

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



"SELECCION FAMILIAL DE HERMANOS COMPLETOS
PARA RENDIMIENTO Y RESISTENCIA A PUDRICION
DE MAZORCA, *Diplodia maydis* Berk Sacc., EN DOS
POBLACIONES DE MAIZ.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

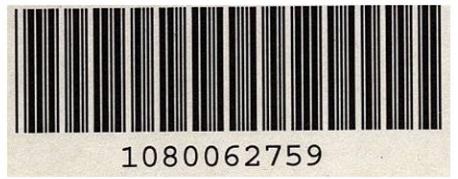
HUGO CESAR RODRIGUEZ TORRES

140.633
FA16
1983

MARIN, N. L.

SEPTIEMBRE DE 1983

T
SB191
.M2
R634
C.1



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



"SELECCION FAMILIAL DE HERMANOS COMPLETOS
PARA RENDIMIENTO Y RESISTENCIA A PUDRICION
DE MAZORCA, *Diplodia maydis* Berk Sacc., EN DOS
POBLACIONES DE MAIZ.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

HUGO CESAR RODRIGUEZ TORRES

HUGO CESAR RODRIGUEZ TORRES

MARIN, N. L.

SEPTIEMBRE DE 1983.

MARIN, N. L.

SEPTIEMBRE DE 1983

6182

T
SB19L
•M2
R634



Biblioteca Central
Magna Solidaridad
F. Tesis



BU Rauli Rangel Frías
UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURAS

040.633
FA16
1983
c.7

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

"SELECCION FAMILIAL DE HERMANOS COMPLETOS PARA RENDI-
MIENTO Y RESISTENCIA A PUDRICION DE MAZORCA, Diplodia
maydis (Berk.) Sacc., EN DOS POBLACIONES DE MAIZ".

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P R E S E N T A

HUGO CESAR RODRIGUEZ TORRES

MARIN, N.L.

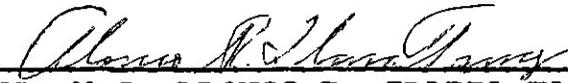
SEPTIEMBRE DE 1983.

"SELECCION FAMILIAL DE HERMANOS COMPLETOS PARA RENDI-
MIENTO Y RESISTENCIA A PUDRICION DE MAZORCA, Diplodia
maydis (Berk.) Sacc., EN DOS POBLACIONES DE MAIZ"

TESIS QUE PRESENTA HUGO CESAR RODRIGUEZ TORRES, COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO
AGRONOMO FITOTECNISTA.

COMISION REVISORA

ASESOR PRINCIPAL



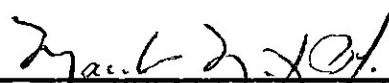
ING. M.C. ALONSO R. IBARRA TAMEZ

ASESOR AUXILIAR:



ING. M.C. LUIS A. MARTINEZ ROEL

ASESOR AUXILIAR:



ING. M.C. MAURILIO MARTINEZ RDZ.

FECHA: SEPTIEMBRE DE 1983.

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

SR. JAIME CATARINO RODRIGUEZ

SRA. GLORIA YOLANDA TORRES DE RODRIGUEZ

A MI ESPOSA:

PERLA ESTHELA

A MIS HIJOS:

ADRIANA GABRIELA

HUGO CESAR

A MIS HERMANOS:

JAIME CATARINO

JUAN CLAUDIO

YOLANDA GUADALUPE

HILDA LETICIA

JOSE CALEB

AGRADECIMIENTOS

AL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGICOLAS

Por permitir las facilidades conferidas para realizar los experimentos.

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA U.A.N.L.

Por los conocimientos transmitidos.

AL ING. M.C. ROBERTO VALDIVIA BERNAL

Coordinador del Programa de Maíz del I.N.I.A. Zona Sur.

AL ING. M.C. ALONSO R. IBARRA TAMEZ

Asesor del presente trabajo, por sus valiosas sugerencias.

A LOS TRABAJADORES DEL PROGRAMA DE MAIZ DEL CAMPO AGRICOLA EXPERIMENTAL COTAXTLA, Y A LOS HABITANTES DEL EJIDO "JUAN JACOBO TORRES", POR SUS ESFUERZOS EN LA REALIZACION DE LAS LABORES DE CAMPO.

A LOS INVESTIGADORES DE LOS PROGRAMAS DE MAIZ DEL CAECOT Y DE SISTEMAS DE PRODUCCION DEL CAEPAP, POR SU AYUDA DESINTERESADA.

INDICE

	PAGINA
INTRODUCCION.	1
REVISION DE LITERATURA	3
MATERIALES Y METODOS	17
RESULTADOS.	28
DISCUSION.	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
RESUMEN.	55
BIBLIOGRAFIA.	57

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO		PAGINA
1	Análisis de varianza para la variable rendimiento del ensayo de progenies de PET. San Andrés Tuxtla, Ver. 1982 B...	29
2	Rendimiento y prueba de Duncan del ensayo de progenie de PET. San Andrés -- Tuxtla, Ver. 1982 B.....	30
3	Análisis de varianza para la variable rendimiento del ensayo de progenies de STD. San Andrés Tuxtla, Ver. 1982 B...	32
4	Rendimiento del ensayo de progenies de STD. San Andrés Tuxtla, Ver. 1982 B...	33
5	Análisis de varianza para la variable pudrición de mazorca del ensayo de progenies de PET. San Andrés Tuxtla, Ver. 1982 B.	34
6	Porcentajes de pudrición de mazorca -- por <u>Diplodia maydis</u> y prueba de Duncan. PET. San Andrés Tuxtla, Ver. 1982 B....	36
7	Análisis de varianza para la variable pudrición de mazorca del ensayo de progenies de STD. San Andrés Tuxtla, Ver. 1982 B.	37
8	Porcentajes de pudrición de mazorca por <u>Diplodia maydis</u> y prueba de Duncan. STD. San Andrés Tuxtla, Ver. 1982 B.	38

CUADRO		PAGINA
9	Coeficiente de correlación en los ensayos de progenies de PET y STD. San Andrés Tuxtla, Ver. 1982 B.....	41
10	Rendimiento y características agronómicas del ensayo de progenies de PET. San Andrés Tuxtla, Ver. 1982 B.....	42
11	Rendimiento y características agronómicas del ensayo de progenies de STD. San Andrés Tuxtla, Ver. 1982 B.....	43
FIGURA		
1	Distribución promedio de temperatura y precipitación en San Andrés Tuxtla, Ver.	18
2	Distribución de porcentajes de pudrición de mazorca. Ensayos de progenies de PET y STD. San Andrés Tuxtla, Ver. 1982 B.....	40
3	Distribución de precipitación y temperatura en San Andrés Tuxtla, Ver. durante los experimentos.....	46

I N T R O D U C C I O N

Aproximadamente el 20% de la superficie nacional destinada a la producción de maíz se localiza en la zona tropical húmeda.

No obstante que dicha zona posee abundantes recursos naturales, los rendimientos unitarios de este cereal son por lo general bajos. Esta situación puede ser en parte explicada por la gran proporción de área que se siembra con variedades criollas de reducido potencial productivo, debido a la susceptibilidad de materiales criollos y mejorados a enfermedades, entre las cuales destaca la pudrición de mazorca por Diplodia maydis (Berk). Sacc., a la acción periódica de los fuertes vientos llamados "nortes" que provocan acame al maíz, así como por los daños que causan las plagas de campo y almacén.

El Programa de Mejoramiento de Maíz del CAECOT*, perteneciente al INIA**, enfoca sus trabajos hacia la formación de variedades capaces de producir rendimientos elevados bajo las condiciones ya descritas. Así, en 1982 inició un proyecto de mejoramiento de cuatro poblaciones tropicales de maíz basado en un sistema de selección recurrente de familias de hermanos completos.

* Campo Agrícola Experimental Cotaxtla.

** Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.

La selección de las mejores familias se realizó tomando en cuenta el rendimiento, resistencia a enfermedades y características agronómicas favorables como porte de planta intermedio y buena cobertura de mazorca. Lógicamente el primer atributo es el que se consideró prioritario.

Sin embargo, dado que en determinadas regiones las enfermedades constituyen la principal limitante en la producción de maíz, se contempla además manejar separadamente, dentro de subpoblaciones, los genotipos que destaquen en primer término en cuanto a resistencia a alguna enfermedad en particular, pero tratando en lo posible de no descuidar el rendimiento y otras características. De esta manera, las subpoblaciones pueden servir como fuentes germoplásmicas de resistencia, tras un manejo intensivo adecuado.

El objetivo del presente trabajo es, así, seleccionar en dos poblaciones las familias para integrar las subpoblaciones resistentes a la pudrición de mazorca causada por Diplodia maydis.

REVISION DE LITERATURA

Mejoramiento de Maíz

Mendoza (1982) opina que el maíz es uno de los vegetales en donde más trabajos de fitomejoramiento se han realizado y que los avances en la genética, fisiología y respecto a su evolución han permitido lograr incrementos en el rendimiento de grano.

Vasal, et al. (1982) señalan que las alternativas que muestran las metodologías de mejoramiento del maíz al fitomejorador caen dentro de dos grandes categorías: (1) formación de híbridos, la cual incluye cruza simples, cruza dobles, cruza de tres líneas, e híbridos varietales, y (2) formación de variedades mejoradas de polinización libre.

Mendoza (1982) anota que los programas de mejoramiento genético de maíz en México contemplaron la obtención de líneas endocriadas para la formación de híbridos y sintéticos pero que, dado el limitado uso a nivel comercial que éstos han tenido, en la actualidad se ha dado mayor importancia al mejoramiento de poblaciones para la formación de variedades de polinización libre que pueden usarse bajo las condiciones de producción propias de los países subdesarrollados.

Mejoramiento Poblacional del Maíz

Hallauer y Miranda (1981) afirman que el mejoramiento poblacional se obtiene mediante el mejoramiento cíclico ó recurrente de variedades de polinización libre, variedades sintéticas o de compuestos formados de mezclas de razas, variedades ó líneas endogámicas; y que las metodologías para este fin incluyen desde el más simple tipo de selección masal para mejoramiento intrapoblacional hasta el complejo procedimiento de selección recíproca recurrente para mejoramiento interpoblacional.

Thomas (1977) menciona que la selección recurrente es un método que involucra la realización de ciclos sucesivos de recombinación de individuos superiores para una característica deseable, dentro de una población dada. Este método en sí no da como resultado la obtención de líneas para la formación de híbridos, sino que sirve para concentrar genes favorables dentro de una población, de la cual pueden ser extraídas líneas superiores.

Gardner (1977) revisó las metodologías de mejoramiento poblacional agrupándolas de la siguiente manera:

1.- Sistema de mejoramiento intrapoblacional:

a) Selección masal estratificada

i. Con control de polen

ii. Sin control de polen

- b) Evaluación y selección de familias de hermanos completos.
- c) Evaluación y selección de familias de medios hermanos.
 - i. Mazorca por surco (sin repeticiones)
 - ii. Pruebas con repeticiones
- d) Mazorca por surco modificada
 - i. Sin control de polen
 - ii. Con control de polen
- e) Evaluación y selección de familias S_1
- f) Evaluación y selección de familias S_2
- g) Selección de familias S_1 basada en la formación de mestizos.

2.- Sistemas de mejoramiento interpoblacional

- a) Selección recíproca recurrente
- b) Selección recíproca recurrente con hermanos completos
- c) Selección recíproca recurrente con hermanos completos usando una línea endogámica como probador derivada de la población probadora.

Gardner (1977) señala además que el principio genético básico involucrado en el mejoramiento poblacional por selección recurrente es simplemente la sustitución de alelos más favorables --

por aquellos menos favorables en la población.

Márquez (1980) considera que, en los métodos de selección familiar, al tomarse como unidad de selección a la familia, los valores fenotípicos son los promedios de sus valores individuales y, por tanto, los efectos ambientales tienden a anularse.

Vasal, et al. (1982) señalan que el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), emplea el método de evaluación y selección de familias de hermanos completos tanto para el mejoramiento de sus poblaciones avanzadas como para la formación de sus variedades experimentales, metodología que se describe a continuación:

- (1) Generación de progenies. Obtener 250 hermanos completos mediante cruzas recíprocas planta a planta entre familias.
- (2) Prueba de progenies. Evaluar las 250 familias de hermanos completos bajo un diseño látice 16 x 16 en 6 localidades.
- (3) Mejoramiento dentro de las familias. Sembrar las 250 familias y autofecundar las plantas con mejores características agronómicas. A la cosecha, seleccionar un promedio de tres autofecundaciones de las mejores familias en base a los resultados de las 6 localidades.

(4) Mejoramiento familiar y recombinación. Sembrar las autofecundaciones, marcar los mejores individuos y polinizarlos manualmente entre sí.

Numerosos informes se han realizado para mostrar la efectividad de la selección recurrente. Así, por ejemplo, Webel y Lonquist (1967) reportaron un incremento promedio de 9.44% durante cuatro ciclos de selección mazorca por surco modificada en la variedad de polinización libre "Hays Golden". De la misma manera, Paterniani (1977) señala que después de tres ciclos de selección entre y dentro de familias de medios hermanos logró un incremento promedio por ciclo de 13.6%.

Moll y Struber (1971) por su parte, señalan que consiguieron un incremento en rendimiento de 20.3% con respecto a la población original tras seis ciclos de selección recurrente de hermanos completos.

Por último, Hallauer y Miranda (1981) resumen la información al afirmar que, en términos generales, todos los sistemas de selección recurrente han aportado una ganancia aproximada en rendimiento de 3% por ciclo.

Resistencia a Enfermedades

Hooker (1977) menciona que el maíz es atacado por una gran cantidad de enfermedades capaces de reducir su rendimiento y su

calidad.

Ullstrup (1977) señala que existen diferentes maneras de controlar las enfermedades del maíz, para mantenerlas a un nivel en el cual causen pérdidas mínimas. Estas incluyen por ejemplo, la rotación de cultivos, mantener un buen balance de nitrógeno en el suelo (en el caso de pudrición del tallo) y el uso de fungicidas.

El mismo autor agrega que el método más importante en el control de enfermedades es, sin embargo, el empleo de variedades ó híbridos resistentes, por su economía y probada efectividad en muchos casos.

Hooker y Saxena (1971) apuntan que fué Biffen en 1905 el primer investigador en afirmar que la resistencia a enfermedades podría heredarse de una manera mendeliana cuando, tras trabajar con la roya amarilla del trigo (Puccinia glumarum), constató que la resistencia a esta enfermedad la condicionó la presencia de un solo gen recesivo. Este primer informe desató la realización de un gran número de investigaciones y ha ocasionado que en los últimos años esta área haya sido motivo de gran interés, por lo altamente notorio de los beneficios que ha reportado.

Simons (1972) considera que la resistencia a enfermedades

en maíz no difiere en lo fundamental a cualquier otro carácter, y que por lo tanto, las metodologías de mejoramiento enfocados a obtenerla son similares.

Hooker (1978) afirma que se ha encontrado resistencia a la mayoría, sino a todas las enfermedades del maíz, y que ésta - - abarca un amplio y continuo arreglo de modelos de interacción - genética, clasificándolos como sigue:

Resistencia mendeliana: Cuando uno o pocos genes dominan--tes, incompletamente dominantes o bien recesivos condicionan la resistencia. Los genes pueden ser independientes, fuerte o dé--bilmente ligados y pueden presentarse en grupos de dos o tres en la misma planta.

Resistencia poligénica: Cuando la resistencia es cuantita--tiva en expresión y poligénica en herencia. La resistencia está muchas veces asociada con efectos genéticos aditivos, siendo la heredabilidad de la reacción a la enfermedad bastante alta.

Resistencia citoplásmica: En algunos casos se ha encontra--do que el citoplasma de la planta determina la mayor parte de - la resistencia o susceptibilidad a la enfermedad. Esto se ha ob--servado contra Helminthosporium maydis raza 0 y Phyllostica maydis.

Robinson (1976) anota que a la resistencia mendeliana se le conoce también con los términos de resistencia vertical, resistencia de gene mayor, resistencia hipersensitiva, resistencia cualitativa, resistencia específica racial, resistencia diferencial. Asimismo, a la resistencia poligénica algunos autores la designan como: resistencia general, resistencia horizontal, resistencia de genes menores, resistencia multigénica, resistencia cuantitativa, resistencia no racial.

Simons (1972) menciona que en la resistencia vertical (generalmente mendeliana) el cultivo será resistente a algunas razas fisiológicas del patógeno, pero susceptible a otras, mientras que en la resistencia horizontal (generalmente poligénica) el hospedero reaccionará de la misma manera con todas las razas del patógeno.

Muchos investigadores, Simons (1972), Robinson (1976), - - Pearson, et al. (1976), coinciden en la idea de que la resistencia poligénica es la más deseable, ya que proporciona una protección más duradera.

Robinson (1976) opina que la resistencia horizontal o poligénica está presente en todos los cultivos y contra todos los patógenos, pero puede variar en su nivel.

Selección recurrente para Resistencia a Enfermedades

Miles, et al. (1980) mencionan que se ha logrado incrementar rápidamente el nivel de resistencia poligénica o cuantitativa a enfermedades mediante programas de mejoramiento basado en metodologías de selección recurrente.

Jinahyon y Rusell (1969) informan que obtuvieron un mejoramiento significativo después de tres ciclos de selección recurrente para acumular resistencia a pudrición de tallo del maíz causada por Diplodia zeae (Sehw) Lev. Dicha selección fué auxiliada por inoculaciones artificiales.

CIMMYT reporta en 1981 que durante 1980 evaluó varios complejos germoplásmicos para determinar el progreso alcanzado en el desarrollo de una mayor resistencia a plagas y/o enfermedades de maíz. Se hizo evidente la existencia de un grado de resistencia más elevado en los últimos ciclos de selección al compararlos con los materiales originales.

Jenkins, et al. (1954) informan haber empleado tres ciclos de selección recurrente para concentrar genes de resistencia al tizón foliar del maíz causado por Helminthosporium turcicum, logrando un alto grado de resistencia.

Grogan y Rosenkranz (1968) señalan que, debido a que sus observaciones muestran que los efectos aditivos son sumamente

importantes en la resistencia al achaparramiento del maíz, el camino lógico para maximizar la acumulación de genes favorables es la selección recurrente.

Miles, et al (1980) consideran que es posible obtener una población mejorada tanto para rendimiento como para resistencia a enfermedades, la cual puede constituir así una fuente de líneas que combinen ambas características.

Resistencia a pudrición de mazorca por Diplodia maydis

De León (1978) anota que las pudriciones de mazorca ocasionadas por Diplodia spp. se presentan generalmente en lugares templados y calientes con abundante humedad.

Shurtleff (1980) manifiesta que este hongo se mantiene como esporas dentro de picnidios sobre residuos de cosecha y como esporas o micelio sobre la semilla. Bajo condiciones de humedad, las esporas son expulsadas de los picnidios y diseminadas por el viento y la lluvia, principalmente. La infección empieza por lo general en la base de la mazorca y avanza en las partes superiores; se ve favorecida cuando se presenta una época de baja humedad relativa en las primeras fases de desarrollo del cultivo seguida por una de considerable humedad justo durante la floración del maíz.

Koehler (1951) citado por Ullstrup (1977), concluye que -- las mazorcas con una pobre cobertura o que permanecen en posición erecta por un largo tiempo presentan una mayor tendencia a infectarse, pero que los factores fisiológicos resultan de mayor importancia para determinar la resistencia a la enfermedad.

Koehler (1953) menciona que los factores que más influyen en la pudrición de mazorca son, en orden decreciente: a) resistencia fisiológica del hospedero, b) cobertura, c) ángulo de inserción de la mazorca en el tallo, d) humedad atmosférica prevaliente durante el período de exposición.

Brauer y Ramírez (1960) corroboran lo anterior al señalar que es posible obtener resistencia a pudrición de mazorca independientemente de la protección mecánica que ofrece el totomoxtle. Sin embargo, agregan, este hecho no disminuye la importancia de la cobertura ya que, siendo un carácter visible, permite una selección eficiente.

Koehler (1953) menciona que la resistencia a Diplodia maydis parece comportarse acorde a la presencia de genes con acción -- aditiva.

Wiser, et al. (1960) en un trabajo en el cual se realizaron inoculaciones artificiales en las mazorcas con una suspensión de esporas de Diplodia maydis, indican que, bajo esas condiciones,

la resistencia al patógeno se manifestó por la capacidad de los materiales evaluados para resistir la infección inicial, más -- que en diferencias en el desarrollo del hongo hacia estados subsecuentes. Agregan que la resistencia a esta enfermedad se heredó aparentemente de una manera cuantitativa.

Hooker (1978) señala que Diplodia maydis puede causar pudriciones de tallo, plántula o mazorca, pero que los factores -- que gobiernan la resistencia en esos casos son independientes.

Hooker (1978) sintetiza la información disponible al resumir que han sido llevados a cabo muy pocos estudios con el objeto de conocer el tipo de herencia que proporciona la resistencia a la pudrición de mazorca por Diplodia maydis, pero que al parecer ésta es de naturaleza poligénica.

Inoculaciones artificiales con Diplodia maydis

Allard (1975) afirma que en las enfermedades epifíticas naturales la infección es generalmente ligera o bien irregular, -- lo que hace difícil distinguir con exactitud entre tipos resistentes y susceptibles; este hecho justifica que la mayor parte de los modernos programas de mejora por resistencia a enfermedades se basen en la inducción artificial de epidemias.

Ortega (1978) opina que "sin lugar a dudas, el desarrollo de técnicas de producción en gran escala de esporas o huevecillos

de insectos, con la finalidad de realizar inoculaciones artificiales uniformes, ha contribuido a conseguir una rápida y más acertada selección de genotipos realmente resistentes".

Hallauer y Miranda (1981) consideran que el desarrollo de un medio artificial que minimice la frecuencia de escape que permita explotar mejor la heredabilidad del carácter y consecuentemente la efectividad de la selección sea superior, será mejor cuando la selección dependa de una infección natural y de los efectos ambientales en el establecimiento y desarrollo del patógeno. Agregan que la selección recurrente parece ser un método efectivo para mejorar la media de comportamiento de una población y las posibilidades de obtener progenies superiores si se emplean las técnicas adecuadas.

Ullstrup (1949, 1970) informa haber desarrollado una metodología para inocular mazorcas con Diplodia maydis realizando incrementos del patógeno en un medio de cultivo a base de avena estéril, para posteriormente preparar una solución de esporas y rociar los estigmas. Encontró asimismo que la época óptima para efectuar la inoculación está comprendida en un período que va desde que la planta alcanza totalmente la floración masculina hasta dos semanas más tarde. Añade que esta técnica proporciona resultados consistentes al evaluar los materiales por su reacción a la enfermedad.

Coutiño (1973) señala que, tras evaluar el éxito de inoculaciones de mazorcas con Diplodia maydis realizados con bomba aspersora, rociadora de jardín y con jeringa sus resultados indican que la última provocó un mayor grado de infección. Este trabajo fue llevado a cabo en Poza Rica, Ver.

Registro del grado de pudrición de mazorca

Wiser, et al. (1960) evaluaron el grado de susceptibilidad a Diplodia maydis observando en el laboratorio dos hileras de granos de cada mazorca inoculada para determinar la presencia del patógeno, y calificaron la reacción a la enfermedad en categorías de 0, 25, 50, 75 y 100% de infección.

Ullstrup (1949) afirma que evaluó la cantidad de pudrición de mazorca en sus tratamientos mediante tres técnicas: (1) porcentaje de pudrición de mazorca, (2) porciento de peso de granos podridos en una muestra de 250 gr, (3) el índice de enfermedad. Determinó que debido a los extremadamente elevados valores de correlación en diferentes años y con diferentes materiales hospederos, los tres métodos son igualmente satisfactorios y se puede optar por el primero, dada su sencillez.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación de la localidad y características climáticas:

Los experimentos se establecieron en terrenos del Ejido -- "Juan Jacobo Torres", Municipio de San Andrés, Tuxtla, Ver. Sus coordenadas geográficas son 18°27' de latitud norte y 95°11' de longitud oeste, con una altura sobre el nivel del mar de 360 m.

El tipo de clima, según García (1973) es el Am (w'')(e) g, que corresponde al de los cálidos húmedos con las siguientes características: lluvias en verano pero presenta canícula, es decir, una pequeña temporada menos húmeda en la mitad lluviosa -- del año; temperatura media anual de 24.5°C, con una oscilación entre 7 y 14°C. y una precipitación total anual de 1,955.5 mm; el mes más caliente del año es antes de Junio.

La figura 1 muestra la precipitación y temperaturas de la localidad a través del año.

Germoplasma utilizado

Se emplearon para la evaluación 250 familias de hermanos -- completos de cada una de las poblaciones que a continuación se describen:

1.- Población Elite Tropical (PET).

Población integrada en un 90% por germoplasma de la raza - Tuxpeño y el resto por razas tipo Vandefío y Pepitilla. El 70% -

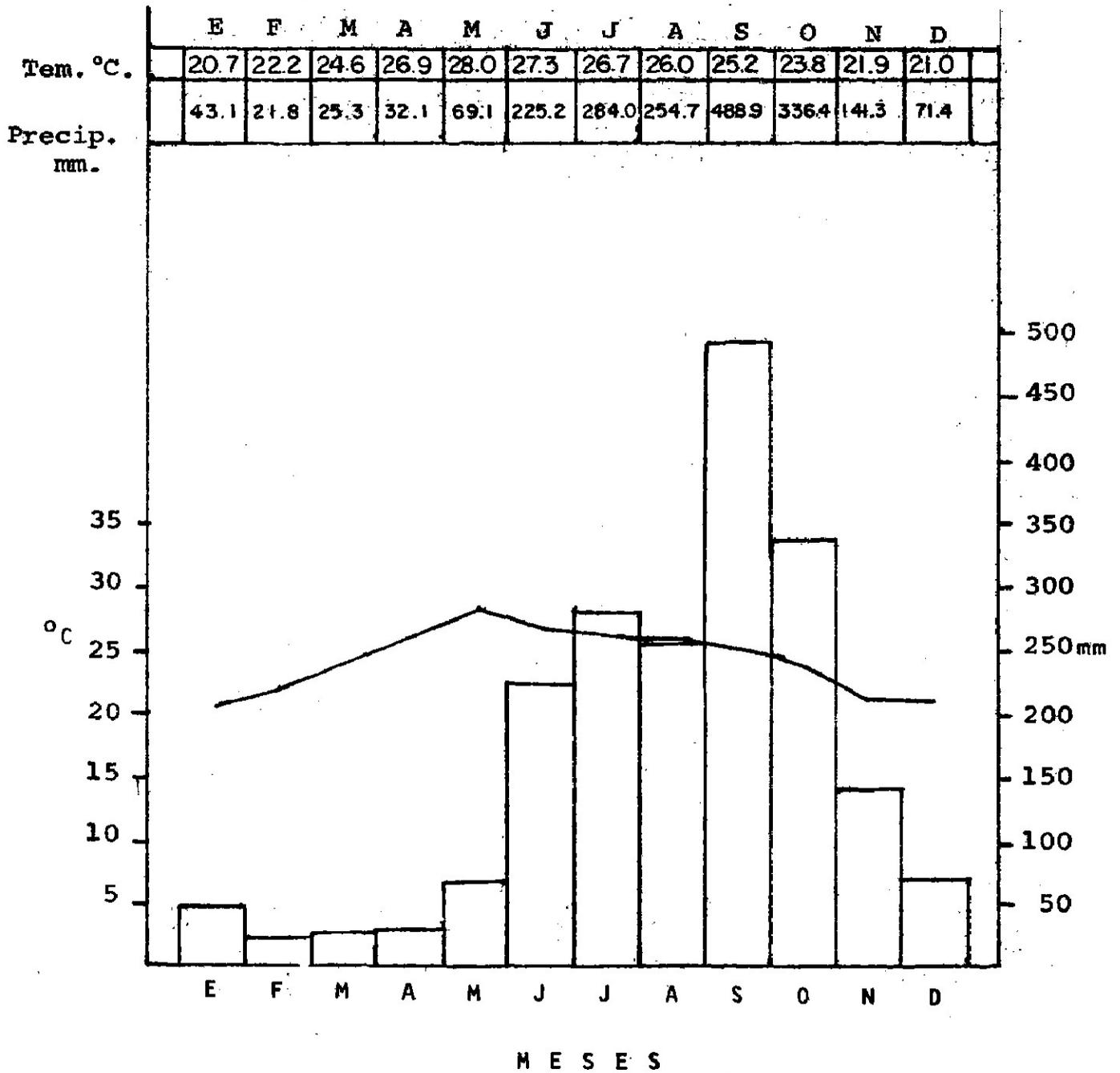


FIGURA 1. Distribución promedio de temperatura y precipitación en San Andrés Tuxtla, Ver.

lo compone un grupo de colectas criollas seleccionadas de evaluaciones realizadas, durante cuatro años, en Yucatán, Chiapas, Guerrero y Nayarit; el resto es material comercial y experimental sobresaliente en el área. La formación de la población se efectuó, por un lado en Nayarit mediante selección recurrente con progenies de medios hermanos en tres ambientes de temporal y concentración en el Campo Agrícola Experimental Santiago Ixcuintla (sistema convergente-divergente), habiéndose completado tres ciclos. Por otro lado, en Guerrero, se realizó la integración en forma parecida. Ambos compuestos juntos constituyen esta población.

2.- Sintético Tropical Dentado (STD).

Es una población originalmente constituida por líneas selectas tropicales de la raza Tuxpeño y denominada en el CIMMYT "La Posta". Está caracterizada por tener grano blanco dentado, porte de intermedio alto y madurez intermedio-tardío.

Las progenies de estas dos poblaciones fueron formadas durante el ciclo de riego de 1982 en el Campo Agrícola Experimental Cotaxtla.

Métodos de campo

Siembra y labores de cultivo:

Los experimentos se desarrollaron bajo condiciones de tem-

poral.

Preparación del terreno.- El terreno fue preparado con un barbecho y dos pasos de rastra; no se surcó.

Siembra.- Las progenies de las poblaciones se sembraron el día 1º de Julio de 1982.

Ya que no hubo surcos, la siembra se alineó con mecate -- marcados cada 75 cm para señalar el distanciamiento entre hileras. Perpendicularmente a éstos, se colocaron otros marcados a 50 cm para indicar el lugar a sembrar.

La siembra se realizó con espeque, depositándose tres semillas por mata y posteriormente se aclaró a dos plantas por mata al primer cultivo.

Fertilización.- Se usó la fórmula 60-00-00, recomendada por el I.N.I.A. para la localidad de siembra, y se aplicó en su totalidad en el primer cultivo.

Control de plagas y maleza.- La semilla fue tratada con -- Furadán 300 TS, 50 ml/kg de semilla, para prevenir daños por las plagas del suelo gallina ciega (Phyllophaga spp.) y larvas de doradillas (Diabrotica spp.), para controlar el gusano cogollero se realizaron dos aplicaciones de Sevín 80 PH, en dosis de 1 kg/ha.

La maleza fue controlada con una aplicación en pre-emergen-

cia con Hierbamina en dosis de 1.5 lts/ha. Además, se efectuó una escarda y el aporque, ambos con yunta.

Inoculación con Diplodia maydis.- Para las pruebas de resistencia a Diplodia maydis se inyectó 5 ml de una suspensión de esporas con una concentración de 55,000 esporas/ml a las mazorcas superiores de las primeras cinco plantas de cada familia, en ambas repeticiones.

Para este fin se usaron jeringas hipodérmicas de tipo veterinario. A la fecha de inoculación PET tuvo 19 días posteriores a la floración y STD solo 13.

Cosecha.- Los experimentos fueron cosechados el 18 de Noviembre de 1982. En todos los casos se cosecharon por separado las mazorcas inoculadas y las no inoculadas de cada familia y de esta manera se formaron dos montones de mazorcas al pie de cada parcela.

De cada parcela se registraron las siguientes variables:

Altura de planta.- Se midieron en centímetros, cinco plantas desde el suelo hasta la punta de la espiga y se obtuvo un promedio de ellas.

Altura de mazorca.- Se estimó un promedio de cinco plantas, en base a su altura en centímetros desde el suelo hasta la inser

ción de la mazorca.

Número de plantas.- Se contabilizó el número total de plantas por parcela.

Número de mazorcas.- Se registró el número de mazorcas a la cosecha en cada parcela.

Calificación de planta.- Se estimó visualmente cada parcela en base a su porte, cobertura de mazorca, sanidad de planta y acame como un conjunto.

Calificación de acame.- Se calificó el grado de acame visualmente.

Calificación de mazorca.- A la cosecha, se calificó al conjunto de mazorcas de cada parcela por su aspecto en cuanto a sanidad, tamaño y uniformidad.

Calificación de enfermedades.- Se calificó visualmente el ataque de las enfermedades foliares causadas por Helminthosporium maydis, Phyllachora maydis y Curvularia sp.

Estas últimas cuatro calificaciones fueron registradas numéricamente, y se otorgaron valores entre 1 y 9, donde 1 correspondió a la peor calificación y 9 para la mejor.

Porcentaje de plantas con mala cobertura.- Se contó el número

ro de plantas que presentaron la punta de la mazorca descubierta y se obtuvo el porcentaje respecto al total de plantas de cada parcela.

Peso húmedo de campo.- Con una balanza de tripié se pesaron las mazorcas no inoculadas de cada parcela a la cosecha.

Contenido de humedad del grano.- A la cosecha se tomaron muestras de grano de cada parcela y se envasaron en bolsas de plástico debidamente identificadas con etiquetas. El contenido de humedad del grano fue calculado posteriormente en el CAECOT y convertido a por ciento de materia seca.

Rendimiento.- Se calculó mediante la fórmula:

$$R = \frac{(PH) (FCKH) (\% MS)}{88}$$

Donde: R = Rendimiento de mazorca al 12% de humedad.

PH = Peso húmedo de campo.

FCKH = Factor de corrección a kg/ha.

% MS = Porcentaje de materia seca

Porcentaje de pudrición de mazorca.- Se consideró el grado de daño visual de pudrición por Diplodia maydis en el conjunto de mazorcas inoculadas de cada parcela y se expresó en porcentaje. Los valores que se otorgaron fueron 0, 20, 40, 60, 80 y 100%.

Métodos estadísticos

Las 250 familias de cada población fueron distribuidas bajo arreglos látice simple 16 x 16 con dos repeticiones. En ambos experimentos se incluyeron los testigos Across 7729, V-424, V-455, VS-525 y Tocumen 7835.

La parcela útil consistió en un surco de 5 m de largo y 0.75 m. de ancho.

Las variables analizadas fueron rendimiento y porciento de pudrición de mazorca por Diplodia maydis. Los datos de ésta última se transformaron mediante la expresión arcoseno (Reyes, 1978).

Se obtuvieron coeficientes de correlación entre las variables rendimiento y porciento de pudrición de mazorca, rendimiento y porciento de mazorcas con punta descubierta y entre porciento de pudrición de mazorca y porciento de mazorcas con punta descubierta.

Se usó la prueba de medias de Duncan al 5% de probabilidad.

Método de laboratorio

La metodología seguida para el aislamiento, incremento y obtención del concentrado de esporas de Diplodia maydis correspondió a lo estipulado por Ullstrup (1949, 1970) mientras que para el conteo de esporas se siguieron las indicaciones de De León -

(1982, comunicación personal). Estos pasos se describen a continuación:

Aislamiento de Diplodia maydis.

Simultáneamente el establecimiento de los experimentos en el campo, en el Laboratorio de Fitopatología del CAECOT se procedió a colocar en cajas Petri estériles un medio de crecimiento de PDA (papa, dextrosa, agar), al cual se le añadió previamente seis gotas por cada 100 ml de ácido láctico al 25% con el fin de inhibir el establecimiento de bacterias.

Posteriormente, en cada caja se sembraron tres granos de maíz provenientes de mazorcas con síntomas de pudrición por Diplodia maydis.

A los pocos días las cajas mostraron el desarrollo de un abundante micelio blanco algodonoso.

Incremento de Diplodia maydis y obtención del concentrado de esporas.

Una semana después de dicha siembra, frascos de vidrio con capacidad de medio litro fueron llenados aproximadamente en dos terceras partes de su volumen con granos de avena y tapados con algodón. Una vez así, se esterilizaron en una olla de presión durante una hora y media a 15 lbs/pul².

Cuando los frascos se enfriaron, se trasplantó a cada uno de ellos aproximadamente un centímetro cuadrado del micelio que se desarrolló en las cajas Petri ya mencionadas, para lo cual se hizo uso de una espátula.

El patógeno prosperó bajo esas condiciones hasta el día 13 de Septiembre, cuando se agregó agua destilada a algunos de los frascos que mostraron mayor esporulación. Así con una espátula se removió y machacó fuertemente el contenido de cada uno de ellos para posteriormente ser tamizado y captado en un recipiente de vidrio. Finalmente, el líquido resultante de cada frasco fue mezclado para obtener el concentrado de esporas.

Conteo de esporas y ajuste de la concentración del inóculo.

Con el fin de ajustar la solución de esporas a 55,000 esporas/ml, se realizó un conteo de esporas de seis muestras del concentrado en un hematocitómetro.

Se calculó la cantidad de agua necesaria para diluir el concentrado de esporas mediante la fórmula:

$$V_f = \frac{V_i \times C_i}{C_f}$$

Donde: V_f = Volumen final de la suspensión de esporas.

V_i = Volumen del concentrado de esporas.

C_i = Concentración de esporas promedio observadas en el hematocitómetro.

Cf = 27.5, producto de dividir 55,000 (concentración de esporas deseada) entre 2,000 (factor de corrección del hematocitómetro).

El concentrado de esporas fue refrigerado hasta el día siguiente, fecha en que constituyó, una vez diluído, el inóculo para las plantas de las familias de PET y STD. La dilución se efectuó en el campo, un poco antes de la inoculación.

RESULTADOS

Rendimiento

Tanto en el experimento correspondiente a PET como en STD el análisis estadístico para la variable rendimiento arrojó una muy reducida eficiencia de los látices con respecto a analizarlos como bloques al azar. Así, y con el fin de reducir complicaciones de cálculo, se optó por analizar ambos ensayos como bloques al azar.

El cuadro 1 muestra el análisis de varianza para PET. Se encontró una diferencia altamente significativa entre tratamientos, pero no entre repeticiones. El coeficiente de variación -- fue de 31.38% y la media general de rendimiento para el experimento, de 4,424 Kg mz/ha.

La prueba de Duncan para comparar los tratamientos se presenta en el cuadro 2. Se observa que un total de 138 familias de PET resultaron estadísticamente iguales a la variedad comercial testigo VS-525 y superiores al resto. Entre ellas, las progenies 61, 123, 168, 248, 94, 188, 236, 63, 196, 20, 47, 140, 79 y 21 registraron los rendimientos numéricamente superiores.

En el mismo cuadro se manifiesta también que el resto de materiales que fueron incluidos como testigos en el experimento

CUADRO 1. Análisis de varianza para la variable rendimiento del ensayo de progenies de PET. San Andrés Tuxtla, Ver. 1982 B.

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADOS MEDIOS	F.C.	F.T.
				0.05	0.01
Tratamientos	812155260	255	3184922	1.65 **	1.00
Repeticiones	7715210	1	7715210	4.00 NS	7.88
Error	491447630	255	1927245		
Total	1311318100	511			

CV = 31.38 %

Media General 4,424 Kg mz/ha

** = Diferencia altamente significativa

NS = Diferencia no significativa

CUADRO 2. Rendimiento y prueba de Duncan del ensayo de progenie de PET. San Andrés Tuxtla, Ver. 1982 B.

No. de Orden	Tratamiento	Rendimiento Kg mz/ha	Duncan (0.05)
1	61	7726	a
2	123	7369	ab
3	168	7201	abc
4	248	7099	abcd
5	94	7028	abcde
6	188	6965	abcdef
7	236	6945	abcdef
8	63	6857	abcdefg
9	196	6785	abcdefgh
10	20	6785	abcdefghi
11	47	6696	abcdefghij
12	140	6596	abcdefghij
13	79	6551	abcdefghijk
14	21	6501	abcdefghijkl
15	46	6452	abcdefghijklm
16	219	6382	abcdefghijklm
17	119	6334	abcdefghijklmn
18	31	6229	abcdefghijklmn
19	75	6227	abcdefghijklmn
20	162	6220	abcdefghijklmn
21	134	6219	abcdefghijklmn
22	141	6204	abcdefghijklmn
23	230	6145	abcdefghijklmno
24	221	6124	abcdefghijklmno
:	:	:	:::::::::::::::
46	VS-525	5575	abcdefghijklmno
:	:	:	:::::::::::::::
127	171	4534	abcdefghijklmno
128	136	4523	abcdefghijklmno
129	170	4513	abcdefghijklmno
:	:	:	:::::::::::::::
138	211	4329	abcdefghijklmno
139	2	4325	abcdefghijklmno
140	146	4295	abcdefghijklmno
:	:	:	:::::::::::::::
234	V-425	2791	opqrstuvwxyz a'b'
:	:	:	::::::::::::::: : :
239	169	2620	qrstuvwxyz a'b'
240	Across 7729	2587	rstuvwxyz a'b'
241	59	2545	rstuvwxyz a'b'
:	:	:	::::::::::::::: : :
252	V-424	1677	xyz a'b'
253	V-455	1394	yz a'b'
254	60	1277	z a'b'
255	Tocumen 7835	1015	a'b'
256	214	283	b'

tuvieron rendimientos extremadamente bajos.

Respecto al ensayo de progenies de STD, en el cuadro 3 se presenta el análisis de varianza. Se puede observar que se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos y entre repeticiones. El coeficiente de variación fue 24.49% y la media general de 5,679 kg mz/ha.

Por otra parte, la comparación de medias por el método de Duncan, cuadro 4, detectó 39 familias estadísticamente iguales a VS-525. Las progenies 203, 108, 156, 61, 37, 36, 162, 167, 247, 46, 288, 42 y 45, entre otras, exhibieron rendimientos numéricamente superiores a VS-525. De la misma manera que en el experimento de PET, los testigos Tocumen 7835, V-425, Across 7729, V-455 y V-424 tuvieron muy bajos rendimientos.

Pudrición de mazorca por Diplodia maydis

Al igual que para rendimiento, se obtuvo una eficiencia muy pequeña de los látices respecto a los bloques al azar, por lo que la variable por ciento de pudrición de mazorca por Diplodia maydis fue analizada también bajo diseños bloques al azar.

El análisis de varianza de PET, cuadro 5, señala que se encontró una diferencia altamente significativa entre tratamientos. La diferencia entre repeticiones no fue significativa. El

CUADRO 3. Análisis de varianza para la variable rendimiento del ensayo de progenies de STD. San Andrés Tuxtla, Ver. 1982 B.

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADOS MEDIOS	F.C.	F.T.
				0.05	0.01
Tratamientos	859831340	255	3371888	1.74 **	1.00
Repeticiones	21672920	1	21672920	11.21 **	7.88
Error	493162010	255	1933969		
Total	1374666270	511			

CV = 24.49 %

Media General = 5679 Kg mz/ha

** = Diferencia altamente significativa

NS = Diferencia no significativa

CUADRO 4. Rendimiento del ensayo de progenie de STD. San Andrés - Tuxtla, Ver. 1982 B.

No. de Orden	Tratamiento	Rendimiento Km mz/ha	Duncan (0.05)
1	203	10280	a
2	108	9612	ab
3	156	9115	abc
4	61	8458	abcd
5	37	8154	abcde
6	36	8068	abcdef
7	162	8057	abcdef
8	167	8026	abcdef
9	247	8016	abcdef
10	46	8009	abcdef
11	228	7915	abcdefg
12	42	7807	abcdefgh
13	245	7720	abcdefghi
14	VS-525 (T)	7672	abcdefghij
15	75	7658	abcdefghijk
16	232	7637	abcdefghijkl
17	69	7578	abcdefghijklm
18	192	7555	abcdefghijklmn
19	184	7489	abcdefghijklmno
20	150	7445	abcdefghijklmnop
21	47	7422	abcdefghijklmnop
22	110	7421	abcdefghijklmnop
23	198	7406	abcdefghijklmnop
24	148	7399	abcdefghijklmnopq
25	173	7390	abcdefghijklmnopq
:	:	:	::::::::::::::::::::
38	6	6899	abcdefghijklmnopq
39	166	6894	abcdefghijklmnopq
40	96	6891	abcdefghijklmnopq
41	103	6854	bcdefghijklmnopq
:	:	:	::::::::::::::::::::
127	82	5726	cdefghijklmnopq
128	223	5706	cdefghijklmnopq
129	129	5696	defghijklmnopq
:	:	:	::::::::::::::::::::
243	Tocumen 7835 (T)	3746	stuvwxyz a'b'
:	:	:	:
246	V-425 (T)	3632	uvwxyz a'b'
247	93	3551	vxyz a'b'
248	95	3437	wxyz a'b'
249	Across 7729 (T)	3380	wxyz a'b'
:	:	:	:::: :::
254	55	2190	a'b'
255	V-455 (T)	1159	b'
256	V-424 (T)	1000	b'

CUADRO 5. Análisis de Varianza para la variable pudrición de mazorca del ensayo de progenies de PET. San Andrés Tuxtla, Ver. 1982 B.

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADOS MEDIOS	F.C.	F.T.
				0.05	0.01
Tratamientos	103279	255	405	1.28 **	1.00
Repeticiones	1054	1	1054	3.34 NS	7.88
Error	80501	255	316		
Total	184834	511			

CV = 32.12 %

Media General = 67.5 %

** = Diferencia altamente significativa

NS = Diferencia no significativa

coeficiente de variación fue 32.12% y la media del experimento de 67.5%.

La prueba de Duncan señala, como se aprecia en el cuadro 6, que 35 tratamientos destacaron estadísticamente con porcentajes que van desde el 0%, familia 66, hasta 40% de pudrición de mazorca, familias 201, 240, etc. La variedad experimental del CIMMYT Tocumen 7835 se encuentra entre los tratamientos superiores, con 39%. El testigo que mostró mayor producción fue VS-525, con 61%. Las progenies más susceptibles al patógeno resultaron ser la 50, 114, 134, 221, 226 y 240, ya que tuvieron un 100% de pudrición de mazorca.

Por lo que toca a STD, en el cuadro 7 aparece el análisis de varianza. Una diferencia altamente significativa fue detectada entre tratamientos, pero no se encontró diferencia significativa entre repeticiones. El coeficiente de variación fue 28.27% y la media del experimento de 61.8%.

Al efectuar la prueba de Duncan, cuadro 8, 49 tratamientos resultaron estadísticamente superiores al resto. Estos se encuentran en un rango de porcentaje de pudrición de mazorca que va desde 11.3%, familia 128, hasta 40%, progenies 207, 240, etc.

Nuevamente, el mejor testigo fue Tocumen 7835, con 29.5% de pudrición de mazorca. Across 7729 y VS-525 fueron los testi--

CUADRO 6. Porcentajes de pudrición de mazorca por Diplodia mayidis y prueba de Duncan. PET. San Andrés Tuxtla, Ver. 1982 B.

No. de Orden	Tratamiento	% Mazorcas Podridas	D
1	66	0.0	a
2	74	5.3	ab
3	38	11.3	abc
4	33	18.4	abcd
5	40	18.4	abcd
6	56	18.4	abcd
7	101	18.4	abcd
8	228	20.0	abcde
9	47	27.6	abcde
10	63	27.6	abcde
11	32	29.5	abcde
12	59	29.5	abcde
13	76	29.5	abcde
14	77	29.5	abcde
15	78	29.5	abcde
:	:	:	::::::
19	223	29.5	abcde
20	31	39.0	abcdef
:	:	:	::::::
23	Tocumen 7835 (T)	39.0	abcdef
:	:	:	::::::
34	201	40.0	abcdef
35	217	40.0	abcdef
36	15	50.0	bcdef
:	:	:	::::::
67	Across 7729 (T)	50.0	bcdef
68	V-424 (T)	50.0	bcdef
69	14	60.0	bcdefg
:	:	:	::::::
92	V-425 (T)	60.0	bcdefg
:	:	:	::::::
126	V-455 (T)	61.0	bcdefg
127	VS-525 (T)	61.0	bcdefg
128	1	70.5	cdefg
:	:	:	::::::
169	236	72.3	cdefg
170	5	80.0	defg
:	:	:	::::::
199	207	81.6	defg
200	9	88.7	efg
:	:	:	:::::
219	249	88.7	efg
220	4	94.7	fg
:	:	:	:::::
250	243	94.7	fg
251	50	100.0	gg
252	114	100.0	gg
253	134	100.0	gg
254	221	100.0	gg
255	226	100.0	gg
256	240	100.0	gg

CUADRO 7. Análisis de varianza para la variable pudrición de mazorca del ensayo de progenies de STP. San Andrés Tuxtla, Ver. 1982 B.

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADOS MEDIOS	F.C.	F.T.
				0.05	0.01
Tratamientos	76059	255	298	1.39 **	1.00
Repeticiones	101	1	101	0.47 NS	7.88
Error	54768	255	215		
Total	130929	511			

CV = 28.27 %

Media General = 61.8 %

** = Diferencia altamente significativa

NS = Diferencia no significativa

CUADRO 8. Porcentajes de pudrición de mazorca por Diplodia maydis y prueba de Duncan. STD. San Andrés Tuxtla, Ver. 1982 B.

No. de Orden	Tratamiento	% Mazorcas Podridas	D
1	128	11.3	a
2	32	18.4	ab
3	34	20.0	ab
4	72	20.0	ab
5	196	20.0	ab
6	241	20.0	ab
7	217	27.0	abc
8	5	29.5	abc
9	6	29.5	abc
10	14	29.5	abc
11	26	29.5	abc
12	30	29.5	abc
13	36	29.5	abc
14	64	29.5	abc
15	70	29.5	abc
:	:	:	:::
24	Tocumen 7835 (T)	29.5	abc
25	10	39.0	abcd
:	:	:	::::
48	207	40.0	abcd
49	240	40.0	abcd
50	11	50.0	bcde
:	:	:	::::
94	V-425 (T)	50.0	bcde
:	:	:	::::
121	V-424 (T)	60.0	bcde
122	V-455 (T)	60.0	bcde
:	:	:	::::
157	245	61.0	bcde
158	1	70.5	bcdef
:	:	:	:::::
201	Across 7729 (T)	70.5	bcdef
202	VS-525 (T)	70.5	bcdef
203	8	80.0	cdef
:	:	:	:::::
226	150	81.6	cdef
227	41	88.7	def
:	:	:	:::
237	236	88.7	def
238	13	94.7	ef
:	:	:	:::
254	231	94.7	ef
255	211	100.0	f
256	223	100.0	f

gos más dañados por la enfermedad, con 70.5%.

Los únicos tratamientos con 100% de pudrición fueron las progenies 211 y 223.

Por otra parte, la figura 2 señala la distribución de frecuencias de porcentaje de pudrición de mazorca por Diplodia maydis de las progenies de las dos poblaciones. Se observa una tendencia más o menos similar en ambas: la mayor cantidad de progenies tuvo una expresión intermedia de reacción al patógeno, mientras que existen pocas familias que registraron ya sea una alta resistencia o una fuerte susceptibilidad al mismo.

Los coeficientes de correlación entre las variables rendimiento y porcentaje de pudrición de mazorca, cuadro 9, fueron --0.027 para PET, y -0.013 para STD, lo cual indica que no existe correlación entre ellas.

Características agronómicas

Las más importantes características agronómicas del ensayo de progenies de PET se observan en el cuadro 10. Como se aprecia, respecto al promedio poblacional, una gran cantidad de progenies poseen características indeseables, como mayor altura de planta y mazorca, además de un alto porcentaje de mazorcas con puntas descubiertas y pudrición de mazorca por Diplodia maydis, aún -- cuando presentan altos rendimientos.

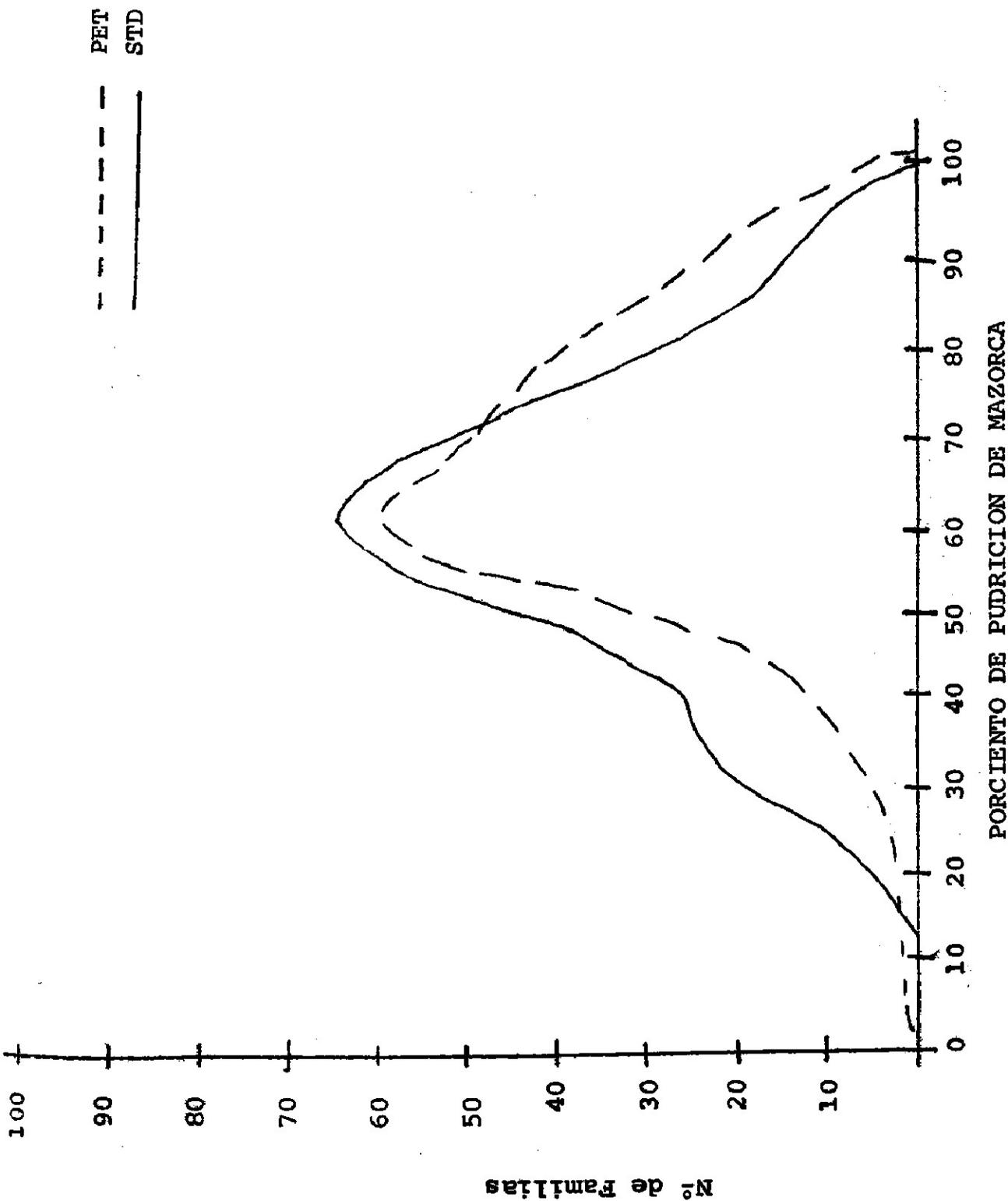


FIGURA 2. Distribución de porcentajes de pudrición de mazorca. Ensayos de progenies de PET y STD. San Andrés Tuxtla, Ver. 1982 B.

CUADRO 9. Coeficiente de correlación en los ensayos de progenies de PET y STD.
 San Andrés Tuxtla, Ver. 1982 B.

	Rendimiento	% Pudrición de mazorca	% Mazorcas puntas desc.
Rendimiento	- 0.027 (1) - 0.013 (2)	- 0.019 (1) - 0.028 (2)	
% Pudrición de mazorca			0.004 (1) 0.014 (2)
% Mazorcas - puntas desc.			

(1) = PET
 (2) = STD

Nº DE ORDEN	TRATAMIENTO	RENDIMIENTO Kg. Mz/ha	P L A N T A			M A Z O R C A			
			ALTURA (cm)	CALIF.	ACARE	ALTURA (cm)	CALIFICACION	% PUNTAS DESE. POPRIAS	% MAZORCAS POPRIAS
1	203	10280	260	4.5	9.0	150	7.5	0.0	50.0
2	* 108	9612	266	7.0	9.0	164	7.0	7.3	39.0
3	186	9115	257	5.5	8.5	149	8.0	5.5	50.0
4	* 61	8458	281	6.5	9.0	169	8.0	3.3	39.0
5	37	8154	248	6.0	9.0	143	5.5	6.2	81.6
6	* 36	8068	266	5.5	9.0	161	7.5	12.5	29.5
7	* 162	8057	258	5.0	9.0	154	7.5	3.3	29.5
8	167	8026	278	6.0	9.0	179	7.0	9.5	50.0
9	247	8016	259	6.0	9.0	142	7.5	3.0	70.5
10	46	8009	278	6.0	9.0	170	8.0	0.0	50.0
11	228	7915	254	6.5	9.0	148	7.5	6.3	70.5
12	42	7807	247	6.0	9.0	143	7.5	7.0	70.5
13	245	7720	262	6.0	9.0	158	5.5	0.0	61.0
14	VS-525 (T)	7672	260	5.0	9.0	169	7.5	5.2	70.5
15	75	7658	263	6.0	8.5	158	7.5	9.1	50.0
16	232	7637	285	6.5	9.0	173	8.0	7.0	70.5
17	* 69	7578	257	6.0	9.0	159	5.0	7.1	39.0
18	192	7555	268	5.5	8.5	159	7.0	3.1	50.0
19	184	7489	254	5.5	9.0	153	7.0	8.0	70.5
20	150	7445	270	6.0	8.5	167	6.5	0.0	81.6
21	47	7422	235	6.0	9.0	138	7.5	5.5	61.0
22	110	7421	243	6.0	9.0	149	7.0	3.3	80.0
23	* 198	7406	275	6.5	9.0	166	8.0	5.5	30.0
24	148	7399	272	5.0	8.5	173	8.0	17.1	70.5
25	173	7390	267	6.0	8.5	164	7.0	5.2	50.0
...
38	* 6	6899	249	5.5	8.5	149	7.5	33.0	29.5
39	166	6894	240	6.0	9.0	138	7.5	21.2	60.0
40	96	6891	258	4.0	9.0	152	7.0	0.0	50.0
41	103	6854	239	6.0	9.0	135	7.5	8.0	39.0
42	154	6842	261	5.0	8.5	161	7.0	7.9	94.7
43	* 32	6840	253	5.0	9.0	134	7.0	0.0	18.4
44	218	6839	219	5.0	9.0	132	7.5	3.3	61.0
45	185	6835	242	5.5	9.0	142	5.5	12.1	30.0
46	* 76	6827	246	6.0	9.0	146	7.0	0.0	39.0
...
52	* 14	6652	261	5.5	8.5	148	7.5	5.9	29.5
...
243	locumen 7835 (T)	3746	214	3.5	9.0	113	5.5	12.5	29.5
...
246	V-425 (I)	3632	229	4.5	9.0	137	5.0	19.5	50.0
247	93	3551	243	5.5	9.0	141	5.5	3.0	50.0
248	95	3437	254	4.5	8.5	140	5.5	45.4	70.5
249	Across 7729 (T)	3380	235	4.5	9.0	134	6.0	9.1	70.5
...
254	55	2190	253	5.5	9.0	131	6.0	31.2	94.7
255	V-455 (T)	1159	233	5.5	8.5	135	4.5	7.1	70.5
256	V-424 (T)	1000	181	3.5	9.0	96	1.5	17.0	70.5
...
Media Población		5679	245	5.4	8.8	143	6.6	11.1	61.8
Media Fam. Seleccionadas		7639	261	5.8	8.7	155	7.3	7.6	33.0

* Familias Seleccionadas.

... cual se manifiesta en el cuadro 9.

No se incluyen las calificaciones de ataque de Helminthos...

Las progenies seleccionadas para integrar la subpoblación de PET que conjugan las mejores características son 61, 168, 63, 206, 76, 198, 107, 66, 116 y 89. En el cuadro ya citado puede apreciarse que para rendimiento y pudrición de mazorca, éstas se encuentran dentro del rango estadístico superior, mientras que para el resto de características agronómicas, presentan un promedio más aceptable que el poblacional.

Las progenies de STD seleccionadas fueron 108, 61, 162, 198, 32, 76, 14, 36 y 6, y se encuentran señaladas en el cuadro 11, donde se observa el rendimiento y características agronómicas de la población en forma parcial. De estas diez familias, sólo siete pertenecen al grupo sobresaliente en rendimiento según la prueba de Duncan, pero todas ellas son estadísticamente superiores en cuanto a porcentaje de pudrición de mazorca. La media de altura de planta y mazorca de tales materiales rebasa la poblacional, pero es de notar también que el conjunto posee un menor porcentaje de puntas descubiertas.

Coeficientes de correlación bajos entre las variables, - porcentaje de pudrición de mazorca y porcentaje de mazorcas con puntas descubiertas se obtuvieron en los dos experimentos, lo cual se manifiesta en el cuadro 9.

No se incluyen las calificaciones de ataque de Helminthos-

porium maydis, Phyllochora maydis y Curvularia sp. en los cuadros anteriores, ya que la incidencia de las dos primeras enfermedades fue muy ligera y la de la última tan elevada que no permitió diferenciar la reacción de las progenies.

Temperatura y precipitación

La figura 3 muestra la distribución de temperatura y precipitación registrada en San Andrés Tuxtla, Ver., durante el desarrollo de los experimentos.

Es de notar que el período de mayor precipitación ocurrió inmediatamente después de la fecha en que se inoculó Diplodia maydis, 14 de Septiembre.

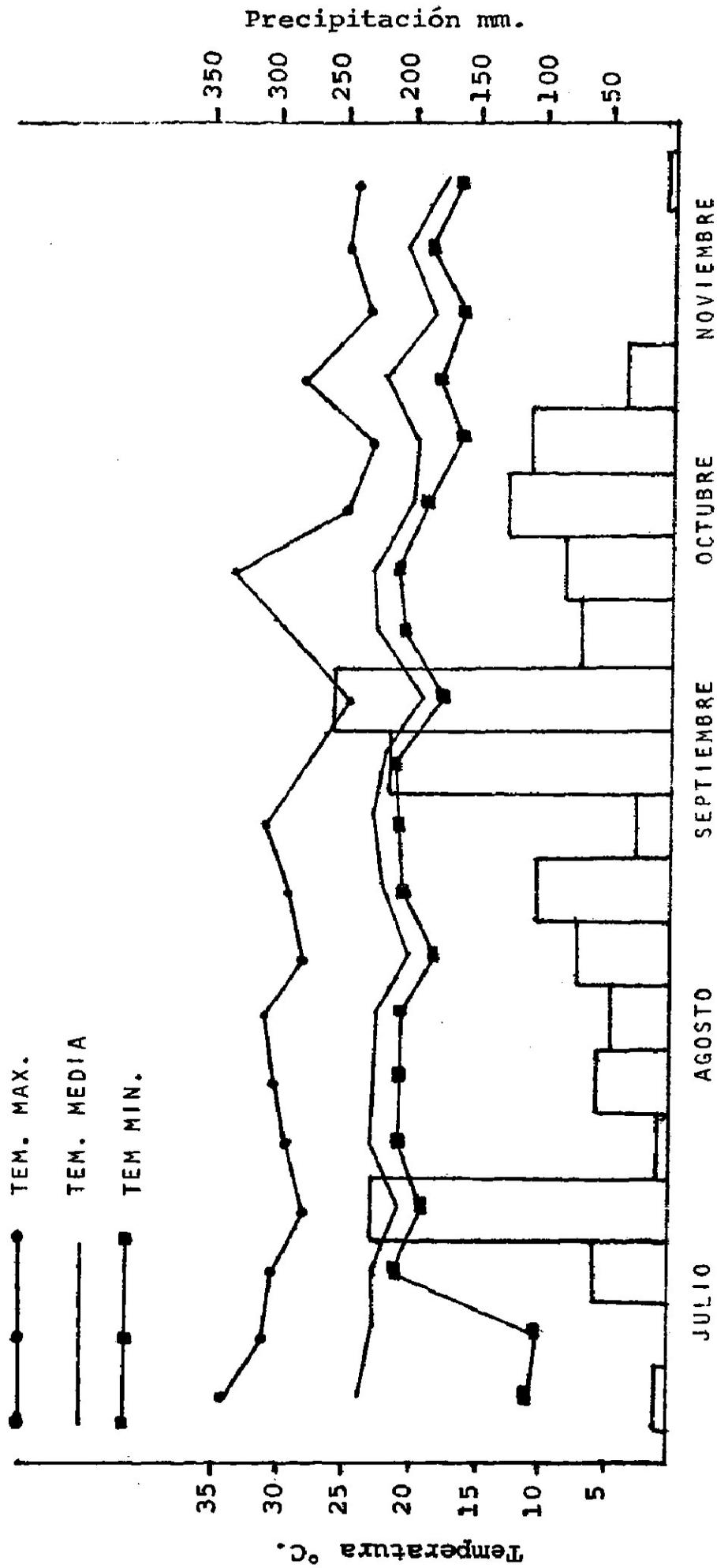


FIGURA 3. Distribución de precipitación y temperatura en San Andrés Tuxtla, Ver. durante los experimentos.

D I S C U S I O N

Los coeficientes de variación obtenidos para la variable rendimiento resultaron ser algo elevados, sobre todo en el experimento de PET. Se considera que esta situación es atribuible a la irregular topografía del terreno en que se establecieron los ensayos, característica típica de la zona de "Los Tuxtlas", lo cual provocó una gran heterogeneidad en cuanto al desarrollo y distribución de la maleza.

Con tal situación, una manera de reducir el error experimental en ensayos posteriores sería incrementar el número de repeticiones por experimento.

En cuanto a la variable por ciento de pudrición de mazorca por Diplodia maydis, no se tienen antecedentes de trabajos similares que permitan juzgar lo eficiente de los experimentos respecto a los coeficientes de variación arrojados. Sin embargo, es notorio en ambos análisis de varianza que no se detectó diferencia significativa entre repeticiones, sino solo entre tratamientos. Se demuestra así que, para este caso, la reacción a la enfermedad solo fue influenciada por el genotipo de cada progenie, sin importar las condiciones ambientales en que se desarrollaron.

Acerca del mal comportamiento de los testigos usados, éste

se debió a la baja población de plantas ocasionada por problemas de germinación de la semilla.

Por otra parte, la distribución de frecuencias de porcentaje de pudrición de mazorca registrada en ambas poblaciones, -- muestra un tipo continuo de respuestas a la enfermedad. Es decir, no se manifiesta una contundente línea divisoria que distinga las familias resistentes de las susceptibles, sino que -- existe una serie de grados de resistencia, donde la mayor cantidad de genotipos posee un nivel intermedio. Tal hecho sugiere, al igual que en trabajos anteriores, que el tipo de herencia involucrada en la resistencia a Diplodia maydis es poligénico, lo que concuerda con lo descrito por Robinson (1976) el cual indica que la resistencia poligénica es generalmente horizontal, o sea, se caracteriza por proporcionar resistencia al hospedero contra cualquier raza fisiológica de un patógeno dado, por lo que a últimas fechas se le ha otorgado un gran interés. Así mismo, supone que toda población hospedera posee siempre algún nivel de resistencia horizontal, mismo que depende de la cantidad de genes de resistencia acumulados en sus individuos.

Los resultados arrojados por el presente trabajo demuestran que existen familias que conjugan altos rendimientos y resistencia a Diplodia maydis, además de características agronómicas favorables. Con ésto, es de esperar que su selección y recombina--

ción reditúe un avance genético simultáneo para todos los atributos.

Cabe aquí destacar la importancia que revistieron las técnicas de laboratorio que culminaron con la inoculación artificial del patógeno, ya que permitieron lograr una identificación precisa de genotipos más resistentes. Además, la importancia aumenta si se considera que la pudrición de mazorca no estuvo correlacionada con ninguna otra característica, por lo que no es posible realizar una selección indirecta.

Las subpoblaciones resultantes podrán ser manejadas por separado, con un énfasis principal en incrementar la frecuencia de alelos favorables para resistencia, pero sin descuidar su rendimiento. Si se toma en cuenta que la mayoría de los casos la resistencia a enfermedades ha mostrado una alta heredabilidad, es factible esperar que en pocos ciclos de selección el nivel de resistencia sea elevado considerablemente.

Una vez conseguido tal propósito, estos materiales podrían ser mantenidos continuamente y ser incorporados cíclicamente a sus poblaciones originales como familias de medios hermanos en la fase de generación de hermanos completos. Al combinarse con las familias de medios hermanos seleccionadas de la población base, formarán hermanos completos con altas frecuencias de genes -

para resistencia.

La ventaja de este esquema radica en que la fuente germoplásmica de resistencia desarrollada provendría de la misma población original, y por lo tanto no diferirían en porte, color y tipo de grano, ciclo vegetativo, con lo que la incorporación de la resistencia sería más rápida y eficaz.

Por otra parte, al comparar los resultados de ambas poblaciones, es evidente que STD posee un potencial de rendimiento superior al de PET.

Respecto a la reacción a la enfermedad, PET mostró un mayor porcentaje de pudrición de mazorca. Ya que las poblaciones se inocularon el mismo día, y por tanto las condiciones climáticas las afectaron por igual, es posible inferir que en STD existe un mayor grado de resistencia que en PET.

Esta aseveración se refuerza por el hecho de que se ha observado una menor susceptibilidad a Diplodia maydis conforme la inoculación es efectuada después de las dos semanas posteriores a la floración (Ullstrup, 1949), y PET es en promedio seis días más precoz que STD. De esta forma, la primera población se inoculó 19 días después de su floración mientras que la última sólo 13 días después. Según lo antes mencionado, en caso de que tuvieran un nivel de resistencia similar ambas poblaciones, era

de esperarse que PET fuera menos atacada.

Dentro de este punto conviene señalar también que, aún cuando no se obtuvieron datos de humedad relativa del sitio experimental, en la figura 3 se puede notar que ocurrió un período de altas precipitaciones justo después de la inoculación artificial, 14 de Septiembre. De acuerdo al alto índice de pudrición de mazorca registrada, el desarrollo de la enfermedad fue probablemente influenciado de manera favorable por las condiciones climáticas antes dichas (Shurtleff, 1980), lo que apoya el establecimiento de experimentos que involucren a Diplodia maydis en la zona.

Sin embargo, si se considera que algunas fases del mejoramiento conviene realizarlas dentro de un campo experimental, probablemente se obtengan buenos resultados en la provocación artificial de la enfermedad mediante la aplicación de riegos continuos después de inocular.

Otra observación interesante es que en los experimentos no hubo correlación entre porcentaje de pudrición de mazorca y porcentaje de mazorcas con punta descubierta, lo cual concuerda con lo señalado por Brauer y Ramírez (1960) en el sentido de que es posible formar materiales resistentes a pudrición de mazorca independientemente de su capacidad de cobertura.

vó la existencia de un rango más amplio de reacciones a la enfermedad de la que sea posible medir mediante porcentaje de pudrición de mazorca. Es decir, se encontraron progenies con el mismo porcentaje de pudrición que otras, pero que la fracción atacada mostraba un grado de desarrollo del patógeno más avanzado.

Una opción adicional, también con el fin de hacer más precisa la discriminación de genotipos, sería el incrementar el número de mazorcas inoculadas por parcela.

No obstante, es conveniente seleccionar las progenies de buen cubrimiento de mazorca, ya que es importante recordar que la técnica de inoculación empleada fue la inyección. Así pues, es posible que la baja correlación haya sido influenciada por el método para inocular, y que si la solución de esporas se hubiera asperjado sobre los estigmas la cobertura significaría un factor muy importante en la infección, por representar una barrera física al establecimiento del patógeno.

Al considerar todo lo expuesto, en la selección de las familias que integrarán las subpoblaciones se procuró conjuntar en ellas la mayor cantidad de atributos favorables, con un énfasis principal en aquéllos estadísticamente superiores tanto en rendimiento como en resistencia a pudrición de mazorca.

Además, es de hacer notar que para PET la característica altura de planta fungió como mayor limitante en la selección que en STD. Esto obedece a que, aún cuando no se presentaron fuertes vientos durante el ciclo de cultivo que pudieran afectar significativamente a las plantas, en general PET tiene una gran susceptibilidad al acame, dada su altura.

Por último, se recomienda que en trabajos posteriores se ejerza una atención especial al registro de la enfermedad. Tal recomendación surge debido a que en el presente estudio se obser

vó la existencia de un rango más amplio de reacciones a la enfermedad de la que sea posible medir mediante porcentaje de pudrición de mazorca. Es decir, se encontraron progenies con el mismo porcentaje de pudrición que otras, pero que la fracción atacada mostraba un grado de desarrollo del patógeno más avanzado.

Una opción adicional, también con el fin de hacer más precisa la discriminación de genotipos, sería el incrementar el número de mazorcas inoculadas por parcela.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, y bajo las condiciones en que se desarrolló el presente trabajo, se concluye que:

1.- Existen familias en las dos poblaciones que poseen a la vez un considerable nivel de resistencia a Diplodia maydis y un elevado rendimiento, por lo que es factible formar subpoblaciones con altas frecuencias de ambas características.

2.- Las progenies seleccionadas para constituir tales subpoblaciones son, de PET: 61, 168, 63, 206, 76, 198, 107, 66, 116 y 189; y de STD: 108, 61, 36, 162, 69, 198, 6, 32, 76 y 14.

3.- El método empleado para aislar, incrementar e inocular Diplodia maydis resultó efectivo.

4.- El tipo de reacción a la enfermedad que mostraron las poblaciones parece indicar que la resistencia está condicionada por un sistema poligénico, y por lo tanto la resistencia podría ser horizontal.

5.- Las condiciones de temperatura y precipitación registradas en la localidad de estudio fueron las favorables para el desarrollo de la enfermedad.

R E S U M E N

Durante el ciclo de temporal de 1982 se establecieron en San Andrés Tuxtla, Ver., dos ensayos de progenies de las poblaciones tropicales de maíz PET y STD. Un total de 250 familias de hermanos completos formaron cada población.

Aproximadamente dos semanas después de la fecha de floración, cinco plantas de cada parcela fueron inoculadas con una suspensión de esporas de Diplodia maydis.

A la cosecha, se obtuvo el rendimiento de las progenies a partir de las plantas no inoculadas y una estimación visual de porcentaje de pudrición de mazorca de las inoculadas.

En ambas poblaciones, el conjunto de las familias mostró una expresión de reacción a la enfermedad de tipo cuantitativo, lo cual sugiere que la resistencia a Diplodia maydis es poligénica y posiblemente horizontal.

La población STD exhibió un mayor potencial de rendimiento y un más elevado nivel de resistencia a pudrición de mazorca que PET.

De cada población fueron seleccionadas diez progenies por su sobresaliente rendimiento y resistencia a pudrición de mazorca, aunado a sus características agronómicas favorables, para

formar subpoblaciones resistentes a Diplodia maydis.

B I B L I O G R A F I A

- Allard, R.W. 1975. Principios de la mejora genética de las plantas. 2a. Ed. Barcelona, Omega.
- Brauer, H.O. y Ramírez G.M. 1960. El totomoxtle como protector de la mazorca. Agricultura Técnica en México. 10(1): 39-40.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 1981. Informe del CIMMYT. 1981. El Batán, México.
- Coutiño, A.A. 1973. Evaluación de siete técnicas de inoculación de hongos causantes de pudriciones en tallos y mazorcas de maíz. Tesis Profesional. Escuela Superior de Agricultura - "Hermanos Escobar". Cd. Juárez, Chih., México.
- De León, C. 1978. Enfermedades del maíz. 2a. Ed. El Batán, México.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República mexicana) U.N.A.M. Instituto de Geografía, México.
- Gardner, C.O. 1978. Population improvement in maize. In: Walden. D.B. "Maize breeding and genetics". New York, John Wiley and Sons. p. 207-228.

- Grogan, C.O. and Rosenkranz, E.E. 1968. Genetics and host reaction to corn stunt virus. *Crop. Science.* 8:251-254.
- Hallauer, A.R. and Miranda, F.O. 1981. Quantitative genetics in maize breeding. Ames. Iowa State University Press.
- Hooker, A.L. 1978. Genetics of disease resistance in maize. In: Walden, D.B. "Maize breeding and genetics". New York. John Wiley and Sons. p. 319-332.
- Hooker, A.L. and Saxena, K.M.S. 1971. Genetics of disease resistance in plants. *Annu. Rev. Genet.* 5:407-424.
- Jenkins, M.T., Robert, A.L. and Findley, Jr., W.R. 1954. Recurrent selection as a method for concentrating genes for resistance to Helminthosporium turcicum leaf blight in corn. *Agronomy Journal.* 46:89-94.
- Jinahyon, S., and Russell, W.A. 1969. Evaluation of recurrent selection for stalk-rot resistance in an aopen-pollinated variety of maize. *Iowa State Journal of Science.* 43(3):229-237.
- Koehler, B. 1953. Ratings of some yellow corn inbreds for ear rot resistance. *Plant Disease Reporter.* 37:440-444.

- Márquez, S.F. 1980. Sistemas de selección combinada, familiar e individual en el mejoramiento genético del maíz (Zea mays L.) Fitotecnia. 3(4):3-83.
- Mendoza, R.M. 1982. Comparación de metodologías de fitomejoramiento en dos variedades temporaleras de maíz (Zea mays L.) Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, Chapinco, México.
- Miles, J.W., Dudley, J.W., White, D.G. and Lambert, R.J. 1980. Improving corn population for grain yield and resistance to leaf blight and stalk rot. Crop Science. 20:247-251.
- Moll, R.H. and Stuber, C.W. 1971. Comparisons of response to -- alternative selection procedures initiated with two populations of maize (Zea mays L.). Crop Science 11:706-711.
- Ortega, A. 1978. Introductory remarks to the session on resistance to disease and insects. In: Walden, D.B. "Maize breeding and genetics". New York, John Wiley and Sons. p. 281-282.
- Paterniani, E. 1967. Selection among and within half-sib families in a brazilian population of maize (Zea mays L.). Crop Science 7:212-215.
- Person, C., Groth, J.V. and Mylyk, O.M. 1976. Genetic change in

in host-parasitic populations. Annu. Rev. Phytopathol. 14:
177-188.

Reyes, C.P. 1978. Diseño de experimentos agrícolas. México. Tri-
llas p. 306-309.

Robinson, R.A. 1976. Plant Pathosystems. Berlin Heidelberg. New
York. Springer-Verlag.

Shurtleff M.C. 1980. Compendium of corn diseases. 2a. Ed. Urba-
na, Illinois. The American Phytopathological Society.

Simons, M.D. 1972. Polygenic resistance to plant disease and its
use in breeding resistant cultivars. J. Environ. Quality.
1:232-240.

Thomas, W.I. 1977. Breeding methods for disease resistance. In:
Nelson, R.R. "Breeding plant for disease resistance". Uni-
versity Park and London. The Pennsylvania State University
Press. p. 74-87.

Ullstrup, A.J. 1949. A method for producing artificial epidemics
of Diplodia ear rot. Phytopathology. 39, 93-101.

Ullstrup, A.J. 1970. Methods for inoculating corn ears with - -
Giberella zeae and Diplodia maydis. Plant Disease Reporter.
54(8):658-662.

Ullstrup, A.J. 1977. Disease of corn. In: "Corn and corn improvement". 2a. Ed. Madison, Wisconsin, U.S.A. American - - Society of Agronomy. Inc. Publisher. U.S.A. p. 391-500.

Vasal, S.K., Ortega, A. and Ponday, S. 1982. CIMMYT'S Maize - - germplasm management, improvement, and utilization program. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. El - Batán. México.

Webel, O.D. and Lonquist, J.H. 1967. An evaluation of modified ear-to-row selection in a population of corn. Crop Science 7:651-655.

