dos ciclos de selección recurrente para rendimiento de grano utilizando líneas S_1 y medios hermanos, señalaron que la varianza genética para rendimiento de grano en el primer ciclo de líneas S_1 , fue significativamente más grande que con el método de familias de medios hermanos. Asimismo, la variabilidad para humedad de mazorca, acame de raíz y tallo se incrementó con ambos procedimientos. La selección entre progenies S_1 para rendimiento de grano fue más efectiva para el mejoramiento de la población *per se* que la selección entre familias de medios hermanos. Sin embargo, ambos procedimientos de selección fueron igualmente efectivos para mejorar la aptitud combinatoria general de la población.

Russell y Vega (1972), evaluaron cinco ciclos de selección recurrente en dos poblaciones. Las poblaciones fueron una

variedad de polinización libre, la Alph y la generación F_2 de WF9XB7. La línea B14 fue el probador de ambas poblaciones. El criterio principal de la selección fue el rendimiento de grano y la intensidad de selección fue de 10 - 13% en cada ciclo. Se seleccionaron 10 líneas S_1 en cada ciclo y se recombinaron para dar lugar a una nueva población en cada población. En todos los tipos de población usados para evaluar la respuesta de selección, la ganancia por ciclo fue significativa, siendo mayor en la población Alph que en la WF9XB7. Todos los tipos de población, excepto B14 X (WF9XB7)Cn, respondieron positivamente para el número de mazorcas por 100 plantas y la ganancia fue significativa en 8 de las 11 comparaciones.

El-lakany y Russell (1971), estudiaron la relación de algunos caracteres del maíz con rendimiento en cruzas de prueba, concluyendo que las diferencias de rendimiento estaban determinadas por todos los componentes del mismo, donde el número de mazorcas por planta fue de mayor importancia.

Fisher y Smith (1960), determinaron que el acame resulta de una fertilidad deficiente de potasio. También se ha encontrado que el nitrógeno y el fósforo influyen en el acame, particularmente cuando los niveles de estos nutrientes son altos y el potasio permanece a niveles bajos.

Vela y Cárdenas (1970), citados por Márquez (1974), encontraron que el medio de alta productividad sería el medio óptimo

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. AREA DE TRABAJO.

La investigación se realizó en una región representativa del Trópico seco, como lo es Río Bravo, Tamps., una de Bajío, localizada en el Estado de Jalisco (Ocotlán), y una árida, situada en Matamoros, Coah.

En el Cuadro 1 A se presenta una descripción de las principales características climatológicas de estas regiones.

En las regiones de Trópico seco y Bajío, el maíz tiene gran importancia, en Río Bravo, se siembra en los meses de Febrero-Marzo (fecha temprana), cuando se presentan generalmente condiciones de precipitación favorables. En el Estado de Jalisco el cultivo de maíz se siembra en el mes de Junio y depende principalmente del temporal. En la región árida, las siembras se realizan en el mes de Febrero y son usualmente de riego. En éstas regiones, el riesgo de las siembras de maíz es la enfermedad del mildeu vellosa.

3.2. MATERIALES.

La población base utilizada en este estudio, fue desarrollada por el Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), con la designación de complejo Tropical Intermedio Blanco Cristalino (TIWF-Pool 23). Varios materiales de la unidad avanzada con esta designación (intermedios blancos cristalinos), fueron cruzados con fuentes de resistencia a mildew velloso (*P. sorghi*), achaparramiento (MSA), y rayado fino (MSV). Después de la recombinación de las cruzas, en Tailandia y Filipinas se completaron tres ciclos de selección recurrente entre progenies S_1 para resistencia a mildew velloso, designándose a esta población TIWF-DMRC3. El cuarto ciclo de selección se desarrolló en 1979 con la evaluación de más de 500 líneas S_1 en Filipinas y Río Bravo. En ésta última localidad, se utilizó un dispersor (sorgo forrajero susceptible a mildew velloso) conidial para favorecer la infección natural. De esta forma, se identificaron 44 líneas consideradas como resistentes con un nivel de infección de 0 - 6.5%, 47 tolerantes con una escala de infección de 7 - 14% y 457 susceptibles con más de 14% de infección. En base a los resultados obtenidos en las dos localidades, las líneas resistentes fueron recombinadas para formar el cuarto ciclo de selección (C4). En el verano de 1980, la población C4 se sembró en el Campo Agrícola Experimental de la Laguna, donde se derivaron 400 líneas S_1 . En la cosecha solamente se seleccionaron las 256 mejores mazorcas autofecundadas.

3.3. METODOS DE CAMPO.

Las 256 líneas S_1 fueron evaluadas en 1981 en Río Bravo, Tamps. (fecha normal y fecha retrasada), en Ocotlán, Jal., y Matamoros, Coah. La fecha retrasada de Río Bravo, se realizó con el fin de continuar con la selección para resistencia a mildeu vellosa; en este experimento se utilizó el dispersor de conidias que se sembró la segunda quincena del mes de Abril y posteriormente, a los 15 días se sembraron las líneas S_1 en la relación de 10 surcos de líneas S_1 por dos de sorgo forrajero (Girón, 1980).

En cada localidad, se establecieron dos repeticiones de cada línea en un diseño de látice simple 16 x 16. El tamaño de parcela fue de 17 matas (2 semillas por golpe para aclarar a una planta por mata), espaciadas a 0.20 m y surcos de 0.80 m de ancho para darnos una densidad de población de aproximadamente 62,500 plantas por hectárea.

La fertilización fue óptima en todas las localidades con la aplicación de 100-80-0 en la siembra, complementándose posteriormente con 100 unidades de nitrógeno.

Los datos tomados en cada parcela fueron los siguientes:

Rendimiento de mazorca (Rend. de Mz.). - En Río Bravo, de cada parcela se cosechó un máximo de 10 plantas con competencia

completa. Mientras que en Ocotlán, se cosecharon todas las plantas de cada parcela que presentaron la anterior condición. Se tomó el peso de mazorca y fue corregido al 15% de contenido de humedad y luego transformado a Kg/ha.

Prolificidad de mazorcas (P.M.).- A la cosecha, se contó el número de mazorcas cosechadas, la suma se dividió entre el número de plantas y el resultado se expresó en porciento.

Porcentaje de mala cobertura (P.M.C.).- Se contó el número de plantas que tuviesen la punta de la mazorca descubierta expresándose en porciento.

Días a floración masculina (D.F.).- Se consideró como los días transcurridos, desde la siembra, hasta que aproximadamente el 50% de las plantas estuviera derramando polen.

Altura de planta (A.P.).- Se tomó el promedio de 10 mediciones de altura, consideradas desde la base de la planta, a la punta de la espiga.

Altura de mazorca (A.M.).- Se tomó el promedio de 10 mediciones de altura, consideradas desde la base de la planta, al nudo de inserción de la mazorca.

Porcentaje de acame de raíz (P.A.R.).- Se contaron todas las plantas con inclinación de más de 30° y la lectura se ex-

presó en por ciento.

Porcentaje de acame de tallo (P.A.T.).- Se tomó como porcentaje de todas las plantas con tallos quebrados abajo de la mazorca.

Porcentaje de pudrición de mazorca (P.P.M.).- Se contó el número de mazorcas podridas y el resultado se expresó en porcentaje.

Porcentaje de mildew veloso (P.M.V.).- En los experimentos de Río Bravo, (fecha retrasada), y Ocotlán, se contaron las plantas con infección de *P. sorghí* y el resultado se expresó en porcentaje.

3.4. ANALISIS ESTADISTICO.

Los experimentos se sembraron en un diseño de látice simple; sin embargo, debido a que no hubo ninguna ganancia relativa cuando se comparó con el diseño de bloques al azar, toda la información se consigna con este último tipo de análisis. El modelo utilizado para un solo experimento es como sigue:

$$Y_{ij} = \mu + R_i + F_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = valor observado de un carácter en la familia

j-ésima y en la repetición i-ésima,

μ = media general en todas las familias,

R_i = efecto de la i-ésima repetición,

F_j = efecto de la j-ésima familia,

E_{ij} = error experimental.

Con éste modelo se asume que:

$$R_i \sim \text{NID}(0, \sigma_R^2)$$

$$F_j \sim \text{NID}(0, \sigma_F^2)$$

$$E_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$$

El análisis de la varianza apropiado para este modelo se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1.- Análisis de varianza para 256 familias evaluadas en una localidad.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Esperanza de Cuadrado Medio
Repeticiones	1		
Familias	255	M_2	$\sigma^2 + 2\sigma_F^2$
Error	255	M_1	σ^2
Total	511		

Con éste análisis se puede calcular la varianza genética entre líneas, la que a su vez, estima la varianza aditiva con el supuesto de que la varianza de dominancia es cero, como sigue:

$$\sigma_A^2 = \sigma_{\delta}^2 = \frac{M_2 - M_1}{2}$$

El cálculo de la varianza fenotípica queda expresado como:

$$\sigma_P^2 = \frac{\sigma^2}{2} + \sigma_{\delta}^2$$

La heredabilidad para todas las características se estimó como:

$$h^2 = \frac{\sigma_{\delta}^2}{\sigma_P^2}$$

Con un error estándar igual a:

$$EE(h^2) = \frac{EE(\sigma_{\delta}^2)}{\sigma_P^2}$$

Donde:

$$EE(\sigma_{\delta}^2) = \left\{ \frac{1}{2} \left[\frac{M_2^2}{257} + \frac{M_1^2}{257} \right] \right\}^{1/2}$$

El coeficiente de variabilidad genética se estimó como sigue:

$$CVg = \frac{\sigma^2}{\bar{X}} \times 100$$

El modelo para el análisis de varianza combinado es de la siguiente forma:

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

Donde:

Y_{ijk} = Valor observado de un carácter de la familia j -ésima en la repetición k -ésima de la localidad i -ésima,

μ = media general de la población de líneas,

L_i = efecto de la i -ésima localidad,

R_{ik} = efecto de la k -ésima repetición dentro de la i -ésima localidad,

F_j = efecto de la j -ésima familia,

$(LF)_{ij}$ = efecto de la interacción entre la i -ésima localidad y la j -ésima familia,

E_{ijk} = error experimental.

Con las siguientes suposiciones:

$$L_i \sim \text{NID}(0, \sigma_\ell^2)$$

$$R_{ik} \sim \text{NID}(0, \sigma_\kappa^2)$$

$$F_j \sim \text{NID}(0, \sigma_f^2)$$

$$(LF)_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma_{\ell f}^2)$$

$$E_{ijk} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$$

El análisis de varianza apropiado para dos localidades se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2.- Análisis de varianza para 256 familias evaluadas en dos localidades.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Esperanza de Cuadrado Medio
Localidades (L)	1		
Repeticiones/L	2		
Familias (F)	255	M_3	$\sigma^2 + 2\sigma_{\ell f}^2 + 4\sigma_1^2$
L X F	255	M_2	$\sigma^2 + 2\sigma_{\ell f}^2$
Error	510	M_1	σ^2
Total	1023		

Los parámetros estimados con éste análisis fueron las siguientes: Asumiendo que $\sigma_D^2 = 0$.

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

El cálculo de la varianza de la interacción localidad x familia quedó expresado como:

$$\sigma_{lf}^2 = \frac{M_2 - M_1}{2}$$

La varianza fenotípica se estimó como:

$$\sigma_p^2 = \frac{\sigma^2}{4} + \frac{\sigma_{lf}^2}{2} + \sigma_b^2$$

La heredabilidad para todas las características evaluadas, se estimó como sigue:

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

Con un error estándar igual a:

$$EE(h^2) = \frac{EE(\sigma_b^2)}{\sigma_p^2}$$

Donde:

$$EE(\sigma_{\delta}^2) = \left\{ \frac{1}{8} \left[\frac{M_3^2}{257} + \frac{M_3^2}{257} \right] \right\}^{1/2}$$

La ganancia esperada por ciclo de selección entre progenies S_1 asumiendo que la varianza de dominancia es cero, se calculó como sigue:

$$\Delta G = Dh^2$$

Donde:

D = Diferencial de selección = $(\bar{X}_s - \bar{\bar{X}})$,

\bar{X} = media de las familias seleccionadas,

$\bar{\bar{X}}$ = media general.

Finalmente, con la información de cada experimento individual y combinado para las localidades de Río Bravo y Ocotlán, se calcularon las correlaciones fenotípicas con la siguiente fórmula:

$$\rho_p = \frac{S_{xy}}{(S_x^2 \cdot S_y^2)^{1/2}}$$

IV. RESULTADOS

Se contó con cuatro experimentos sembrados en látice simple, de los cuales, solamente el de Río Bravo sembrado en fecha normal y el de Ocotlán, Jal., se analizaron en bloques al azar en forma individual y combinada. El experimento de Río Bravo sembrado en fecha retrasada, sirvió únicamente para observar la diferenciación de las familias en presencia del organismo causal del mildew velloso (*P. sorghí*). El experimento restante, sembrado en Matamoros, Coah., no se incluyó en los análisis de varianza, debido a la pérdida de varias parcelas; no obstante, en aquéllas donde hubo suficiente número de plantas, se recabó información sobre rendimiento, prolificidad, acame de tallo y pudrición de mazorca, la cual se consideró para la selección final de las familias S_1 a recombinar.

En el Cuadro 3, se presentan las medias de diez características agronómicas de las familias S_1 más rendidoras en Ocotlán. Para rendimiento (de mazorca al 15% de humedad), días a floración masculina, altura de planta y mazorca, las medias fueron: 7076 Kg/ha, 73 días, 253 y 124 cm respectivamente. La media de los porcentos de prolificidad, acame de tallo, acame de raíz, mala cobertura, pudrición de mazorca y mildew velloso, fueron: 123, 31, 6, 24, 15 y 0.2 respectivamente. Estos promedios, muestran que la población TIWF-DMRC4 tiene un buen potencial de

Cuadro 3.- Medias de diez características agronómicas de las 51 familias S₁ más rendidoras en Ocotlán, Jal., 1981.

Familia No.	Rend. de Mz. Kg./ha. 15 % Hum.	P.M.	P.M.C.	D.F.	A.P. (cm)	A.M. (cm)	P.A.R.	P.A.T.	P.P.M.	P.M.V.
247 +	14032	150	11	71	259	121	0	0	0	0
139	13891	123	15	68	217	124	0	0	38	0
102 +	10649	178	8	74	252	129	13	26	8	0
77 +	10500	155	0	73	285	127	0	20	14	0
122	10105	145	0	74	275	136	0	29	16	0
75	10025	155	13	75	283	158	9	27	13	0
199	9771	120	11	76	280	139	8	13	16	0
95 +	9610	138	35	74	283	158	8	34	13	0
185 +	9558	144	7	76	240	139	10	19	13	0
14	9519	147	14	75	299	136	0	9	16	0
2	9370	195	13	76	292	162	0	58	13	0
205	9353	125	0	75	239	111	0	0	0	8
255	9348	157	21	74	262	137	7	36	11	0
107	9325	156	10	73	297	156	7	32	13	0
197 +	9198	138	41	72	293	139	0	40	13	0
142	9187	159	7	71	272	120	0	35	20	5
130 +	9161	116	29	76	262	131	7	20	12	0
9	9080	160	48	69	261	123	0	7	13	0
28 +	8889	121	7	73	299	160	15	15	4	0
114	8880	189	0	71	286	136	7	25	13	0
54 +	8835	128	0	70	215	117	0	25	14	0
70	8810	156	7	72	256	119	7	36	18	0
123	8806	142	0	69	232	115	0	60	24	0
16	8799	106	0	73	277	161	0	46	13	0
210	8742	107	19	70	260	118	0	14	14	0
221	8741	139	38	71	254	118	0	31	29	0
168	8707	164	0	73	265	149	17	0	11	0
227	8675	139	8	76	289	169	8	29	16	0
137	8637	131	7	72	263	122	8	49	6	0
136 +	8633	107	0	73	256	117	0	25	9	0
93	8575	129	13	74	251	135	0	32	13	0
56 +	8558	126	0	71	263	132	0	36	4	0
253	8558	142	9	71	248	110	0	38	13	0
126	8534	165	7	74	298	137	0	37	6	0
214	8522	126	17	74	297	166	7	7	16	0
37 +	8489	127	17	75	275	137	12	9	9	0
177	8452	136	17	72	262	120	0	35	16	0
188 +	8423	113	25	74	253	154	18	24	14	0
57	8408	124	23	72	276	132	0	27	19	0
179 +	8407	142	12	69	234	121	0	45	8	0
164	8406	120	11	73	257	125	17	45	16	0
13	8393	164	24	75	259	132	8	27	17	0
141 +	8375	117	3	75	246	136	0	23	19	7
132	8373	95	36	71	274	125	0	19	16	0
112	8349	167	0	73	254	115	0	26	13	0
46	8277	115	9	73	246	126	0	9	35	0
61	8274	119	30	73	260	149	45	45	11	0
100 +	8271	169	30	76	254	143	10	18	23	0
15	8265	111	10	70	241	114	0	22	13	0
108	8243	133	0	74	280	142	0	47	13	0
198 +	8231	107	18	76	268	130	0	26	18	0
217	8222	133	18	76	263	148	15	0	20	0
Medias	7076	123	13	73	253	124	6	31	15	0.2
DMS 0.05	2631	34	24	4	30	20	16	22	13	3

+ Familias seleccionadas en base a todas las localidades.

rendimiento, madurez tardía, porte de planta alto, buena prolificidad y excelente resistencia al mildew vellosa. Asimismo, estos resultados también nos señalan que la población presenta una buena variabilidad genética, observada en los rangos estimados para las características evaluadas. Por ejemplo, para rendimiento fue de 2599 a 14032 Kg/ha, altura de mazorca de 77 a 174 cm, altura de planta de 148 a 312 cm, para floración masculina de 65 a 78 días, prolificidad de 63 a 206%, mazorcas podridas de 0 a 60% y para mala cobertura, acame de tallo y raíz de 0 a 90%. Para mildew vellosa, se puede decir, que la varianza genética se ha agotado en favor de la resistencia.

Tomando en cuenta la información obtenida en todas las localidades, se seleccionaron 42 familias S_1 para su recombinación, de las cuáles nueve únicamente quedaron comprendidas entre los dos primeros grupos de familias más rendidoras en Ocotlán, de acuerdo a la diferencia mínima significativa al nivel de probabilidad de 0.05%.

En el Cuadro 4, se presentan las medias de diez características agronómicas de las 51 familias S_1 más rendidoras en Río Bravo. Las medias generales de dichas características fueron como sigue: rendimiento 4465 Kg/ha, floración masculina 66 días, para altura de planta y mazorca de 178 y 72 cm respectivamente. Para prolificidad, acame de tallo, acame de raíz, mala cobertura y pudrición de mazorca, las medias fueron: 89,19, 15, 4 y 22 por ciento respectivamente. Para mildew vellosa en la fecha

Cuadro 4.- Medias de diez características agronómicas de las 51 familias S₁ más rendidoras en Río Bravo, Tamps., 1981.

Familia No.	Rend. de Mz. Kg/ha 15 % Hum.	P.M.	P.M.C.	D.F.	A.P. (cm)	A.M. (cm)	P.A.R.	P.A.T.	P.P.M.	P.M.V.
247 +	8933	100	9	62	202	88	9	36	9	0
210	8243	95	23	64	205	84	9	36	13	0
217	7847	95	10	66	196	100	0	23	29	0
16	7118	100	0	66	199	92	9	41	13	0
100 +	6768	115	17	63	172	78	26	18	30	0
130 +	6676	100	13	67	197	98	27	51	32	0
95 +	6514	95	0	65	201	88	29	30	31	0
37 +	6431	80	12	63	195	77	9	39	0	0
129	6365	100	8	66	181	76	9	23	12	0
146	6261	85	0	62	155	63	13	0	14	0
14	6206	108	11	68	220	83	0	44	13	0
24 +	6168	95	0	69	199	86	26	18	9	0
147 +	6159	95	0	66	193	82	9	29	19	0
185 +	6147	100	0	67	204	93	30	42	17	0
11	6008	95	0	66	189	80	13	36	13	0
138	6004	100	0	66	212	98	13	45	27	0
20	5956	95	0	66	178	78	0	9	19	0
10 +	5928	100	0	65	185	57	9	17	13	0
26 +	5921	105	0	65	178	66	0	0	13	0
63 +	5912	105	0	65	198	79	17	45	29	0
64	5905	95	0	67	192	79	26	23	9	0
47	5901	100	0	65	176	75	26	9	9	0
69	5876	110	0	66	163	68	18	18	32	0
197 +	5864	100	23	67	203	87	23	13	26	0
83	5858	100	23	66	176	79	0	26	17	0
182	5857	90	0	64	209	84	9	25	14	0
177	5817	100	0	64	177	64	19	34	23	0
144 +	5799	105	13	69	159	74	0	17	35	0
108	5783	95	0	63	207	82	10	39	24	0
255	5726	105	9	64	183	72	36	0	26	0
175	5720	54	0	72	189	75	16	9	42	0
73 +	5683	100	0	64	159	59	13	0	13	0
164	5662	100	18	67	185	69	0	0	29	0
31	5642	105	9	65	180	77	29	0	0	0
201	5624	100	0	66	174	75	0	13	9	0
134	5617	100	0	67	188	70	13	30	10	0
86	5612	75	51	63	167	66	13	23	37	0
136 +	5595	95	10	68	173	63	0	9	10	0
158 +	5555	106	0	67	193	75	31	31	29	0
204 +	5531	105	0	65	178	71	9	33	9	0
142	5528	95	10	65	189	70	17	26	23	0
219	5525	100	0	65	177	78	9	42	30	0
49 +	5523	100	0	66	157	70	0	9	9	0
452	5477	95	0	66	203	85	9	23	41	0
104	5470	85	0	72	208	95	13	0	0	0
148	5460	95	0	64	165	63	9	9	21	0
238	5459	100	0	66	183	69	32	38	23	0
231	5447	97	0	66	181	70	21	0	28	0
30	5440	90	0	65	185	65	9	49	14	0
27	5420	100	0	62	175	66	0	26	18	0
122	5417	90	0	67	197	75	0	23	24	0
Media	4465	89	4	66	178	72	15	19	22	0
D.M.S. 0.05	2242	31	16	4	17	13	25	31	25	0

+ Familias seleccionadas en base a todas las localidades.

retrasada, la media fue de cero porciento, en cambio, para el testigo susceptible, la media de mas de 50 repeticiones fue de alrededor de 70 porciento.

Los rangos para las mismas características fueron de 279 a 9314 Kg/ha, 70 a 75 días, 132 a 247, 41 a 108 cm, 10 a 130%, de 0 a 90 porciento para acame de tallo, acame de raíz y pudrición de mazorca; para mala cobertura de 0 a 100 porciento. Para mildew veloso fue cero.

El nivel productivo de la localidad de Río Bravo, fue mucho más bajo que el de Ocotlán. Sin embargo, la amplitud de los rangos estimados, ponen de manifiesto la gran variabilidad genética de la población, asegurando con ello, la respuesta a la selección en ambas localidades.

De las 42 familias S_1 seleccionadas para recombinar en base a todas las localidades, dos quedaron comprendidas entre el grupo más rendidor de acuerdo a la diferencia mínima significativa, y 32 en el segundo grupo más rendidor.

En el Cuadro 5, se presentan las medias de diez características agronómicas de las 51 familias S_1 más rendidoras en Ocotlán y Río Bravo. Para rendimiento, días a floración masculina, altura de planta y mazorca, las medias fueron: 5769 Kg/ha, 69 días, 216 y 98 cm respectivamente. Para los porcentajes de prolificidad, acame de tallo, acame de raíz, mala cobertura,

Cuadro 5.- Medias de diez características agronómicas de las 51 familias S₁ más rendidoras en Ocotlán y Río Bravo, 1981.

Familia No.	Rend. de Mz. Kg/ha 15 % Hum.	P.M.	P.M.C.	D.F.	A.P. (cm)	A.M. (cm)	P.A.R.	P.A.T.	P.P.M.	P.M.V.
47 +	11482	128	10	67	230	104	5	32	5	0
39	9023	111	8	65	187	99	5	0	27	0
10	8493	101	21	67	233	101	5	25	14	0
95 +	8062	116	18	69	242	123	18	32	22	0
17	8035	114	14	71	230	124	8	11	24	0
16	7958	103	0	69	238	126	5	43	13	0
30 +	7918	108	21	71	229	114	17	35	22	0
14	7863	127	13	71	259	109	0	27	15	0
85 +	7853	122	4	71	222	116	20	31	15	0
77 +	7838	130	0	69	240	98	12	20	20	0
22	7761	117	0	70	236	106	0	26	20	0
99	7578	110	5	72	245	118	11	20	24	0
55	7537	119	15	69	222	104	21	18	25	0
97 +	7531	119	32	70	248	113	11	27	19	0
00 +	7519	142	23	69	213	110	18	18	27	0
37	7460	103	15	69	235	107	11	24	5	0
42	7358	127	8	68	230	95	8	30	21	3
07	7356	128	5	70	244	119	15	32	25	0
75	7348	123	7	70	241	118	20	34	7	0
02 +	7347	134	8	72	217	105	23	21	12	0
05	7304	98	0	71	204	85	0	0	15	4
77	7135	118	9	68	219	92	10	34	20	0
36 +	7114	101	5	70	214	90	0	17	9	0
47 +	7092	107	10	71	230	109	9	26	16	0
64	7089	107	15	70	226	114	25	35	10	0
64	7034	110	15	70	221	97	8	23	22	0
08	7013	114	0	69	243	112	5	43	19	0
56 +	6981	111	0	70	233	105	7	23	9	0
28 +	6979	103	4	67	254	128	21	23	16	0
11	6952	103	5	71	218	109	11	30	9	0
88 +	6883	99	17	70	226	121	16	32	25	0
41 +	6871	104	1	71	108	107	7	21	14	4
04 +	6869	120	0	69	202	87	5	31	9	0
24 +	6824	110	16	71	231	112	22	17	10	0
21	6817	119	19	68	203	86	10	28	29	0
52	6785	119	4	70	247	108	8	29	29	0
48	6775	117	3	67	200	90	11	17	21	0
31	6770	127	5	68	209	103	20	34	6	0
19	6736	118	11	68	216	97	5	42	25	0
34	6707	111	9	70	221	93	7	27	11	0
26 +	6668	123	0	68	201	84	0	8	13	0
84	6665	132	9	70	247	114	11	26	13	0
04	6658	106	4	74	253	123	11	8	7	0
82	6645	97	13	67	243	109	5	18	10	0
14	6644	142	0	70	243	109	15	12	16	0
57	6640	109	12	69	235	105	5	30	5	0
33	6640	121	5	72	230	119	13	25	7	0
27	6610	108	4	73	236	127	14	34	27	0
47	6589	125	4	70	204	88	17	11	15	0
68	6579	124	13	71	229	118	15	11	22	0
20	6567	127	4	70	208	100	0	21	16	0
media	5769	106	8	69	216	98	10	25	19	0.1
M.S. 0.05	1741	23	14	3	17	12	15	19	14	0

Familias seleccionadas en base a todas las localidades.

podrición de mazorca y mildew vellosa, fueron: 106, 25, 10, 8, 19 y 0.1 respectivamente.

En promedio de las dos localidades, la familia más rendidora fue la 247, siendo también una de las seleccionadas en base a todas las localidades. Dentro del segundo grupo de familias más rendidoras, solamente se seleccionó una familia, y en el tercer grupo más rendidor quedaron comprendidas 25 familias.

El criterio de selección de las familias a recombinar, consistió en tomar notas visuales 20 días antes y al momento de la cosecha, asignándole asteriscos a las familias de cada bloque, de cada repetición y cada experimento (incluyendo el de Matamoros, Coah.) con mayor rendimiento, sanidad de planta y mazorca, buen porte de planta y mazorca, y con el mínimo de acame de raíz y tallo. Procurando seleccionar familias más precoces que la media y con buena cobertura de mazorca. De ésta forma, se calificaron las mejores 3 a 4 familias de cada bloque para sumarizar todas las observaciones (ver Cuadro 6), procediéndose a seleccionar las 2 a 3 familias de cada bloque con el mayor número de asteriscos que mostraron menor porcentaje de mildew vellosa, y que coincidieran en el mayor número de repeticiones de los experimentos de Río Bravo, Ocotlán y Matamoros.

El comportamiento de las familias seleccionadas en Ocotlán se presenta en el Cuadro 7. El rango de rendimiento de las fa-

Cuadro 6.- Criterio utilizado en el campo para la selección de las familias S₁ a recombinar.

Familia No.	Río Bravo	Matamoros	Ocotlán	Total
10	*****			6
24	***	**	***	8
26		****		4
28	**	****	**** A ⁺	10
37	*	*	*	3
39	***	*	* A	5
40		*	**	3
42	*	*	**	4
45	*****	****	****	13
49	**	***		5
51	*	**	****	7
54	*	***	***	7
56	*	**	*	4
63	**	***	*** T ⁺	8
73	*****		*	6
76	***		**	5
77	***		**** AT	7
78		*	*** T	4
80	***		***	6
81		**	*	3
95	****	*****	** A	11
100	***	*	**	6
102	**		****	6
116	*	**	** T	5
130		*	*	2
136	*****	*	***	9
141	***	**	****	9
144	***		***	6
147	*	**	**	5
154	**	*	***	6
158		*	*	2
179		*	***	4
185	*	****	*** A	8
186	*	*	**	4
188	**	**	***	7
197	**	**	***	7
198	***		**	5
204	*	**	**	5
226	*		*** T	4
229	***		***	6
246		**	**	4
247	*****	*	****	11

* Indica la calificación asignada a una familia dentro de un bloque y una repetición. Entre mayor número de asteriscos, la familia tiene mayor valor agronómico visual.

+ A= alta, T= tardía.

Cuadro 7.- Medias de diez características agronómicas de las familias S₁ seleccionadas en Ocotlán, Jal., 1981.

Familia No.	Rend. de Mz. Kg/ha 15 % Hum.	P.M.	P.M.C.	D.F.	A.P. (cm)	A.M. (cm)	P.A.R.	P.A.T.	P.P.M.	P.M.V.
247	14032	156	11	71	259	121	0	29	0	0
102	10649	178	8	74	253	129	13	26	8	0
77	10499	155	0	73	285	127	0	20	14	0
95	9610	138	35	74	283	158	7	34	13	0
185	9558	144	7	76	240	139	10	19	13	0
197	9198	138	41	72	293	139	0	40	13	0
130	9161	116	29	76	262	131	7	20	11	0
28	8888	121	7	73	299	160	9	15	4	0
54	8835	128	0	70	255	117	0	26	14	0
136	8633	107	0	73	256	117	0	25	9	0
56	8558	127	0	75	263	132	0	36	4	0
37	8489	127	17	75	275	137	12	9	9	0
188	8423	113	25	74	253	154	18	24	14	0
179	8407	142	12	69	234	121	0	12	8	0
141	8375	117	3	75	246	136	0	23	19	7
100	8271	169	30	76	254	143	10	18	23	0
198	8231	107	18	76	268	130	0	26	18	0
204	8208	136	0	74	225	103	0	29	9	0
147	8025	118	20	75	268	137	8	22	13	0
51	8014	149	22	72	256	131	15	32	16	0
42	7891	166	32	72	239	108	7	30	21	0
40	7824	120	18	72	262	151	17	7	11	0
116	7746	103	46	74	268	133	0	43	19	0
80	7720	131	21	70	259	120	8	9	18	0
63	7655	115	14	70	268	130	7	39	11	0
226	7622	119	8	70	258	140	10	17	13	0
186	7553	147	0	71	194	115	0	35	17	0
24	7481	125	31	73	262	138	18	15	11	0
26	7432	141	0	71	224	102	0	16	13	0
78	7354	164	10	71	271	131	7	54	22	0
229	7330	142	7	75	260	138	13	28	11	0
81	7100	130	20	72	236	118	0	32	13	0
158	7028	106	7	70	253	122	0	45	11	0
76	6993	107	17	73	254	125	7	27	16	0
45	6934	107	16	70	216	82	10	27	13	0
154	6839	105	20	71	252	121	0	29	18	0
144	6762	159	23	77	225	113	7	24	9	0
246	6726	113	0	72	232	122	18	26	18	0
49	6319	147	0	74	204	101	0	39	21	0
10	6179	109	0	72	234	113	0	25	14	0
73	5904	109	8	73	189	81	8	16	18	0
39	5723	108	17	75	263	139	9	11	11	0
\bar{X}	8052	130	14	73	251	126	6	26	13	0
\bar{X}	7076	123	13	73	253	124	6	31	15	0.2
D	976	7	1	0	-2	2	0	-5	-2	-0.2

familias seleccionadas fue de 5723 a 14032 Kg/ha, con un diferencial de selección de 976 Kg/ha. Para altura de planta, acame de tallo, pudrición de mazorca y prolificidad se obtuvieron diferenciales de selección favorables de -2 cm, -5, -2 y 7 por ciento respectivamente.

Para días a floración masculina y porcentaje de acame de raíz, el diferencial de selección fue de cero. Por tanto, para estas características, no se espera cambio alguno en su media con la selección. Para altura de mazorca y porcentaje de mala cobertura, se estimó un diferencial de selección de 2 cm y uno por ciento respectivamente. Con respecto al porcentaje de infección por el patógeno causal del mildew veloso, todas las familias mostraron cero porcentaje de infección, con excepción de dos, las cuales tuvieron un porcentaje de infección dentro del rango de resistencia.

En el Cuadro 8, se presenta el comportamiento de las familias seleccionadas en Río Bravo. El rango de rendimiento fue de 3140 a 8933 Kg/ha, con un diferencial de selección de 801 Kg/ha. Para las características porcentaje de prolificidad y pudrición de mazorca, el diferencial de selección fue de 6 y -3 respectivamente. Para altura de planta, días a floración masculina, porcentaje de mala cobertura y mildew veloso, los diferenciales de selección fueron igual a cero.

En el Cuadro 9 se presentan las medias y diferenciales de

Cuadro 8.- Medias de diez características agronómicas de las familias S₁ seleccionadas en Rfo Bravo, Tamps., 1981

Familia No.	Rend. de Mz. Kg/ha 15 % Hum.	P.M.	P.M.C.	D.F.	A.P. (cm)	A.M. (cm)	P.A.R.	P.A.T.	P.P.M.	P.M.V.
247	8933	100	9	62	202	88	9	36	9	0
100	6768	115	17	63	172	78	26	18	30	0
130	6676	100	13	67	197	98	27	51	32	0
95	6514	95	0	65	201	88	29	30	31	0
37	6431	80	12	63	195	77	9	30	0	0
24	6168	95	0	69	199	86	26	18	9	0
147	6159	95	0	66	193	82	9	29	19	0
185	6147	100	0	67	204	93	30	42	17	0
10	5928	100	0	65	185	57	9	17	13	0
26	5921	105	0	65	178	66	0	0	13	0
63	5912	105	0	65	198	79	17	45	28	0
197	5864	100	23	67	203	87	23	13	26	0
144	5799	105	13	69	159	74	0	17	35	0
73	5683	100	0	64	159	59	13	0	13	0
136	5595	95	10	68	173	63	0	9	10	0
158	5555	106	0	67	193	75	31	31	29	0
204	5531	105	0	65	178	71	9	33	9	0
49	5523	100	9	66	157	70	0	9	9	0
56	5403	94	0	69	203	78	13	10	13	0
141	5367	90	0	68	169	79	13	20	10	0
188	5342	85	9	66	200	89	13	39	36	0
45	5263	100	9	63	156	53	0	0	22	0
77	5177	105	0	66	194	70	24	20	25	0
116	5099	90	18	69	190	68	9	9	10	0
28	5070	85	0	62	209	96	32	38	28	0
42	5018	105	0	64	175	58	0	28	29	0
80	4999	100	0	64	170	77	0	39	0	0
78	4726	95	0	72	180	74	9	23	13	0
81	4716	80	0	63	158	62	9	20	32	0
76	4689	95	0	65	186	84	0	26	26	0
226	4545	76	0	64	172	75	22	0	17	0
154	4525	79	0	64	168	76	20	9	24	0
51	4523	100	0	66	164	61	0	23	26	0
39	4519	90	0	71	191	84	13	13	9	0
246	4243	95	0	66	160	58	9	0	9	0
179	4210	90	10	63	154	62	0	9	21	0
229	4064	75	0	69	189	80	23	23	17	0
198	4046	95	0	66	191	81	13	9	34	0
102	4046	90	9	69	181	81	32	17	15	0
54	3776	85	0	65	153	68	0	0	31	0
40	3576	70	0	70	175	83	9	0	23	0
186	3140	94	0	64	160	67	10	37	10	0
X	5266	95	4	66	178	75	13	20	19	0
X	4465	89	4	66	178	72	15	19	22	0
D	801	6	0	0	0	3	-2	1	3	0

Cuadro 9.- Medias de diez características agronómicas de las familias S₁ seleccionadas en Río Bravo y Ocotlán, 1981.

Familias No.	Rend. de Mz. Kg/ha 15 % Hum.	P.M.	P.M.C.	D.F.	A.P. (cm)	A.M. (cm)	P.A.R.	P.A.T.	P.P.M.	P.M.V.
247	11482	128	10	67	230	104	5	32	5	0
95	8062	116	18	69	242	123	18	32	22	0
130	7918	108	21	71	229	114	17	35	22	0
185	7853	122	4	71	222	116	20	31	15	0
77	7838	130	0	69	240	98	12	20	20	0
197	7531	119	32	70	248	113	11	27	19	0
100	7519	142	23	69	213	110	18	18	27	0
37	7460	103	15	69	235	107	11	24	5	0
102	7347	134	8	72	217	105	23	21	12	0
136	7114	101	5	70	214	90	0	17	9	0
147	7092	107	10	71	230	109	9	26	16	0
56	6981	110	0	70	233	105	7	23	9	0
38	6979	103	4	67	254	128	20	23	16	0
188	6883	99	17	70	226	121	16	32	25	0
141	6871	104	1	71	208	107	7	21	14	4
204	6869	120	0	69	202	87	5	31	9	0
24	6824	110	16	71	231	112	22	17	10	0
63	6783	110	7	68	233	104	12	42	20	0
26	6667	123	0	68	201	84	0	8	13	0
42	6455	136	16	68	207	83	4	29	25	0
116	6423	96	32	71	229	105	5	26	15	0
80	6360	115	10	67	214	98	4	24	9	0
179	6309	116	11	66	194	91	0	11	15	0
54	6306	107	0	67	204	92	0	13	22	0
158	6291	106	4	69	223	99	15	38	20	0
144	6280	132	18	73	192	94	4	26	22	0
51	6268	125	12	69	210	96	7	27	21	0
198	6138	101	9	71	229	106	7	18	26	0
45	6099	104	13	66	185	67	5	14	18	0
226	6065	107	4	67	215	107	16	9	15	0
10	6054	104	0	68	209	85	5	21	14	0
78	6040	129	5	71	225	102	8	38	18	0
49	5921	124	5	70	180	85	0	24	15	0
81	5908	105	10	67	197	90	5	26	22	0
76	5841	101	9	69	220	104	4	26	21	0
73	5794	104	4	69	174	70	11	8	16	0
40	5700	95	9	71	218	117	13	4	17	0
226	5697	107	4	67	215	107	16	9	15	0
154	5682	92	10	68	210	98	10	19	21	0
246	5485	104	0	69	196	90	13	13	14	0
186	5347	121	0	68	177	91	5	36	14	3
39	5121	99	8	73	227	111	11	12	10	0
X	6659	113	9	69	216	100	9	22	17	0
X	5769	106	8	69	216	98	10	25	19	0.1
D	890	7	1	0	0	2	-1	-3	-2	-0.1

selección de las familias escogidas, que se evaluaron en Ocotlán y Río Bravo. Los diferenciales de selección para rendimiento, acame de tallo, prolificidad, acame de raíz y pudrición de mazorca, fueron todos favorables con una magnitud de 890 Kg/ha, -3, 7, -7 y -2 por ciento respectivamente. Los correspondientes a altura de planta, altura de mazorca, días a floración masculina, mala cobertura y mildew veloso, fueron: 0 cm, 2 cm, 0 días, 1 y 0 por ciento respectivamente.

Las medias de rendimiento (de mazorca al 15% de humedad), prolificidad, por ciento de acame de tallo y pudrición de mazorca, de las familias seleccionadas en la localidad de Matamoros, Coah., se presentan en el Cuadro 10. Para este experimento, no se determinaron los diferenciales de selección de las características evaluadas, porque no se estimó la media general, al eliminarse muchas parcelas.

El análisis de varianza en bloques al azar de diez características agronómicas de 256 familias S_1 evaluadas en Ocotlán, se presentan en el Cuadro 11. Para todas las características evaluadas, se presentaron diferencias entre familias altamente significativas. La excepción fue para la infección de mildew veloso, en la cual no se detectaron diferencias significativas entre familias. Los coeficientes de variación para todas aquellas características que se distribuyen normalmente, como rendimiento, prolificidad, días a floración masculina, altura de planta y mazorca, resultaron de una magnitud aceptable. Para

Cuadro 10.- Medias de cuatro características agronómicas de las familias S₁ seleccionadas en Matamoros, Coah., 1982.

Familias	Rend. de Mz.	P.M.	P.A.T.	P.M.P.
No.	Kg/ha 15 % Hum.			
28	7620	111	8	5
49	7375	133	9	9
95	7266	113	8	23
45	7062	100	11	20
54	6960	129	11	11
141	6956	127	15	12
185	6653	100	15	9
63	6613	125	17	33
188	6402	91	15	0
26	6029	114	5	22
42	6004	127	21	21
81	5895	86	6	6
186	5744	120	20	11
24	5450	109	12	22
51	5357	112	9	24
197	5537	91	9	3
204	5152	103	17	10
77	5052	114	19	21
246	4982	86	6	14
147	4878	89	6	10
56	4784	81	6	21
136	4651	89	6	19
198	4531	88	6	33
102	4230	73	12	21
179	4146	91	9	27
130	4077	81	6	24
154	4026	69	5	33
40	3788	70	8	11
116	3736	87	5	21
37	3688	121	7	6
10	3664	80	9	29
39	3254	88	6	7
78	3154	63	9	45
158	3140	92	6	24
247	2750	105	5	20
73	2733	80	7	8
144	2718	86	9	23
80	1924	67	11	38
100	1835	111	18	30
229	1786	83	12	20
76	1722	53	8	32
226	948	88	9	23
—				
X	4625	96	10	19

Cuadro 11.- Análisis de varianza para diez características agronómicas de familias S₁ evaluadas en Ocotlán, Jal., 1981.

Fuente de Variación	g.l.	Cuadrados Medios									
		Rend. de Mz. Kg/ha 15 % Hum.	P.M.	P.C.M.	D.F.	A.P. (cm)	A.M. (cm)	P.A.R.	P.A.T.	P.P.M.	P.M.V.
Repeticiones	1	24576	0	1446	116	67	276	3	157	63	5
Familias	255	4268530**	1111**	301**	9**	911**	553**	102**	446**	66**	2
Error	255	1848826	302	148	4	229	103	67	129	45	2
Total	511	3052740	705	227	6	569	328	84	287	51	2
C.V. (%)		19	14	94	3	6	8	138	37	44	811

** Significativo al nivel de probabilidad de 0.01 por ciento.

el resto de las características con excepción de por ciento de mildew vellosa y por ciento de acame de raíz, los coeficientes de variación, aunque todavía altos, sufrieron una notoria disminución al aplicar la transformación arco seno de la raíz cuadrada del porcentaje, ya que es común obtener valores mayores de 100 por ciento. Para mildew vellosa, debido a que la media fue casi cero por ciento, no fue posible reducir el coeficiente de variación con la transformación arco seno.

En el Cuadro 12, se presenta el análisis de varianza para diez características agronómicas de las familias S_1 , evaluadas en Río Bravo. Para todas las características evaluadas, se observaron diferencias altamente significativas entre familias. La excepción fue para los porcentos de prolificidad y mildew vellosa, para los cuales se obtuvieron diferencias significativas y no significativas respectivamente. Los coeficientes de variación de las características que se distribuyen normalmente, resultaron de muy buena magnitud; excepto para rendimiento, debido probablemente, a la heterogeneidad del suelo, por haber sembrado todos los bloques de cada repetición a lo largo del lote. Para el resto de las características, los coeficientes fueron altos.

En el Cuadro 13, se presenta el análisis de varianza combinado para las familias S_1 de la población TIWF-DMRC4 evaluadas en Ocotlán y Río Bravo. El Cuadrado medio de las familias, resultó en todos los casos altamente significativo, con excepción

Cuadro 12.- Análisis de varianza para diez características agronómicas de familias S₁ evaluadas en Río Bravo, Tamps., 1981.

Cuadrados Medios											
Fuente de Variación	g.l.	Rend. de Mz. kg/ha 15 % Hum.	P.M.	P.C.M.	D.F.	A.P. (cm)	A.M. (cm)	P.A.R.	P.A.T.	P.P.M.	P.M.V.
Repeticiones	1	25433660	2799	171	9	13173	3575	1242	1164	14066	0
Familias	255	2559118**	308*	131*	10**	583**	246**	238**	403**	282**	0
Error	255	1308653	248	63	5	78	41	159	245	160	0
Total	511	1979873	283	97	8	355	150	201	326	248	0
C.V. (%)		26	18	186	3	5	9	87	83	56	α

*, ** Significativo al nivel de probabilidad del .05 y .01 porciento, respectivamente.

Cuadro 13.- Análisis de varianza combinado para diez características agronómicas de familias S₁ evaluadas en Ocotlán, Jal., y Río Bravo, Tamps., 1981.

Fuente de Variación	g.l.	Cuadrados Medios									
		Rend. de Mz. Kg/ha 15 % Hum.	P.M.	P.M.C.	D.F.	A.P. (cm)	A.M. (cm)	P.A.R.	P.A.T.	P.P.M.	P.M.V.
Ambientes (A)	1	1735171461	300877	19383	11516	1452176	703554	18628	38050	13322	8
Repeticiones/A	2	12728363	1400	808	63	6620	1926	627	660	7065	3
Familias (F)	255	4731492**	826**	293**	14**	1277**	678**	186*	520**	217**	1
A X F	255	2097122**	593**	139**	5	217**	121**	154**	328**	130*	1
Error	510	1578251	275	105	5	153	72	113	187	102	1
Total	1023	4210003	788	181	18	1881	926	1607	343	164	1
C.V. (%)		22	16	119	3	6	9	104	55	54	1147

*, ** Significativo al nivel de probabilidad del .05 y .01 por ciento respectivamente.

de acame de raíz y mildew vellosa, que fue significativo y no significativo respectivamente. El Cuadrado medio de la interacción localidades x familias fue altamente significativo para rendimiento, altura de planta, altura de mazorca, prolificidad, mala cobertura de mazorca, acame de tallo y pudrición de mazorca. Esto nos señala una falta de consistencia relativa de las diferencias entre familias a través de las dos localidades. Para acame de raíz, la interacción fue solamente significativa y para días a floración, las diferencias entre familias fueron relativamente las mismas de localidad a localidad por la falta de significancia del Cuadrado medio de la interacción de localidades x familias. Los coeficientes de variación para rendimiento, días a floración masculina, altura de planta, altura de mazorca y prolificidad, fueron: 22, (un poco alto), 3, 5, 9 y 16 por ciento respectivamente. Para el resto de las características los coeficientes de variación fueron altos.

En el Cuadro 14, se presenta la estimación de la varianza genética (aditiva en ausencia de dominancia), de diez características agronómicas de la población TIWF-DMRC4. Es importante señalar que la varianza genética para la reacción a mildew vellosa se ha agotado, por lo que se puede especular que los genes de resistencia han sido fijados en su mayoría. Otra observación importante, es que los valores de la varianza genética para días a floración masculina, son prácticamente los mismos en Ocotlán y Río Bravo. Esto es, consistente con la falta de significancia de la interacción de las localidades x familias.

Cuadro 14.- Estimación de varianza genética para diez características agronómicas de la población TIWF-DMRC4 en Ocotlán, Jal. y Río Bravo, Tamps., 1981.

Característica	Localidad		
	Ocotlán	Río Bravo	Combinado
Rendimiento de mazorca	1248411	625233	658593
Prolificidad de mazorca	405	30	58
Porcentaje de Mala cobertura	76	34	39
Días a floración masculina	2	3	2
Altura de planta (cm)	341	253	265
Altura de mazorca (cm)	225	102	139
Porcentaje de Acame de raíz	17	40	8
Porcentaje de Acame de tallo	158	79	48
Porcentaje de Pudrición de mazorca	11	61	22
Porcentaje de Mildew veloso	0	0	0

Los coeficientes de variación genética, dan una idea clara de la varianza genética, existente en las familias S_1 con relación a la media de comportamiento de la población. En el Cuadro 15, se observa que en general, existe consistencia entre los valores de los coeficientes de variación genética en ambas localidades, excepto para porciento de mala cobertura de mazorca.

En el Cuadro 16, se presenta la heredabilidad en sentido estrecho, asumiendo que no existe varianza de dominancia para las características evaluadas. En general, existe consistencia entre los valores de heredabilidad entre las localidades, excepto para prolificidad y acame de tallo. En base al análisis combinado, las heredabilidades de mayor magnitud, fueron para altura de planta (0.83 ± 0.09), altura de mazorca (0.82 ± 0.09) y días de floración masculina (0.63 ± 0.09). Estos valores son los comunmente esperados, debido a que son características simples y poco afectadas por el medio ambiente. Para rendimiento, la heredabilidad fue de 0.56 ± 0.10 . Todos los coeficientes resultaron diferentes de cero, a excepción del acame de raíz.

En el Cuadro 17, se presentan las ganancias por ciclo esperadas por selección entre progenies S_1 . La ganancia para rendimiento fue de 567 y 392 Kg por ciclo en Ocotlán, Jal., y Río Bravo, Tamps., respectivamente. Si se practica selección para ambas localidades, se espera una ganancia de 496 Kg por ciclo de selección. Si en Ocotlán se efectúa selección para prolificidad, esperaríamos una ganancia de 5 porciento en el número

agronómicas en la población TIWF-DMRC4 en Ocotlán, Jal., y Río Bravo, Tamps.
1981.

Característica	Localidad		
	Ocotlán	Río Bravo	Combinado
Rendimiento de mazorca	16	18	14
Prolificidad de mazorca	16	6	7
Porcentaje de Mala cobertura	68	138	72
Días a floración masculina	2	3	2
Altura de planta (cm)	7	9	8
Altura de mazorca (cm)	12	14	12
Porcentaje de Acame de raíz	70	44	28
Porcentaje de Acame de tallo	40	47	28
Porcentaje de Pudrición de mazorca	21	35	25
Porcentaje de Mildeu veloso	0	0	0

Cuadro 16.- Estimación de la heredabilidad y error estándar de diez características agroeconómicas en la población TIWF-DMRC4 en Ocotlán, Jal., y Río Bravo, Tamps. 1981.

Características	Localidad		
	Ocotlán	Río Bravo	Combinado
Rendimiento de mazorca	0.58 \pm 0.10	0.49 \pm 0.10	0.56 \pm 0.10
Prolificidad de mazorca	0.73 \pm 0.09	0.19 \pm 0.11	0.20 \pm 0.11
Porcentaje de mala cobertura	0.51 \pm 0.10	0.52 \pm 0.10	0.53 \pm 0.10
Días a floración masculina	0.52 \pm 0.10	0.53 \pm 0.10	0.63 \pm 0.09
Altura de planta (cm)	0.75 \pm 0.09	0.87 \pm 0.09	0.83 \pm 0.09
Altura de mazorca (cm)	0.81 \pm 0.09	0.83 \pm 0.09	0.82 \pm 0.09
Porcentaje de Acame de raíz	0.34 \pm 0.11	0.33 \pm 0.11	0.17 \pm 0.12
Porcentaje de Acame de tallo	0.71 \pm 0.09	0.39 \pm 0.10	0.37 \pm 0.10
Porcentaje de Pudrición de mazorca	0.32 \pm 0.11	0.43 \pm 0.10	0.40 \pm 0.10
Porcentaje de Mildeu vellosa	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00

Cuadro 17.- Ganancia* por ciclo esperada y respuesta porcentual** de la selección entre familias S₁ en base a cada localidad y en base a las dos localidades de Ocotlán, Jal., y Río Bravo, Tamps., 1981.

Característica	Localidad					
	Ocotlán		Río Bravo		Combinado	
	*	**	*	**	*	**
Rendimiento de mazorca	567	(8.0)	392	(8.8)	496	(8.6)
Prolificidad de mazorca	5	(4.1)	1	(1.1)	2	(1.9)
Porcentaje de mala cobertura	1	(7.7)	0	(0.0)	0	(0.0)
Días a floración masculina	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)
Altura de planta (cm)	-2	(-0.8)	0	(0.0)	0	(0.0)
Altura de mazorca	1	(0.8)	3	(4.2)	2	(2.0)
Porcentaje de Acame de raíz	0	(0.0)	-1	(-6.7)	0	(0.0)
Porcentaje de Acame de tallo	-4	(-12.9)	1	5.3	-1	(-4.0)
Porcentaje Pudrición de mazorca	-1	(-6.7)	-1	(-4.5)	-1	(-5.3)
Porcentaje de Mildew veloso	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)

* Calculada como $\Delta G_c = Dh^2$ y $D = (\bar{X}_s - \bar{X})$
 ΔG_c

** $R(\%) = \frac{\Delta G_c}{\Delta G_c} \times 100.$

de mazorcas por cada 100 plantas. En la misma localidad para altura de mazorca y por ciento de acame de tallo, esperaríamos una disminución de 2 cm y 4 por ciento respectivamente.

Finalmente, en el Cuadro 18 se presentan las correlaciones fenotípicas para nueve características agronómicas en base al análisis combinado. De las correlaciones importantes desde el punto de vista de predicción, tenemos la altura de planta con altura de mazorca, con días a floración masculina y con rendimiento. Altura de mazorca con días a floración masculina, con prolificidad y con rendimiento, y por último, prolificidad con rendimiento. El resto de las correlaciones, carecen de valor de predicción, no obstante que hayan sido significativas.

Cuadro 18.- Correlaciones fenotípicas entre nueve características agronómicas estimadas con familias S₁ de la población de maíz TIWF-DMRC4 evaluadas en Ocotlán, Jal., y Río Bravo, Tamps., 1981.

Características	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1. Rendimiento de mazorca	1.00	0.74**	0.23**	0.44**	0.66**	0.66**	-0.27**	-0.23**	-0.27**
2. Prolificidad de mazorca		1.00	0.16**	0.43**	0.60**	0.61**	-0.26**	0.22**	0.17**
3. Porcentaje de mala cobertura			1.00	0.25**	0.27**	0.27**	-0.07	0.13**	-0.05
4. Días a floración				1.00	0.73**	0.74**	-0.22**	0.20**	-0.18**
5. Altura de planta (cm)					1.00	0.93**	-0.29**	0.37**	-0.25**
6. Altura de mazorca (cm)						1.00	-0.25**	0.33**	-0.24**
7. Porcentaje de Acame de raíz							1.00	-0.15**	0.03
8. Porcentaje de Acame de tallo								1.00	-0.06
9. Porcentaje de Pudrición de mazorca									1.00

** Significativo al nivel de probabilidad del 1%.

V. DISCUSION

En general, se observó que la localidad de Ocotlán presentó, para todas las características, los promedios más altos, excepto para acame de raíz y pudrición de mazorca (Figuras 1, 2 y 3), en comparación con Río Bravo; por consiguiente, se puede inferir, que es un medio de alto nivel productivo. Por lo tanto, era de esperarse estimas de heredabilidad y respuesta a la selección altas, según Vela y Cárdenas (1970). Lo que en realidad sucedió; sin embargo, la selección en el medio de alto nivel productivo no será lo más adecuado, debido a que la prueba de "F" para la interacción localidades x familias fue altamente significativa para todas las características, excepto para días a floración que mostró igual comportamiento a través de las localidades.

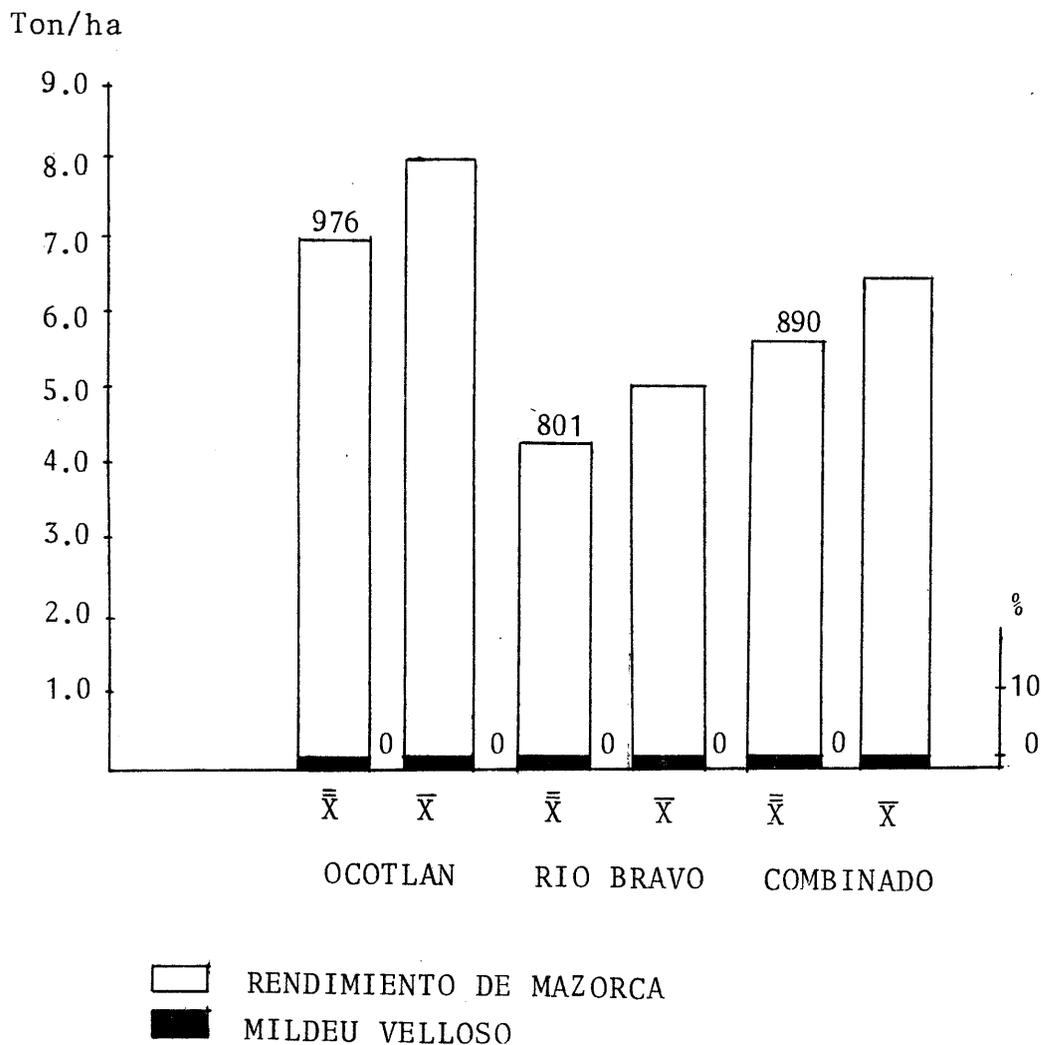
Si observamos detalladamente las Figuras 1, 2 y 3 podemos inferir que el mayor rendimiento mostrado por las familias S_1 evaluadas en la localidad de Ocotlán, obedece a un incremento en la estructura general de la planta, más claramente observada en aumentos de altura de planta, altura de mazorca y días a floración masculina. El carácter prolificidad de mazorca, también jugó un importante papel para incrementar el rendimiento. En cambio, para Río Bravo se obtuvieron promedios más bajos para las mismas características, aunque para días a floración solamente

V. DISCUSION

En general, se observó que la localidad de Ocotlán presentó, para todas las características, los promedios más altos, excepto para acame de raíz y pudrición de mazorca (Figuras 1, 2 y 3), en comparación con Río Bravo; por consiguiente, se puede inferir, que es un medio de alto nivel productivo. Por lo tanto, era de esperarse estimas de heredabilidad y respuesta a la selección altas, según Vela y Cárdenas (1970). Lo que en realidad sucedió; sin embargo, la selección en el medio de alto nivel productivo no será lo más adecuado, debido a que la prueba de "F" para la interacción localidades x familias fue altamente significativa para todas las características, excepto para días a floración que mostró igual comportamiento a través de las localidades.

Si observamos detalladamente las Figuras 1, 2 y 3 podemos inferir que el mayor rendimiento mostrado por las familias S_1 evaluadas en la localidad de Ocotlán, obedece a un incremento en la estructura general de la planta, más claramente observada en aumentos de altura de planta, altura de mazorca y días a floración masculina. El caracter prolificidad de mazorca, también jugó un importante papel para incrementar el rendimiento. En cambio, para Río Bravo se obtuvieron promedios más bajos para las mismas características, aunque para días a floración solamente

Figura 1.- Representación gráfica de la media general de las familias S_1 ($\bar{\bar{X}}$) y media de las familias S_1 seleccionadas (\bar{X}) de las características rendimiento de mazorca y mildew velloso en las localidades de Río Bravo y Ocotlán, 1981.



son diferencias numéricas, ya que su comportamiento fue similar en las dos localidades. Probablemente, la reducción en las medias (altura de planta y altura de mazorca), se debió a una mayor competencia por nutrientes, ya que se tienen problemas de fijación de los mismos en esta localidad, por lo tanto, el tenerse una mayor heterogeneidad en el suelo, los coeficientes de variación fueron de mayor magnitud, principalmente, para aquellas características que siguen una distribución normal, no obstante, los valores que se consignan, se encuentran dentro del margen de aceptación regular de experimentación para dicha localidad.

La metodología de selección recurrente entre líneas S_1 aplicada en la población TIWF-DMRC4 para mejorar la resistencia a la enfermedad del mildew vellosa, fue efectiva. Otros autores (Jinahyon, 1973; Prasatsrisupab, 1979; etc.), también han mostrado que esta metodología es efectiva. Los métodos de campo para la evaluación de la resistencia y el rendimiento, son semejantes a los propuestos por Aday y Carangal (1971), la única diferencia es el uso del dispersor conidial para favorecer la infección natural (Girón, 1981). Para la reacción del mildew vellosa, el valor de la varianza genética estimada a partir de las familias S_1 derivadas del cuarto ciclo de selección (C4), fue igual a cero. Lo que demuestra, que en pocos ciclos de selección, se acumuló un suficiente número de genes para resistencia a la enfermedad. La heredabilidad, para esta característica, fue cero, debido al valor de la varianza genética.

Estos resultados son apoyados por los trabajos de Jinahyon (1973), y Prasatsrisupab (1979).

Para rendimiento, como era de esperarse, se encontró una mayor respuesta a la selección en la localidad de Ocotlán (567 Kg por ciclo), siendo 175 Kg más alta que la ganancia esperada para la localidad de Río Bravo, donde fue de 392 Kg. Por otra parte, debido a la falta de consistencia ya mencionada de las familias, la selección debe de realizarse en las dos localidades, de esta manera, se espera una ganancia por ciclo de 496 Kg. La estima de la heredabilidad del rendimiento fue relativamente alta, explicable, en base a la magnitud del rango observado para esta característica y que pudo originarse por cosechar plantas con mazorcas bien formadas y plantas sin mazorcas o mal formadas. Cabe recordar que sólo se cosecharon plantas con competencia completa y se utilizó una densidad de población alta (62,500 plantas/ha), si se considera la estructura de la planta (porte normal), de esta manera, es posible que se formara una gran variación aparente que dió como resultado valores de heredabilidad de esa magnitud.

Bajo condiciones ambientales favorables, la prolificidad puede ser un buen estimador del rendimiento (la correlación fenotípica en Ocotlán fue .74), y su estima de heredabilidad por lo general es alta. Lo anterior pudo constatarse en la localidad de Ocotlán en donde se estimó una heredabilidad de 0.73 ± 0.09 ; sin embargo, este comportamiento no fue consistente a través

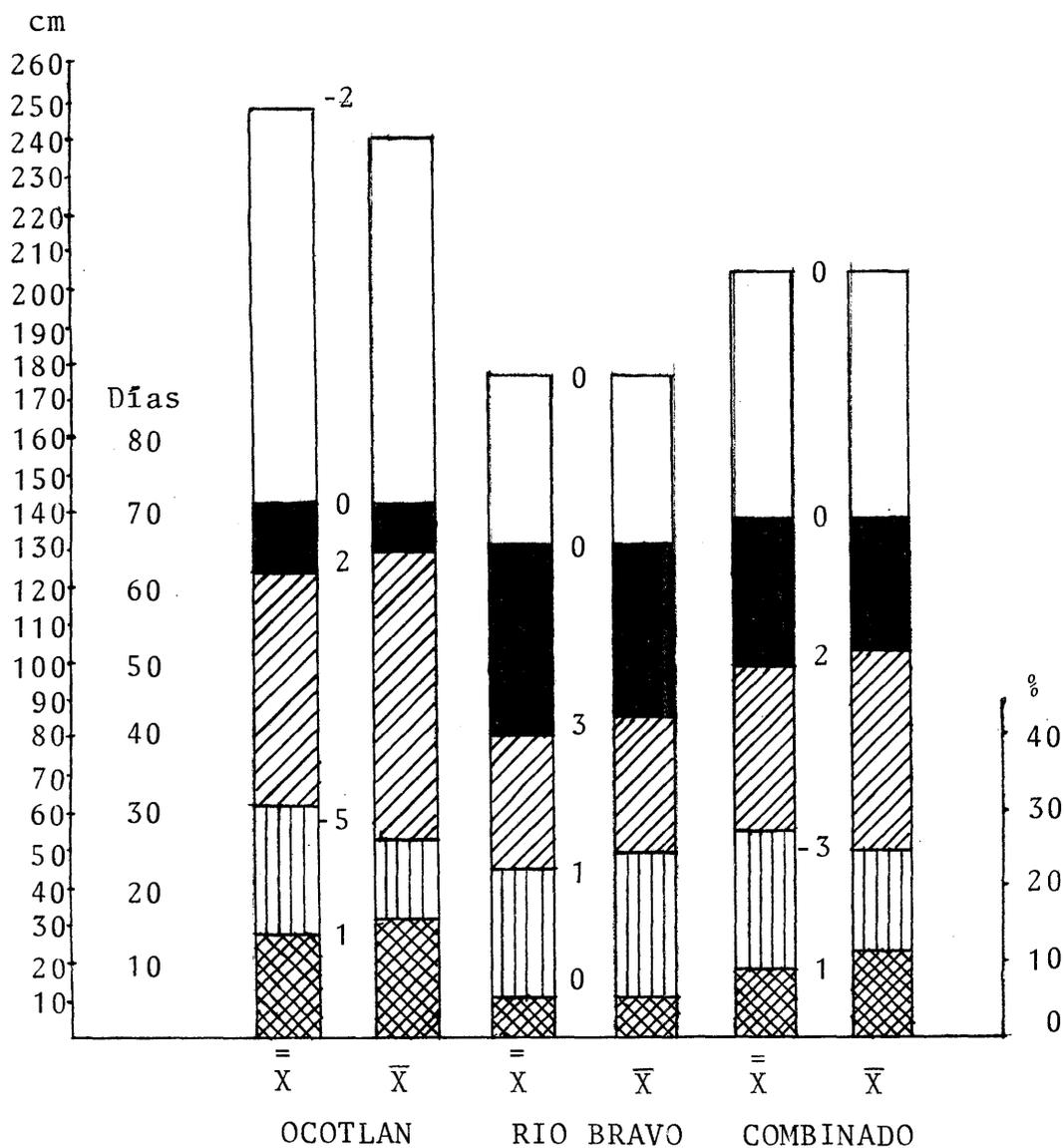
de dos localidades, ya que en Río Bravo, la estima de heredabilidad para este carácter fue baja. Con éstos resultados, podemos inferir, que la prolificidad es una característica que es afectada por el medio ambiente y en donde la densidad de población y la fertilidad del suelo, son los factores responsables para que se manifieste, La heredabilidad de esta variable, estimada a partir del análisis combinado, fue baja y se debió principalmente a la densidad de población utilizada, aunado al efecto de la heterogeneidad del suelo, observada en Río Bravo, lo que motivó una mayor competencia por nutrientes afectando la estima de la heredabilidad. La importancia de este carácter es el impacto que tiene sobre el rendimiento (Russell y Vega, 1972; El-Lakany y Russell, 1971). Si ignoramos los efectos de interacción, localidades x familias, la localidad de Ocotlán sería el medio idóneo para realizar selección con ésta característica al esperar un incremento de cinco por ciento por cada ciclo de selección. Mientras que si seleccionamos en las dos localidades, el incremento es de solamente dos por ciento por cada ciclo de selección.

Con lo que respecta a las variables, días a floración masculina, altura de planta y altura de mazorca que estuvieron altamente correlacionadas con el rendimiento, se observó, que para días a floración, las diferencias a través de las localidades fueron solamente numéricas y que se explican en base a las diferencias climatológicas de las regiones de prueba, siendo su comportamiento consistente a través de éstas. En la Fi-

gura 2, puede observarse, que no hubo cambio alguno sobre la media de esta característica por efecto de la selección al obtener un diferencial de selección esperado igual a cero en las dos localidades, lo que explica en parte, la falta de significancia para la interacción y el hecho de que su varianza genética fuera de un valor relativamente bajo. La estima de heredabilidad para esta característica, es alta y es la comúnmente esperada por ser un carácter que se hereda por un número reducido de genes.

En el caso de la altura de planta y altura de mazorca, son variables que están correlacionados con días a floración, mostrando una mayor altura en promedio en la localidad de Ocotlán, explicable en base al ciclo vegetativo un poco tardío y por las condiciones ambientales más favorables, principalmente por una menor competencia de nutrientes. Las estimas de heredabilidad para estas características fueron altas 0.83 y 0.82 respectivamente y pueden tener explicación en el valor estimado para la varianza genética, además de ser características que se heredan en forma poco compleja. En la Figura 2, se observa una reducción en altura de planta en las familias seleccionadas en Ocotlán y esto se debe, a que en la calificación visual para las familias S_1 a recombinar, se seleccionaron aquellas familias con un porte de planta inferior a la media de la población. Esta tendencia fue más notoria en esta localidad, por la gran variabilidad que exhibieron las líneas S_1 de la población TIWF-DMRC4, advertida en la amplitud del rango observado para ésta característica; de ésta manera, se espera una reducción

Figura 2.- Representación gráfica de la media general de las familias S_1 (\bar{X}) y media de las familias S_1 seleccionadas (\bar{X}) de las características altura de planta, días a floración, altura de mazorca, acame de tallo y mala cobertura en las localidades de Río Bravo y Ocotlán, 1981.



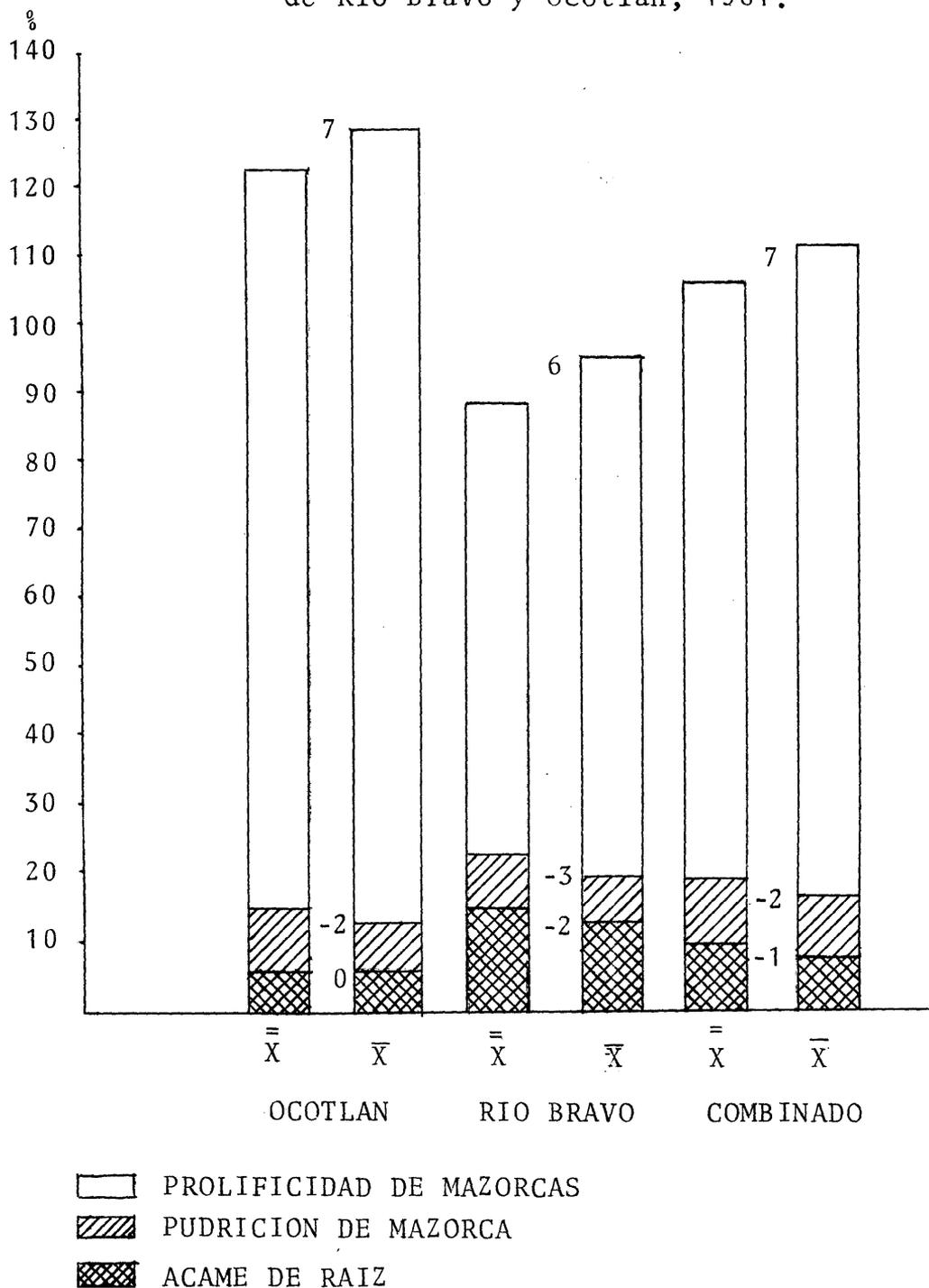
-  ALTURA DE PLANTA
-  DIAS A FLORACION
-  ALTURA DE MAZORCA
-  ACAME DE TALLO
-  MALA COBERTURA DE MAZORCA.

de 2 cm por ciclo de selección. Mientras que si realizamos la selección en Río Bravo y en ambas localidades, no hay respuesta. Por la relación que existe entre altura de planta y altura de mazorca, era de esperarse que también se presentara un decremento de altura de mazorca en Ocotlán, y en Río Bravo permaneciera más o menos constante, sin embargo, ocurrió lo contrario y la tendencia de la altura de la mazorca es a incrementar, Genter (1973), también informó sobre la misma tendencia al evaluar líneas S_1 . Si la selección se realiza en las localidades Ocotlán y Río Bravo, se espera un incremento de 2 cm por ciclo de selección.

Para otras características agronómicas que se observaron en la evaluación de las familias S_1 , los resultados se explican como sigue: El acame de tallo, alcanzó mayores proporciones en Ocotlán por el porte que se tuvo de la planta, más bien alto, y en donde la densidad de la población utilizada, fue de gran importancia para que esta característica se manifestara. En Río Bravo el acame de tallo, fue originado por daño inferido por el gusano barrenador y pudrición del tallo, lo cual es un problema de importancia económica en esta localidad.

El acame de raíz fue de mayor importancia en Río Bravo, donde alcanzó niveles substanciales, es probable que esta característica se favoreciera, por el desequilibrio de nutrientes que se estableció al aumentar las unidades de nitrógeno y fósforo y mantener el nivel de fertilidad natural del potasio;

Figura 3.- Representación gráfica de la media general de las familias S_1 (\bar{X}) y media de las familias S_1 seleccionadas (\bar{X}) de las características prolificidad de mazorca, pudrición de mazorca y acame de raíz en las localidades de Río Bravo y Ocotlán, 1981.



por consiguiente, la deficiencia de potasio en el suelo, fue la causa principal para que el acame de raíz se favoreciera, estos resultados son explicados en base a los trabajos de Fisher y Smith (1960). Es posible que el desequilibrio ya mencionado fuera más notorio en Río Bravo por la heterogeneidad del suelo y los problemas de fijación de nutrientes, a esto hay que agregar, los fuertes vientos que normalmente se presentan en esta localidad, lo que influyó en un mayor volcamiento de la planta.

Para reducir el acame del tallo, la localidad de Ocotlán sería la más adecuada, al tener una respuesta a la selección de cuatro por ciento por cada ciclo de selección. Mientras que si se realiza en Río Bravo y Ocotlán, la reducción, será de solamente uno por ciento por cada ciclo de selección. Las estimas de heredabilidad a partir del análisis combinado, son bajas y se debe a que son características muy afectadas por el medio ambiente.

Con lo que respecta a los problemas de pudrición de mazorca, éstos se pueden explicar de la forma siguiente: En Río Bravo, una mayor pudrición de mazorca estuvo ligada a la precocidad de algunas familias y a la mala cobertura de mazorca, por lo tanto, bajo las condiciones ambientales que prevalecen, principalmente en lo referente a la alta humedad relativa, determinaron una mayor pudrición de mazorca. Mientras que en Ocotlán, la pudrición de mazorca estuvo ligada a un mayor por ciento de

plantas acamadas y a la mala cobertura de mazorca. Las estimas de heredabilidad de mala cobertura y pudrición de mazorca, son relativamente altas, y originadas por la variabilidad que éstas características mostraron. Para la pudrición de mazorca la respuesta a la selección es de uno por ciento para las dos localidades. Para mala cobertura se obtiene un incremento de uno por ciento, cuando la selección se realiza en Ocotlán. Mientras que en Río Bravo, no hay respuesta a la selección.

Los coeficientes de variación genética para las características agronómicas evaluadas fueron de substancial magnitud, principalmente para características indeseables, como pudrición de mazorca, acame de tallo, acame de raíz y mala cobertura de mazorca. Esta variabilidad puede ser explicada en base a la amplitud de los rangos observados para estas características, estos resultados son apoyados por las investigaciones de Carangal, *et al* (1971) y Genter (1973), quienes también informaron sobre una gran variabilidad para el acame de tallo y acame de raíz en la evaluación de líneas S_1 . Para rendimiento y componentes del mismo, los coeficientes de variación genética presentaron valores relativamente bajos, aunque la magnitud de éstas estimas son de gran importancia y por consiguiente, se espera que al seguir aplicando la selección recurrente haya una respuesta positiva para mejorar el rendimiento.

Finalmente, cabe señalar que las estimaciones de heredabilidad

están sobreestimadas, debido a que provienen de ensayos de rendimiento realizados en un año y dos localidades; por esta razón, la fuente de variación de la interacción localidades x familias, cuya esperanza de cuadrado medio fue $\sigma^2 + 2\sigma_{fl}^2$ lleva implícita la interacción de Fam x Loc x año, σ_{fla}^2 , o sea, $\sigma^2 + 2(\sigma_{fla}^2 + \sigma_{fl}^2)$. Para el caso de la fuente de variación de familias quedaría de la forma siguiente:

$\sigma^2 + 2(\sigma_{fla}^2 + \sigma_{fl}^2) + 4(\sigma_{fl}^2 + \sigma_f^2)$. En otras palabras, la heredabilidad está sobreestimada, porque llevan implícita la componente de interacción localidades x familias x años (σ_{fla}^2). Asimismo, la respuesta a la selección, también está sobreestimada por asumir que no existen efectos de dominancia en las familias S_1 ($\sigma_D^2 = 0$).

VI. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se desarrollo la presente investigación, las principales conclusiones obtenidas son las siguientes:

1. La selección recurrente entre líneas S_1 , fue efectiva para mejorar la resistencia al mildew veloso y será afectiva para rendimiento, ya que se espera un incremento de 496 Kg por ciclo seleccionando en las localidades de Ocotlán y Río Bravo.
2. La varianza genética para resistencia a mildew veloso, fue igual a cero en las familias S_1 derivadas del cuarto ciclo de selección (C4), de la población TIWF-DMR. Por consiguiente, se incorporó resistencia casi completa a la población, al estimar una media de 0.1 por ciento para la infección del patógeno, en comparación con el grado de infección que presentó el testigo de maíz palomero Rubust (70%), a través de 50 repeticiones.
3. En la localidad de Ocotlán se presentaron condiciones favorables para una mejor diferenciación de las familias S_1 evaluadas, obteniéndose estimas de heredabilidad altas, y respuestas a la selección favorables para

casi todas las características evaluadas. Bajo estas condiciones, la característica prolificidad de mazorca, estuvo altamente correlacionada con el rendimiento ($r = 0.74$), por lo que también es importante como estimador del mismo.

4. En la población TIWF-DMRC4, se observa una gran variabilidad genética para las características agronómicas acame de tallo, acame de raíz, mala cobertura y pudrición de mazorca.
5. Las correlaciones fenotípicas de mayor importancia fueron: Altura de planta con altura de mazorca ($r = 0.93$), altura de planta con días a floración ($r = 0.73$), altura de planta con rendimiento ($r = 0.66$), altura de mazorca con días a floración ($r = 0.74$), altura de mazorca con prolificidad ($r = 0.66$), altura de mazorca con rendimiento ($r = 0.66$) y por último, prolificidad de mazorca con rendimiento ($r = 0.74$).

VII. BIBLIOGRAFIA

- Aday, B.A., Carangal y A.C. Mercado. 1972. The Philippines experience on breeding for downy mildew resistance and results of IACP DMR trials. Proc. Inter-Asian Corn Impr. Work. 8: 10-12
- Aday, B.A. 1975. The Philippine program on breeding for resistance to downy mildew of maize. Trop. Agric. Res. 8:207-219
- Barredo, F.C. y O.R. Exconde. 1973. The Philippines experience on the incidence of corn downy mildew as affected by inoculum susceptible and environment. Proc. Inter-Asian Corn Impr. Work. 9:28-29
- Carangal, V.R., M. Claudio, M. Sumayao. 1970. Breeding for resistance to maize downy mildew caused by *Sclerospora philippinensis* in the Philippines. Indian Phytopathol. 23: 285-306.
- _____, S.M. Ali, A.F. Koble, E.H. Rinkle y J.C. Sentz 1971. Comparison of S_1 with testcross evaluation for recurrent selection in maize. Crop. Sci. 11:658-661.
- Cochran, W.G. y G.M. Cox. 1974. Diseños experimentales. 3 ed.

México, Trillas, 661p.

Chang, S.C., C.P. Cheng. 1968. Inheritance of resistance to *Sclerospora sachari*. Miyake in corn. Rept. Corn Res. Center, Tai. 6:1-6.

Chang, S.C. 1969. Genetic studies of resistance to downy mildew in corn by means of cromosomal translocation. Rept. Cor Res. Center, Tai. 7:1-6.

De Leon, C. 1974. Downy mildew de maíz y sorgo. II Simposio Nacional de Parasitología Agrícola. Mazatlán, Sin., Mex. 1-18.

_____ 1976. Selection for disease resistance in CIMMYTs maize program. CIMMYT. Plant Pathologist. 10:168-172.

El-Lakany, M.A. y W.A. Russell. 1971. Relationship of maize characters with yield in testcrosses of inbreds at different plant densities. Crop Sci. 11:698-701.

Fisher, F.L. y O.E. Smith. 1960. The influence of nutrient balance on yield and lodging in corn, Agron. J. 52:201-204.

Futrell, M.C. y R.A. Frederiksen. 1970. Distribution of sorghum downy mildew (*Sclerospora sorghi*) in U.S.A. Plant Dis. Rept. 54(4):311-314.

- Frederiksen, R.A., A.J. Bocholt, L.E. Clark, J.W. Cospers, J. Craig, J.W. Johnson, B.L. Jones, P. Matocha, F.R. Miller, L. Reyes, D.T. Rosenow, D.T. Tuleen, H.J. Walker. 1973. Sorghum downy mildew. A disease of maize and sorghum. Texas Agric. Exp. Stn. Res. Monogr. 21:1-32.
- Frederiksen, R.A. y A.J. Ullstrup. 1975. Sorghum downy mildew in the United States. Proc. Symp. on downy mildew of maize. Trop. Agric. Res. Ser. 8:39-43.
- Frederiksen, R.A. y B.L. Renfro. 1977. Global status of maize downy mildew. Ann. Rev. Phytopathol. 15:249-275.
- Genter, C.F. y M.W. Alexander. 1962. Comparative performance of S_1 progenies and test-crosses of corn. Crop Sci. 2:516-519.
- _____ y _____. 1966. Development and selection of productive S_1 inbred lines of corn (*Zea mays* L.) Crop Sci. 6:429-431.
- Giron, C.R. 1978. Sociedad Mexicana de Fitopatología A.C. Técnica de campo para la inoculación conidial del mildew vellosa (*Sclerospora sorghi*) Weston y Uppal. En Río Bravo, Tamps. VIII Congreso Nacional de Fitopatología. Oaxtepec, Mor. Mex. pp. 49-52.

- _____. 1980. Dispersor conidial para evaluar vulnerabilidad al mildew velloso (*Peronosclerospora sorghi*) Weston y Uppal; C.G. Shaw. En poblaciones de maíz. SARH INIA. CIAGON. CAERIB.
- Gómez, A.A., F.A. Aquilizan, R.M. Payson y A.G. Calub. 1963 Preliminary studies on inheritance of reaction of corn to downy mildew disease. Philipp. Agric. 47:113-116.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. México. UNAM. 241 p.
- Genter, C.F. 1973. Comparison of S_1 and testcross evaluation after two cycles of recurrent selection in maize. Crop Sci. 13:524-527.
- Jinahyon, S. 1973. The genetics of resistance and its implications in breeding for resistance in corn. Proc. Inter-Asian Corn Impr. Work. 9:30-39.
- Kaneko, K. y B.A. Aday. 1980. Inheritance of resistance to philippine downy mildew of maize. Crop Sci. 20:590-594.
- Márquez, S.F. 1974. El problema de la interacción genético-ambiental en genotecnia vegetal. Chapingo, Mex. Patena, A.C. 113 p.

- Pratt, R.G. 1978. Factores que afectan la germinación de zoosporas de *Sclerospora sorghi*, *Proceeding Sorghum Dis. and Insect Resistance. Works.* pp 48-51.
- Prasatsrisupab, T. 1979. Evaluation of progress from selection for resistance to downy mildew The composite Thai # 1 DMR. M.S. Thesis. Kasetsart University. Bankock, Thailand. 82 p.
- Reyes, L., D.T. Rosenow, R.W. Berry y M.C. Futrell. 1964. Downy mildew and head smut disease of sorghum in Texas. *Plant Dis. Repr.* 48:249-253.
- Russell, W.A. y V.A. Vega. 1972. An evaluation of five cycles of recurrent selection for specific combining ability in two maize populations. *Amer. Soc. Agron. Abs:*18.
- Sowell, G. Jr. y H.B. Harris. 1969. Downy mildew of sorghum in Georgia. *Plant Dis. Repr.* 53:4
- Shah, S.M. 1973. Some epidemiological factors affecting sorghum downy mildew epidemics in Thailand. *Proc. Inter-Asian Corn Impr. Work.* 9:14-27.
- Singh, J. 1974. Relative reaction of maize varieties to downy mildew over varied environment (based on international downy mildew nursery 1969-1973). *Proc. Symp. on downy*

mildew of maize. Trop. Agric. Res. Ser. 8:129-152.

Safeeulla, K.M. 1975. Infection of maize by downy mildew on
Trop. Agric. Res. Series 8:83-99.

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

VIII. APENDICE

Cuadro 1A.- Características climatológicas de las regiones de Río Bravo, Tamps., Ocotlán, Jal., Y Matamoros, Coah.

Característica	Río Bravo	Ocotlán	Matamoros
Altura m.s.n.m.	30	1527	1120
Localización	25° 59' LN	20° 17' LN	25° 32' LN
Geográfica	98° 6' LW	102° 45' LW	103° 25' LW
Precipitación			
Media Anual	517.0 mm	818.8 mm	226.9 mm
Temperatura			
Media Anual	23.0°C	21.7°C	21.7°C
Clasificación			
Climática	BS ₁ (h')hx'(e')	(A)C(w ₀)(w)a(e)g	BWhw''(e')