

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

ESCUELA DE AGRICULTURA



Comportamiento de Maíces Mejorados Mediante Diversas  
Metodológicas y Criterios de Selección  
Bajo Condiciones de Temporal.

**T E S I S   P R O F E S I O N A L**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
I N G E N I E R O   A G R O N O M O

Con la Orientación de Fitotecnia

P R E S E N T A :

A l f o n s o   P e ñ a   R a m o s

G U A D A L A J A R A ,   J A L .   1 9 8 1



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

EXPEDIENTE .....

Escuela de Agricultura 17 de Febrero de 1901

NUMERO 1142 .....

**C. PROFESORES**

- ING. JOSE ALFONSO SANCHEZ MADRIGAL
- ING. ANDRES RODRIGUEZ CANCIA
- ING. SALVADOR MORA MORGUEA

De la manera más atenta me permito comunicar a ustedes que he tenido a bien nombrar los miembros del Jurado que ha de dictaminar sobre el Trabajo de Tesis denominado:

**COMPORTAMIENTO DE BALDOS DEJORNADOS POR SELECCION MASAL Y FAMILIAR COMBINADA BAJO RIEGO-SEQUIA EN SIEMBRA DE TEMPORAL EN DURANGO.**

presentado por el PASANTE ALFONSO PENA RAMOS

Como base en el Artículo 40, Capítulo IV, Título Octavo del Reglamento de la Ley Orgánica, " No podrá verificarse ningún Examen si la Tesis no hubiese sido admitida por lo menos -- por la mayoría de los miembros del Jurado".

Con objeto de convocar al Examen correspondiente, suplicamos a ustedes se sirvan emitir su dictamen haciendo saber si el presente trabajo puede ser admitido para Examen posterior. En caso contrario, rogamos consignen las razones correspondientes.

ATENTAMENTE  
"PIENSA Y TRABAJA"  
EL DIRECTOR

ING. LEONEL CORRAL DE JARAMA

RESULTADO \_\_\_\_\_ os de admitirse  
FIRMA \_\_\_\_\_

ml.



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

EXPEDIENTE .....

**Escuela de Agricultura**

**9 de Marzo de 1931**

NUMERO **1208** .....

- C. PROFESORES:
- ING. SALVADOR HURTADO Y DE LA PEÑA. Director
  - ING. RAMONDO VELASCO NUÑO. Asesor
  - ING. SALVADOR MORA MORGUEN. Asesor

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:  
**" COMPORTAMIENTO DE MAICES MEJORADOS POR SELECCION MASAL Y FAMILIAL COMBINADA BAJO RIEGO-SEQUIA EN SIEMBRA DE TEMPORAL EN DURANGO. "**

presentado por el Pasante ALFONSO PEÑA RAMOS  
 han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes que sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarle las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

**A T E N T A M E N T E**  
**"PIENSA Y TRABAJA"**  
**EL SECRETARIO**

  
**ING. JULIAN SANCHEZ GONZALEZ**

srd.

Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal. 9 de Marzo 1981

C. ING. LEONEL GONZALEZ JAUREGUI  
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
P R E S E N T E

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE \_\_\_\_\_

ALFONSO PEÑA RAMOS

Titulada:

" COMPORTAMIENTO DE MAICES MEJORADOS POR SELECCION MASAL Y FAMILIAL COMBINADA BAJO RIEGO-SEQUIA EN SIEMBRA DE TEMPORAL EN DURANGO. "

Damos nuestra aprobación para la Impresión de la misma

DIRECTOR

\_\_\_\_\_  
ING. SALVADOR HURTADO Y DE LA PEÑA

ASESOR

ASESOR

\_\_\_\_\_  
ING. RAYMUNDO VELASCO NUÑO

\_\_\_\_\_  
ING. SALVADOR MENA MUNGUZA

## A G R A D E C I M I E N T O S

Mi sincero agradecimiento al Dr. Maximino Luna Flores por su orientación, enseñanza y revisión del presente trabajo.

Al Ing. M.C. Salvador Hurtado de la Peña, Director de esta tesis por sus útiles observaciones y sugerencias en este trabajo.

Al Ing. M.C. Manuel Oyervides García asesor de esta tesis, por sus valiosas sugerencias hechas a la misma, por sus enseñanzas y empeño en mi superación.

Al Ing. M.C. Raymundo Velasco Nuño, por la revisión del presente trabajo.

Al Ing. Ricardo Gutiérrez Sánchez por su valiosa ayuda en la conducción del trabajo y en especial por el compañerismo que nos une.

A las Sritas. Elizabeth Leyva F. y a Lucy Martínez M. por su insuperable trabajo mecanográfico.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas por proporcionar los medios necesarios para el desarrollo de este trabajo.

Al personal de Campo del Programa de Maíz y compañeros del Campo Agrícola Experimental "Valle del Guadiana.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A SILVIA

COMPORTAMIENTO DE MAICES MEJORADOS  
MEDIANTE DIVERSAS METODOLOGIAS Y  
CRITERIOS DE SELECCION BAJO CONDI-  
CIONES DE TEMPORAL.

	PAG.
LISTA DE CUADROS	iii
LISTA DE FIGURAS	iv
RESUMEN	1
I. INTRODUCCION	4
II. REVISION DE LITERATURA	7
2.1. Generalidades	7
2.2. El agua en el funcionamiento de la planta	9
2.3. Resistencia de las plantas a la sequía y consideraciones generales	11
2.4. Técnicas adecuadas al estudio fenológico y fisiológico de las plantas.	15
III. MATERIALES Y METODOS	20
3.1. Area de trabajo	20
3.2. Material genético	23
3.3. Métodos	26
3.4. Toma de datos	26
3.5. Análisis estadísticos y prueba de medias	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	33
4.1. Análisis de varianza	33
4.2. Medias de rendimiento	33
4.3. Medias de floración	44
4.4. Características agronómicas	46
4.5. Correlaciones	53
V. CONCLUSIONES	70
PERSPECTIVAS	73
VI. BIBLIOGRAFIA	74



## LISTA DE CUADROS.

CUADRO	PAG.
1.- LOCALIZACION Y PRINCIPALES CARACTERISTICAS CLIMATO - LOGICAS DE LA LOCALIDAD DE PRUEBA FCO.I.MADERO,-- - DGO.	21
2.- ANALISIS DE COVARIANZA PARA DISEÑO EN LATICE.	30
3.- ANALISIS DE VARIANZA PARA EL DISEÑO EN LATICE SIMPLE	31
4.- ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO EN EL ENSAYO DE COMPUESTOS MASALES Y FAMILIALES DEL CIANOC. FCO. I.- MADERO, DGO. 1980.	34
5.- ANALISIS DE VARIANZA PARA DIAS A FLORACION EN EL EN- SAYO DE COMPUESTOS MASALES Y FAMILIALES DEL CIANOC. FCO. I. MADERO, DGO. 1980.	35
6.- MEDIAS DEL RENDIMIENTO AJUSTADAS POR LA COVARIABLE - NUMERO DE PLANTAS Y SIGNIFICANCIA.	36
7.- MEDIAS DE FLORACION Y SU SIGNIFICANCIA.	39
8.- MEDIAS DEL RENDIMIENTO Y ALGUNAS CARACTERISTICAS DE PLANTA Y MAZORCA DE MAICES DE TEMPORAL TESTIGO Y COM PUESTOS DERIVADOS DE LA VARIEDAD VS-201	47
9.- MEDIAS DEL RENDIMIENTO Y ALGUNAS CARACTERISTICAS DE PLANTA Y MAZORCA DE MAICES DE TEMPORAL TESTIGO Y COM PUESTOS DERIVADOS DE LA VARIEDAD ZAC-58.	48
10.- MEDIAS DEL RENDIMIENTO Y ALGUNAS CARACTERISTICAS DE PLANTA Y MAZORCA DE MAICES DE TEMPORAL TESTIGO Y COM PUESTOS DERIVADOS DE LA VARIEDAD ZAC-218.	49
11.- MEDIAS DEL RENDIMIENTO Y ALGUNAS CARACTERISTICAS DE -- PLANTA Y MAZORCA DE MAICES DE TEMPORAL TESTIGO Y --- COMPUESTOS DERIVADOS DE LA VARIEDAD COMPUESTO CAL-74	50

CUADRO	PAG.
12.- MEDIAS DEL RENDIMIENTO Y ALGUNAS CARACTERISTI- CAS DE PLANTA Y MAZORCA DE MAICES DE TEMPORAL TESTIGO, COLECCIONES Y COMPUESTOS DE ORIGEN DI VERSO.	51
13.- CARACTERISTICAS AGRONOMICAS Y MORFOLOGICAS , - DE 100 VARIETADES DE MAIZ Y SU SIGNIFICACION-- (* ) ESTADISTICA.	54
14.- PORCIENTO DE MEDIAS DE CARACTERISTICAS DE PLAN TA POR METODOLOGIA EN LOS COMPUESTOS DE VS-201 CON RESPECTO AL ORIGINAL.	60
15.- PORCIENTO DE MEDIAS DE CARACTERISTICAS DE PLAN TA POR METQDOLOGIA EN LOS COMPUESTOS DE ZAC-58 CON RESPECTO AL ORIGINAL.	61
16.- RENDIMIENTO, PESO SECO DE RAIZ Y CALIFICACION DE RAIZ DE ALGUNOS COMPUESTOS DERIVADOS DE LAS VARIETADES VS-201 Y ZAC-58	64

## LISTA DE FIGURAS.

FIG.	PAG.
1.- MAPA DEL ESTADO DE DURANGO Y UBICACION DEL EXPERI- MENTO.	22
2.- RENDIMIENTO POR CICLO Y PORCIENTO DE LAS METODOLO- GIAS DE SELECCION MASAL Y FAMILIAL EN LOS COMPUES- TOS DE VS-201 SOBRE LA VARIEDAD ORIGINAL.	43
3.- RENDIMIENTO POR CICLO Y PORCIENTO DE LAS METODOLO- GIAS DE SELECCION MASAL Y FAMILIAL EN LOS COMPUES- TOS DE ZAC- 58 SOBRE LA VARIEDAD ORIGINAL.	43
4.- PRECIPITACION REGISTRADA EN PERIODOS DE 5 DIAS DU- RANTE EL CLICLO DEL CULTIVO MADERO,DGO. 1980.	45
5.- NUMERO DE HOJAS Y CURVAS DE CRECIMIENTO DE MAICES DERIVADOS DE LA VARIEDAD VS-201.	56
6.- NUMERO DE HOJAS Y CURVAS DE CRECIMIENTO DE MAICES DERIVADOS DEL COMPUESTO CAL-74.	57
7.- NUMERO DE HOJAS Y CURVAS DE CRECIMIENTO DE MAICES- DE TEMPORAL RECOMENDADOS.	58
8.- NUMERO DE HOJAS Y CURVAS DE CRECIMIENTO DE MAICES DERIVADOS DE LA VARIEDAD ZAC-58.	59
9.- POTENCIAL HIDRICO OBTENIDO EN MAICES DERIVADOS DE LA VARIEDAD ZAC-58 Y PRECIPITACION REGISTRADA.	66
10.- POTENCIAL HIDRICO OBTENIDO EN MAICES DERIVADOS DE LA VARIEDAD VS-201 Y PRECIPITACION REGISTRADA.	67
11.- POTENCIAL HIDRICO OBTENIDO EN MAICES DE TEMPORAL Y PRECIPITACION REGISTRADA.	68

## R E S U M E N

Desde 1975 en el área de influencia del CIANOC, región caracterizada por sus condiciones meteorológicas desfavorables a la agricultura, se inició un programa de mejoramiento genético en maíz enfocado a la formación de genotipos que incluyan características como rendimientos y tolerancia a la sequía, además de otros aspectos que favorezcan la cosecha de grano; mediante el uso de metodologías de selección masal y familiar, bajo diferentes criterios de selección, llevando implícito las variantes riego y sequía.

El presente trabajo se refiere a una evaluación de los compuestos generados por aquel programa de mejoramiento realizado en terrenos de la subestación "Francisco I. Madero", del Campo Agrícola Experimental Valle del Guadiana en Durango. La finalidad fue detéctar los genotipos que respondieran favorablemente a las condiciones de temporal de la región y observar si existen diferencias fenológicas entre ellos.

Se evaluaron las variedades: Zac-58 y los compuestos derivados de ésta con ciclos I al III de selección masal y familial bajo riego, sequía y el diferencial riego-sequía; compuesto Cal-74 con ciclos I al IV de selección familiar sólo, bajo riego y el diferencial riego-sequía; Zac-227 con ciclos I al III de selección masal con algunas variantes; VS-201 con ciclos I al V de selección masal bajo riego, sequía y el diferent

cial riego-sequía, asimismo como los ciclos I al IV de selección familiar; Zac-218 con ciclos I y II de selección masal con algunas variantes y el ciclo I de selección familiar de progenies autofecundadas; además, para fines de comparación se incluyeron el criollo regional, maíces recomendados y algunas colecciones sobresalientes.

Para la evaluación se empleó un experimento en látice simple 10 x 10 (dos repeticiones). La siembra se llevó a cabo en el límite de fecha (16 de julio) para este tipo de maíces. Posteriormente se efectuarán mediciones periódicas en altura de planta y número de hojas; se determinó el potencial hídrico foliar en algunos compuestos del VS-201, Zac-58 y recomendados, así como muestreos de raíz; se determinó también el área foliar, diámetro del tallo y el período de antésis en todas las parcelas.

Se realizaron análisis estadísticos para rendimiento y días a floración. Así como se efectuaron correlaciones entre todas las variables obtenidas, para identificar en lo posible características relacionadas con la tolerancia a la sequía.

En base a los resultados obtenidos se concluyó que los compuestos masales y familiares, sin importar modalidad ni ciclo de selección, principalmente los derivados de la variedad VS-201 y Zac-58, responden más favorablemente en temporales

eficiente de la región, rindiendo significativamente más que las variedades originales respectivas.

De las variables correlacionadas y cuadros de comparación, se encontró que los compuestos más rendidores presentan en general mayor altura de planta, así como más días a floración, peso seco, volumen de raíz, área foliar y diámetro de tallo. Se observó también que dentro de grupos, principalmente en el VS-201 y Zac-58 la altura de planta disminuyó por efecto de la selección, notándose más bajo las modalidades de sequía.

El potencial hídrico foliar presentó en general, presiones reducidas en los compuestos seleccionados bajo sequía. Se observó además que todos los grupos mantuvieron tendencias semejantes en las determinaciones.

## I. INTRODUCCION

La creciente demanda de alimentos básicos, aunada al bajo incremento de la producción durante los últimos años, ha motivado fuertemente el mejoramiento genético y la investigación en una gran diversidad de especies cultivadas, y principalmente en maíz, cultivo más importante de México por ser constituyente principal de la dieta alimenticia de la población, y por ocupar casi el 50% de la superficie agrícola del país, de la cual un 90% corresponde a temporal.

Partiendo de lo extensivo del cultivo, la zona ecológica de temporal deficiente del país, se ha considerado de gran importancia dado que anualmente se cultivan alrededor de un millón de hectáreas. Esta región comprende los estados de Aguascalientes, Zacatecas y Durango, principalmente. Se caracteriza por la escasa utilización de nuevas tecnologías y la presencia de condiciones climáticas adversas para el cultivo. En términos generales las condiciones de cultivo de maíz de temporal en esta región son las siguientes: altitud de 1700 a 2000 msnm; precipitación pluvial media durante el ciclo del cultivo de 390 mm; pérdidas por sequía del 21% del área cultivada; pérdidas por heladas tempranas hasta de un 5%; uso de semilla mejorada en menos del 10% de la superficie cultivada; uso de fertilizantes en 10% del área; y rendimiento medio anual de 300-800 kg/ha.

La fuerte problemática de la agricultura de temporal carac

terística de la región ha planteado la necesidad de obtener materiales genéticos de maíz con un amplio rango de seguridad en la cosecha de grano. Así, desde 1975, además de investigar sobre otros aspectos que favorecen el aprovechamiento del agua de lluvia, se han venido mejorando algunos maíces utilizando para ello diferentes metodologías y criterios de selección, y mediante el uso del diferencial riego-sequía. Por lo que, en los últimos años, se planteó la necesidad de evaluar los logros obtenidos de dicha investigación, con el propósito de reforzar, si fuere necesario, los estudios citados; asimismo con el fin de definir de una manera más precisa los criterios de selección a utilizar en el futuro.

La situación anterior motivó a la realización del trabajo en el cual se planteó lo siguiente:

#### OBJETIVOS

a) Detectar materiales genéticos de maíz que respondan favorablemente bajo las condiciones climáticas que prevalecen en siembras de temporal de la región de Francisco I. Madero, Dgo.

b) Determinar si existen diferencias fenológicas y fisiológicas entre los genotipos mejorados, las variedades originales, el criollo regional y algunos recomendados, bajo siembras de temporal, a fin de definir criterios de selección a utilizar para desarrollar materiales tolerantes a la sequía.



Para lograr los objetivos anteriores se plantearon las siguientes hipótesis:

Los maíces mejorados mediante el uso de diversas metodologías y criterios de selección, responden diferencialmente a las condiciones de temporal de Durango.

Los maíces mejorados mediante selección masal o familiar tienen mejor comportamiento que sus respectivas variedades originales en siembras de temporal en Durango.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Generalidades

Antes de profundizar sobre el objetivo principal de este estudio, se consideró importante señalar las divergencias sociales, económicas y políticas dentro de la situación general del desarrollo agrícola en nuestro país, con la finalidad de implementar el rumbo de nuestros objetivos.

Warman (1977) presenta un estudio socioeconómico bastante amplio donde expone concretamente muchas de las causas de la deficiente producción agrícola nacional. Menciona a la raquítica situación económica familiar, como una causa fundamental de la problemática que ocasiona una baja capacidad productora, caren- te de la tecnología y medios apropiados. Asimismo señala como otra causa, al control de las grandes agroindustrias impulsoras del neolatifundismo, por una lado y el intermediario por otro; la poca e inadecuada solvencia crediticia dada por la reducida proporción parcelaria del campesino y a veces por la poca cali- dad del terreno. En síntesis, realiza una crítica objetiva re- ferente a las políticas desarrollistas gubernamentales dirigi- das especialmente al crecimiento industrial, sustentada por las ya destruidas bases campesinas.

Por su parte Fernández ( ) hace mención de las diversas acciones de la política agrícola que han de acompañar a la re- forma relacionadas directamente con el uso de la tierra. Para aclarar lo anterior, hace alusión al planteamiento del proble-

ma agrario actual en los aspectos de inseguridad en la tenencia de la tierra, y considera asimismo como corrección de dicho problema, una investigación económica agrícola regional, detallando explícitamente que debe conducir al diseño de una resolución, específica.

Así como los factores mencionados limitan en gran medida la producción agrícola, es también necesario conocer a fondo la problemática ecológica a que se enfrenta cotidianamente el agricultor, entendiendo con esto la diversidad de condiciones climatológicas prevalecientes dentro del Programa Agrícola y particularmente en las zonas de temporal deficiente y por lo regular impredecible.

Anaya (1977) menciona el papel de la agricultura temporal dentro de la producción de alimentos, considerándola importante por su gran magnitud territorial. Caracteriza particularmente las zonas áridas y semiáridas como ecosistemas potencialmente degradables, por la baja productividad de las tierras y por una alta variación de las condiciones climatológicas. Lo anterior provoca un alto riesgo en las inversiones y una incertidumbre desfavorable par el desarrollo agrícola. Concluye que el desarrollo de la agricultura de temporal bajo estas condiciones requiere, entre otras cosas de metodología diversas que beneficien la estabilización del agroecosistema.

Por las condiciones de clima de las regiones semiáridas de altura Ortega (1977), presenta un estudio tendiente a dejar explícita la introducción del mejoramiento genético como punto fundamental en el incremento de la producción maicera en estas zonas, otrora ocupadas por pastizales y considerados lugares mineros por excelencia.

De la misma manera de Fina y Ravelo ( ) hacen mención de las adversidades o factores climáticos que afectan en gran medida al sector agrícola en estas zonas. Presentan los diferentes tipos de lucha que modifican o reducen notablemente los factores adversos; actuando directa o indirectamente sobre las condiciones de clima existente. Por ejemplo, cuando se modifica el microclima del cultivo, o cuando se producen variedades adecuadas al ambiente.

Muchos investigadores se han dado a la tarea de realizar trabajos para aumentar la productividad en las situaciones críticas de estas regiones, por lo que es necesario presentar la siguiente revisión bibliográfica en la forma secuencial a que dichas condiciones han conducido.

## 2.2. El agua en el funcionamiento de la planta

Diversos estudios realizados sobre las funciones del agua en la planta, han definido la importancia de ésta en su desarrollo y procesos fisiológicos.

Arnon (1972) afirma que el agua es el principal constituyente del protoplasma, y que ocupa del 85-95% del peso fresco de la mayor parte del tejido verde. Envuelve en esencia procesos fisiológicos tales como la fotosíntesis y algunas reacciones metabólicas, además que facilita el transporte de sustancias. Es esencial para el mantenimiento de la turgencia, sobre la que depende el crecimiento normal, el mantenimiento de la forma y el vigor mecánico de varios órganos de la planta.

Es importante conocer las múltiples y complejas reacciones fisiológicas y bioquímicas en las que interviene el agua a través del desarrollo de las diversas especies vegetales. Algunos investigadores (Ellison 1949, 1954; Mooney and Billings 1961; Bliss 1962; Tranquillini 1964), citados por Brown (1977), mencionan las características fisiológicas de adaptación (plantas nativas) a medios totalmente adversos modificando de una u otra forma su ciclo de vida; regulando su transpiración en períodos críticos o de tensión; apresurando su ciclo vegetativo; manteniendo reservas considerables de agua; etc.

Por su parte Levitt (1972) considera que para la conservación del agua en la naturaleza las plantas han desarrollado diversas adaptaciones como son: la apertura estomatal sólo durante la noche, la formación de agua metabólica proveniente de intensa respiración, el desarrollo de raíces superficiales efi

meras para aprovechar el agua de lluvias ligeras, etc.

### 2.3. Resistencia de las plantas a la sequía y consideraciones generales.

#### 2.3.1. El término resistencia a sequía

Muy complejo resulta discernir sobre la adecuación de materiales genéticos a regiones semiáridas, y más difícil resulta implementar metodologías eficientes para considerar positivas las alternativas de mejoramiento genético; así que, para profundizar dentro de este estudio es necesario conocer de antemano algunas generalidades por demás importantes como es la sequía; la adaptación de materiales genéticos, como puede ser la resistencia al medio ambiente de dichos materiales, aunado a una producción aceptables, etc.

Siendo el término "resistencia a sequía" como el elemento clave del estudio, es necesario determinar claramente su significado. Henckel (1964), citado por Arnon (1972), indica que la resistencia a la sequía está definida como la habilidad de las plantas a adaptarse a los efectos de sequía, la cual les permite crecer, desarrollar y reproducirse normalmente bajo tales condiciones, porque han adquirido diversas propiedades a través de los procesos de evolución por la influencia de los factores ambientales y de selección natural.

Por su parte Arnon (1972) indica que la resistencia a la sequía, puede definirse de varias maneras, particularmente en

términos de la habilidad de las plantas para: i) sobrevivir bajo condiciones de sequía, ii) resistir la sequía sin sufrir daño, y iii) ser eficientes en el uso del agua. En tanto que Muñoz (1980) considera la resistencia a sequía como el conjunto de respuestas de una planta que le permiten reaccionar mejor que otra a tales condiciones en función de su potencial genético.

### 2.3.2. Esquema riego-sequía y su utilización

La limitada y escasa experiencia relativa al mejoramiento genético del maíz en zonas áridas, plantea la necesidad de desarrollar metodologías eficientes para obtener variedades de alto rendimiento y resistencia a sequía.

Muñoz (1972), citado por Gutiérrez (1980), propuso una técnica tendiente a buscar variedades resistentes a sequía en la que destacan los trabajos de invernadero para selección de plantas sometidas a punto de marchitez permanente, y la selección y evaluación de campo mediante lotes gemelos de riego-sequía, usando como principal criterio de selección el diferencial riego-sequía (R/S).

Algunos otros fitomejoradores han recurrido a diferentes técnicas para desarrollar plantas resistentes a sequía. Así, Valdez (1976), basado en estudios previos, presentó un estudio consistente en la aplicación del método selectivo de semillas de maíz germinados en soluciones de alto contenido de sacarosa bajo condiciones de laboratorios y campo, determinan-

do de esta manera que la solución de sacarosa modifica el genotipo, traduciéndose en una mayor supervivencia de plantas en el campo; del mismo modo menciona que las selecciones se comportaron más precoces que el testigo. Por último, cita la importancia de las técnicas de laboratorios, sus ventajas y su eficiencia.

Medina (1978) realizó un estudio en los cultivos de arroz y trigo bajo el esquema riego-sequía para examinar las respuestas de éstas a deficiencias de humedad en diversas etapas de desarrollo. Determinó que la etapa de floración y llenado de grano, son las más críticas con respecto al rendimiento producido. Asimismo, concluyó que esta metodología permitió un estudio adecuado de la resistencia a sequía en ambos cereales. Recomienda también utilizar más de dos niveles de humedad para detectar respuestas no lineales de las variedades.

Considerando al sorgo como poseedor de mayor resistencia a la sequía que el maíz, aunque en general las variedades mejoradas de sorgo no se han obtenido para condiciones limitantes de agua, Wong (1979) realizó una investigación para estudiar el comportamiento de un grupo de líneas B y R de sorgos bajo el esquema riego-sequía. El efecto de la sequía sobre la mayor parte de las características estudiadas resultó ser pequeño. El rendimiento económico y biológico en cambio, fueron las va-



riables más afectadas. Señala además que la floración se adelantó al pasar de las condiciones de riego a las de sequía.

Muchas son las causas limitantes de la producción en las zonas de escasa precipitación; de las más importantes se encuentra la sequía imperante en todo el ciclo de la planta y la presencia de heladas cuya manifestación es prácticamente desastrosa para la producción temporalera. Muñoz (1975) realizó un estudio sobre un grupo de variedades sintéticas de maíz con diferencias en resistencia a sequía y heladas, además de otras consideraciones relacionadas con el funcionamiento de la planta. Concluyó que la resistencia a sequía es independiente de la resistencia a heladas. Asimismo, indica que la selección por tolerancia a frío desarrollada bajo buenas condiciones de lluvia, disminuye la sensibilidad estomática y viceversa.

Castellón (1979) investigando sobre el grado de asociación entre el comportamiento de 6 variedades de maíz estudiadas bajo frío, y el comportamiento bajo sequía mediante el sistema riego-sequía, encontró que las correlaciones existentes entre resistencia a sequía y heladas son independientes. Concluye además, que la reducción del rendimiento de grano por sequía está íntimamente relacionado con la reducción del número de semillas por mazorca, el área foliar y en menor grado con el peso de mil semillas.

Gutiérrez (1980) en un estudio desarrollado bajo el esque-

ma riego-sequia comparó la eficiencia de la selección masal es tráfificada contra la selección mázorca por surco modificada en la variedad de maiz VS-201. Concluye que en cuatro ciclos de selección trabajados, no se detectó superioridad alguna, ni entre ciclos ni entre modalidades bajo riego; en cambio bajo sequía tanto la selección familiar como la masal fueron en promedio iguales, rindiendo significativamente más que la variedad original. Los materiales derivados de dicho trabajo forman parte del total de genotipos evaluados en este estudio.

2.4. Técnicas adecuadas al estudio fenológico y fisiológico de las plantas.

2.4.1. Potencial Hídrico foliar

Al hacer referencias al estudio del concepto de potencial hídrico mediante una amplia revisión bibliográfica, donde se considera la energía como el principal factor del movimiento del agua, tanto en el suelo como en la planta, Muñoz ( ), en base a referencias bibliográficas, define el potencial hídrico como el potencial químico del agua en la planta, o sea, la medida de la capacidad de trabajo o la cantidad de energía libre de dicha agua.

Para la determinación del potencial hídrico foliar destacan dos tipos de aparatos: 1) psicrómetros e higrómetros, y 2) la bomba de presión mediante la aplicación de presión con gas a un fragmento de planta, y agregando con eso energía al jugo ce-

lular y haciendo por lo tanto, cada vez menos negativa la energía del jugo a permanecer en los tejidos, alcanzando el equilibrio justamente cuando este brote del fragmento en función de la presión en números absolutos será igual en unidades de potencial hídrico, a los varios (unidades de presión) en que el jugo celular era negativa antes de la determinación.

Muñoz (1975) en una investigación realizada en un grupo de variedades sintéticas de maíz con diferente grado de resistencia a sequía y heladas, estudió la eficiencia en el uso del agua con relación al potencial hídrico, y observó que los materiales seleccionados bajo sequía aumentaron su sensibilidad estomática, cerrando sus estomas a más altos potenciales hídricos reduciendo la transpiración al descender el potencial hídrico de la hoja.

#### 2.4.2. Estadios fenológicos de crecimiento

Realizando un trabajo de investigación bibliográfica sobre análisis del crecimiento de las plantas Enríquez ( ) consideró a éste como el estudio secuencial de la formación y acumulación de biomasa, proceso condicionado tanto por factores exógenos como por los endógenos.

El conocimiento del fenómeno de crecimiento se dirige hacia el estudio del cultivo desde el punto de vista fisiológico

y de todos los sistemas de producción, buscando en principio relaciones de tipo causal y de la secuencia de los procesos que conducen al rendimiento económico de los cultivos.

Por otra parte considera que el proceso de crecimiento de las plantas presenta diferentes estadios fenológicos relacionados con la velocidad de crecimiento y explicados en función de la intensidad metabólica para cada uno, así se tienen dentro de la curva típica de crecimiento cuatro fases fenológicas: 1) germinación, 2) fase de transición, 3) crecimiento logarítmico, y 4) madurez fisiológica. La aplicación clásica de este análisis consiste de muestreo destructivo (las muestras tomadas son destruidas para obtener las características de crecimiento deseadas).

Tanaka y Yamaguchi (1977) en un estudio realizado en plantas de maíz, consideraron el proceso de crecimiento dividido en las siguientes fases:

a) Fase vegetativa inicial: brote de hojas y desarrollo a crópeto de ellos, además de una lenta producción de materia seca.

b) Fase vegetativa activa: desarrollo de las hojas, el culmo y el primordio de los órganos reproductivos.

c) Fase inicial de llenado de grano: Menor incremento en la velocidad del peso de las hojas y el culmo, lento aumento en el peso de las espatas, ráquis y grano.

d) Fase de llenado activo del grano: rápido incremento en el peso de los granos y ligero abatimiento del peso en hojas, culmo, espatas y ráquis.

#### 2.4.3. Area foliar

Para poder determinar la eficiencia fotosintética de la planta, y por considerar de gran importancia su estudio fisiológico relacionado con las diferentes condiciones climatológicas existentes, algunos estudiosos se han dado a la tarea de esta difícil problemática. Así Francis et al. (1969) determinaron un factor (0.75) que multiplicado por el largo y por el ancho de cada hoja de una planta de maíz, y sucesivamente sumadas, proporciona el área foliar total. Este factor se obtuvo de dividir el total del área foliar por el área de siete hojas, como el mejor estimador en ese estudio basado sobre un amplio análisis de correlación.

#### 2.4.4. Muestreo de raíz

Se ha dicho por regla general que una planta con extenso sistema radial es más eficiente en el uso del agua en condiciones adversas de sequía que una con poca raíz; por lo tanto, el

modelo de raíz de progenitores eficientes en un programa de mejoramiento para resistencia a sequía, es uno de los aspectos más importantes por determinar. Algunos investigadores han utilizado diferentes técnicas para el estudio radical de plantas. Así, Luna (1978) en un experimento de invernadero, en plantas de maíz, extrajo el suelo completo de las macetas donde se encontraba cada planta, y mediante lavado con agua, sobre una malla de alambre, separó la raíz del suelo, secándolas posteriormente al sol para determinar su peso, volumen y número de raíces secundarias por unidad de raíz primaria.

González ( ) en un estudio bibliográfico cita algunos investigadores entre los que se encuentra Levitt (1972), quien considera a la raíz, como parte fundamental de la planta en la capacidad para soportar la sequía, ya sea por un mayor desarrollo radicular o por una mayor absorción de agua. Pearson (1965) citado también por González menciona que la profundidad radicular disminuye al aumentar la disponibilidad agua en el suelo. Por último cita a Koslowski (1965) quien indica que a mayor proporción de raíces secundarias para una misma longitud radicular, hay mayor absorción de agua.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Area de trabajo

El presente trabajo se llevó a cabo en la Sub/estación Experimental Fco. I. Madero, Mpio. de Pánuco de Coronado, Dgo., dependiente del Campo Agrícola Experimental Valle del Guadiana (CAEVAG), ubicado dentro del área de influencia del Centro de Investigaciones Agrícolas del Norte Centro (CIANOC) del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA).

Con la finalidad de dar una idea más clara sobre las condiciones climatológicas existentes y al mismo tiempo lograr una mejor interpretación de los resultados que aquí se presentan en el CUADRO 1 se muestran algunas características de la región, y en la FIG. 1 un mapa con la localización geográfica del lugar.

De acuerdo a la clasificación climática de Koppen, modificado por García (1973), el clima predominante en el área de Francisco I. Madero, Dgo., es de tipo  $BS_1 Kw (w) (e)$ , en donde:

$BS_1$  = Seco o estepario, con humedad deficiente en todas las estaciones del año, y mesotérmino con vegetación esteparia.

$K$  = templado con verano cálido, temperatura media anual entre  $12$  y  $18^\circ C$ , la temperatura media del mes más frío entre

CUADRO 1. LOCALIZACION Y PRINCIPALES CARACTERISTICAS  
CLIMATOLOGICAS DE LA LOCALIDAD DE PRUEBA,  
FCO. I, MADERO.

---

Altitud		1851 msnm	
Latitud		24°25' N	
Longitud		104°18' W	
pp. $\bar{X}$ jun-oct		428 mm	
Heladas prom.	jul-oct	5	
Temp. $\bar{X}$	jul-sep	15.8°C	oct 11.7°C
Temp. Min.	jul-sep	8.8	oct 4.9
Temp. Max.	jul-sep	30.0	oct 26.4
Año más ca- liente	jul-sep 1976:	32.3°C	oct 1976: 29.0°C
Año más frío	jul-sep 1970:	7.0°C	oct 1975: 0.1°C

---

Fuente: Planeación agrícola  
Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos  
Durango, Dgo.



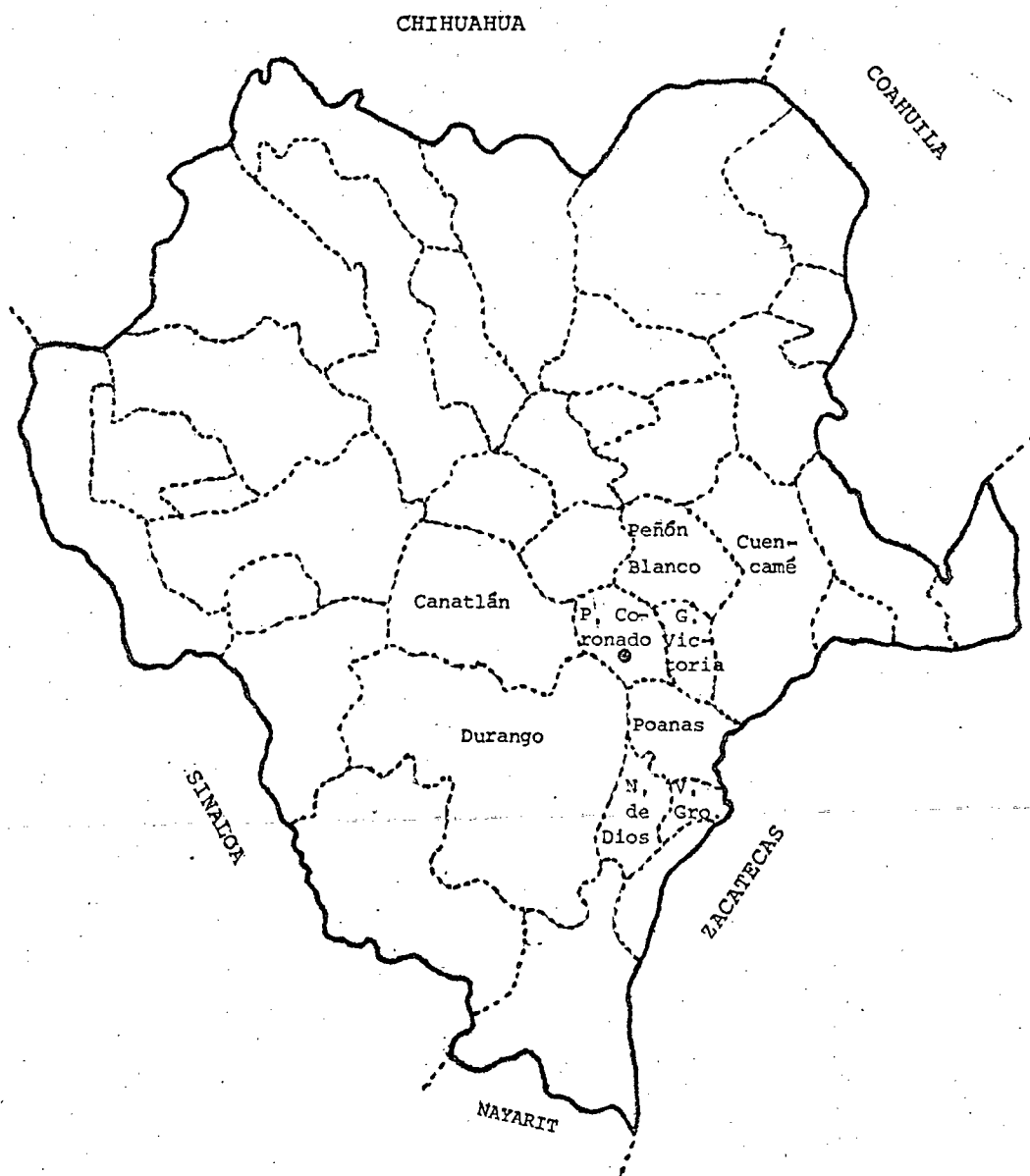


FIG. 1. MAPA DEL ESTADO DE DURANGO Y UBICACION DEL EXPERIMENTO.

3 y 18°C, y la del mes más caliente mayor de 18°C.

W (w) = régimen de lluvias de verano: por lo menos diez veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el mes más seco, las lluvias de invierno son menores del 5% anual.

e = en cuanto a la oscilación anual de las temperaturas medias mensuales, extremo con oscilación entre 7 y 14°C.

### 3.2. Material genético

El material genético utilizado se desarrolló en los programas de mejoramiento genético de maíz de los Campos Experimentales del CIANOC. Por lo que a continuación se mencionan en base al Campo Experimental del cual proviene.

#### 3.2.1. Material genético del Programa de Maíz de Calera, Zac.

En 1975 en la variedad Zac-58, aún y cuando no se tenían estimaciones de sus parámetros genético; se aplicó mejoramiento genético probablemente debido a que presentaba una gran variación fenotípica; utilizando para ello como criterio de selección el diferencial riego-sequía. Para lo cual se aplicó durante tres ciclos consecutivos por un lado el método de selección masal moderna (Gardner, 1961) y por otro la sele

cción familiar mazorca por surco modificada (Lonnquist, 1964).

También, en 1975, se aplicó mejoramiento genético mediante selección masal en el compuesto Cal-74 el cual se formó al mezclar la semilla de mazorcas de plantas de colecciones del banco de germoplasma que sobrevivieron a una intensa sequía en 1974 en Calera, Zac. Las colecciones que constituyeron el compuesto provenían de Zacatecas, Durango, Aguascalientes y Chihuahua. La mezcla mecánica se sometió a recombinación y selección masal, continúa durante cuatro años. Posteriormente el IV ciclo de selección masal se sometió a selección utilizando como criterio el diferencial riego-sequía.

A partir de un proceso discriminatorio de colecciones de maíz obtenidos del banco de germoplasma de Chapingo, probadas en varios años y localidades en Zacatecas y Durango, se identificó la colección Zac 227 como sobresaliente; de ahí que en 1977 se comenzó a someter a mejoramiento genético mediante selección masal visual estratificada (Molina, 1976)) y bajo condiciones de sequía artificial. Asimismo, se inició en la misma colección mejoramiento para rendimiento y calidad protéica, mediante la incorporación del gene Opaco 2 ( $O_2$ ).

### 3.2.2. Material genético del Programa de Maíz de Durango, Dgo.

En el Programa de Maíz del CIANOC desde 1975 se ha venido sometiendo a selección familiar mazorca por surco a un compues

to de amplia base genética denominado precoz dentado de altura, formado en Chapingo en 1974, año crítico por heladas tempranas.

Considerando el buen comportamiento de la variedad temporalera VS-201 en Durango, en 1975 se planteó un proyecto de mejoramiento para incorporarle mayor resistencia a la sequía, sometiéndola para ello a selección masal moderna y selección familiar mazorca por surco modificada en lotes contrastados en cuanto a aplicación de agua. La selección se ha hecho para riego, sequía, riego-sequía, por prolificidad y para diversas presiones de selección.

De 1972 a 1974, se observó un gran número de colecciones de maíz provenientes de diversas localidades del CIANOC, y de otras partes de México. Con las mejores se formó un compuesto blanco, el cual desde entonces se ha sometido a mejoramiento mediante selección familiar combinada.

La evaluación de 2000 colecciones de maíz del banco de germoplasma permitió identificar 5 maíces sobresalientes, apareciendo entre las mejores la colección Zac-218; ésta se sometió a las modalidades de selección masal convergente, divergente, familiar progenies autofecundados (Molina 1978) y masal moderna.

En el experimento del cual se derivó la información que

se reporta en este estudio se incluyeron para fines de comparación, el criollo regional, algunos maíces recomendados y las variedades originales de donde se derivaron los mejorados.

### 3.3. Métodos

Se implementó un experimento utilizando para la distribución de las variedades en el campo un diseño látice simple 10 x 10 (dos repeticiones). La parcela experimental constó de dos surcos de 0.76 m de ancho y 5.0 m de largo con una planta cada 35 cm; se fertilizó con la dosis 30-20-00. La siembra se efectuó bajo condiciones de humedad relativamente escasa, pero se llevó a cabo por estar en el límite de fecha de siembra (16 de julio) para este tipo de maíces, obteniéndose, sin embargo, aproximadamente un 95% de germinación. Las labores de cultivo fueron las convencionales de la región, ésto es, dos escardas. Se aplicó también insecticida granulado contra gusano cogollero (Spodoptera frugiperda).

### 3.4. Toma de datos

Los datos y caracteres medidos, se describen a continuación:

Altura de planta y número de hojas. Se efectuaron mediciones periódicas en diez plantas tomadas al azar de cada parcela, iniciando estos, 27 días después de la siembra y culminando en su total desarrollo.

Potencial hídrico foliar. Durante el ciclo del cultivo se efectuaron muestreos del potencial hídrico en algunos materiales derivados de VS-201, Zac-58 y los recomendados, principalmente, utilizando una bomba de presión tipo Scholander unida a un manómetro y a un tanque de nitrógeno. Para realizar dichos muestreos se procedió de la manera siguiente: en cada parcela se escogieron 5 plantas al azar con competencia completa, seleccionando siempre la hoja de la mazorca para efectuar un corte de 1 cm de ancho x 5 cm de largo. A continuación se colocaba la muestra dentro de la bomba, sobresaliendo la parte superior. Se aplicó presión abriendo una válvula, hasta observar el brote de una gota de agua en la parte saliente de la muestra, momento indicado de cerrar la válvula y hacer la lectura sobre un manómetro, la cual se registró en  $\text{kg/cm}^2$ .

Período a antésis. Se determinó promediando el intervalo en días entre el inicio de la floración de cuando menos una planta y la fecha en que las plantas de cada parcela alcanzaban la floración total.

Area foliar de la hoja de la mazorca. Se determinó multiplicando el largo y el ancho de la hoja de la mazorca de diez plantas escogidas al azar en cada parcela, y el producto obtenido se multiplicó por la constante 0.75, obteniendo así el

promedio en  $\text{cm}^2$ .

Diámetro de tallo. En diez plantas al azar de cada parcela y mediante un vernier de precisión, se midió el diámetro del entrenudo inmediato inferior a la mazorca, obteniendo luego el promedio por parcela.

Mediciones de la raíz. En cada parcela se escogieron dos plantas al azar con competencia completa, procediendo luego a delimitar un cuadrado de 33 cm por lado y 50 cm de profundidad. Situándose a partir de la planta 23 cm dentro de la parcela y 10 cm hacia afuera con el fin de eliminar en lo posible la competencia de raíces de las plantas de la parcela contigua; posteriormente, mediante un fino cernidor y la aplicación de agua se obtuvo el total de raíz correspondiente a cada muestra por parcela. La raíz se secó durante varios días al sol y se pesó luego, para finalmente calificar según el volumen y contenido de raíces secundarias y terciarias con la escala 1 a 5, correspondiendo a 1 alto volumen y contenido de raíz y 5 al más bajo.

Cosecha. Se efectuó sin considerar competencia completa, pesando el rendimiento de mazorca y contando las plantas por parcela; se determinó la humedad del grano, y enseguida el peso de mazorca se llevó a 12% de humedad.

3.5. Análisis estadísticos y prueba de medias

a) Análisis de varianza para los variables rendimiento y días a floración; corrigiendo el rendimiento por el número de plantas por parcela mediante regresión.

b) Se hicieron comparación de medias de rendimiento y días a floración mediante la prueba de la diferencia mínima significativa (D.M.S.) al nivel de probabilidad del 0.05.

c) Se obtuvieron mediante análisis de correlación los coeficientes de 25 variables estudiados.

### 3.5.1. Análisis de covarianza

Para eliminar en lo posible el error dado por la diferencia del número de plantas en la unidad experimental, se procedió a realizar un análisis de covarianza, teniendo como covariable a la densidad promedio del número de plantas por parcela, de acuerdo al siguiente modelo:

$$Y_{ij} = M + T_i + B (X_{ij} - \bar{X}) + E_{ij}$$

donde:

M = media general,

T<sub>i</sub> = efecto del i-ésimo tratamiento,

P<sub>j</sub> = efecto de la j-ésima repetición,

B = coeficiente de regresión medio,

(X<sub>ij</sub> -  $\bar{X}$ ) = desviación de la observación X<sub>ij</sub> de la media del experimento para la covariable,

E<sub>ij</sub> = componente aleatorio del error.



Modelo que lleva al análisis de covarianza del CUADRO 2.

Posteriormente al análisis de covarianza, los promedios del rendimiento para cada variedad se corrigieron en base a la siguiente ecuación:

$$\hat{Y}_i = \bar{Y} - b (X_i - \bar{X})$$

en donde:

$\hat{Y}_i$  = media ajustada para la i-ésima variedad,

$\bar{Y}_i$  = medias de rendimiento sin ajustar,

b = coeficiente regresión, donde:

$$b = E_{xy}/E_{xx}$$

$X_i$  = media de número de plantas de la variedad i-ésima,

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

CUADRO 2. ANALISIS DE COVARIANZA PARA DISEÑO EN LATICE.

Fuente de variación	Suma de cuadrados				S.C. Ajustados	
	G.L.	$y^2$	xy	$x^2$	G.L.	s.c.
Repeticiones	r-1					
Bloque dentro de Rep. (Aj.)	b-r					
Tratamientos (sin Aj.)	v-1	Vyy	Vxy			
Error intrabloques	fe	Eyy	Exy	Exx	fe-1	$E_{yy}' = E_{yy} - E_{xy}^2/E_{xx}$
Tratamiento+Error	fe+v-1	Wyy	Wxy	Wxx	fe+v-2	$W_{yy}' = W_{yy} - W_{xy}^2/W_{xx}$
Tratamientos ajustado por regresión					v-1	$W_{yy}' = W_{yy} - E_{yy}'$
Bloques + Error	fe+v-r	Vyy	Uxy	Uxx	fe+b-r-1	$U_{yy}' = U_{yy} - U_{xy}^2/U_{xx}$
Bloques (elim. trat.) ajustado por regresión intrabloques					b - r	$B_{yy}' = U_{yy}' - E_{yy}'$

### 3.5.2. Análisis de varianza

Los análisis de varianza para rendimiento y días a floración se realizaron en base al modelo:

$$Y_{ijq} = M + R_i + B_{ij} + T_q + E_{ijq}$$

donde:

$Y_{ijq}$  = observación para el q-ésimo tratamineto en el j-ésimo bloque dentro de la i-ésima repetición,

$M$  = media general,

$R_i$  = efecto de repetición en el i-ésimo arreglo,

$B_{ij}$  = efecto del bloque incompleto para el i-ésimo arreglo,

$T_q$  = efecto del q-ésimo tratamiento,

$E_{ijq}$  = error aleatorio.

Modelo que lleva al análisis de varianza del CUADRO 3.

CUADRO 3. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL DISEÑO EN LATICE SIMPLE

Fuente de variación	G. L.	C. M.
Repeticiones	(r-1)	
Bloque dentro de Rep. (A <sub>j</sub> )	(k <sup>2</sup> -1)	Eb
Tratamientos (sin A <sub>j</sub> )	r(k-1)	
Error intrabloques	(k-1)(rk-k-1)	Ee
T o t a l	(rk <sup>2</sup> -1)	

r = número de repeticiones,

k = número de bloques incompletos

El coeficiente de variación se calculó como sigue:

$$C.V. = \frac{\sqrt{Ee \left[ 1 + \frac{rk}{(k+1)} u \right]}}{\bar{X}} \times 100$$

en donde:

$\bar{X}$  = media general,

u = factor de ponderación, donde:

$$u = \frac{(Eb - Ee)}{K(r-1)Eb}$$

### 3.5.3. Comparación de medias

Para la comparación de medias se utilizó la siguiente ecuación:

$$D.M.S. = t \alpha S\bar{d}$$

donde:

t = valores de tablas de t con  $\alpha$  de probabilidad

$S\bar{d}$  = error estandar promedio para la comparación entre cualquier media de tratamiento, en donde:

$$S\bar{d} = \sqrt{\frac{2Ee}{r} \left[ 1 + \frac{rk}{(K+a)} u \right]}$$

### 3.6.4. Coeficientes de correlación

El cálculo de los coeficientes de correlación se llevó a cabo mediante la fórmula:

$$r = \frac{\sum x y}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}}$$

## IV RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Análisis de Varianza

Los resultados de los análisis de varianza para rendimiento y para días a floración se presentan en los CUADROS 4 y 5. En los que se puede apreciar que para repeticiones no se observó significancia, lo que indica una alta homogeneidad del suelo. Para tratamientos hubo diferencias altamente significativas en las dos variables, ésto se debe a la naturaleza del material genético evaluado. Se obtuvo un coeficiente de variación bajo en ambos análisis, siendo éstos de 11.5 y 3.0 % para rendimiento y días a floración respectivamente, como consecuencia probable entre otras causas de una excelente técnica experimental, de las condiciones climáticas favorables que prevalecieron y a la homogeneidad del suelo. Estos coeficientes de variación no son comunes en la localidad dadas las características climatológicas existentes de año a año.

### 4.2. Medias de Rendimiento

En el CUADRO 6 se presentan las medias de rendimiento ajustadas por la covariable número de plantas por parcela, donde se observa en general un gran número de grupos con tratamientos estadísticamente iguales según la prueba de significancia de la DMS. Esto posiblemente es explicado por el buen funcionamiento de la prueba y por la diversidad de materiales que difieren mucho en sus características agronómicas. Se observa que en el grupo de mayor rendimiento se encuentran maíces mejorados de VS-201 y en el grupo de menor rendimiento se encuen-

CUADRO 4. ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO EN EL  
 ENSAYO DE COMPUESTOS MASALES Y FAMILIALES  
 DEL CIANOC. FCO. I, MADERO, DGO. 1980.

Factor	G.L.	S.C.	C.M.	Fc
Repeticiones	1	213760.000	213760.000	1.447 N.S.
Bloques dentro de repeticiones	(18)	5673804.183	315211.344	
Componente B	18	5673804.183	315163.105	
Tratamientos	99	125920000.000	1271919.192	8.610 **
Error intrabloque	81	11966091.530	147729.525	
Error bloques completos	99	17539895.713	178180.765	
Total	199	143773643.530	722480.621	

\*\* Significativo al 0.01% de probabilidad

N.S. = No significativo

C.V. = 11.5%

DMS = 753.3 kg

CUADRO 5. ANALISIS DE VARIANZA PARA DIAS A FLORACION EN EL ENSAYO DE COMPUESTOS MASALES Y FAMILIALES DEL CIANOC, FCO, I, MADERO, DGO. 1980.

Factor de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>c</sub>
Repeticiones	1	3.813	3.813	
Bloques dentro de repeticiones	18	70.668	3.926	
Componente B	18	70.560	3.920	
Tratamientos	99	3561.500	35.975	9.177**
Error intrabloque	81	317.520	3.920	
Error bloques completos	99	388.188	3.921	
Total	199	3953.500	19.867	

\*\* Significativo al 0.01% de probabilidad

C.V. = 3.0%

D.M.S. = 3.88 Días

CUADRO 6. MEDIAS DEL RENDIMIENTO AJUSTADAS POR LA COVARIABLE NUMERO DE PLANTAS Y SU SIGNIFICANCIA.

Variedad	Rend. kg/ha
VS-201 IIICSMR	4702*
" IICSFRS	4503*
" IVCSMS	4416*
" IVCSMPR	4377*
" ICSMS	4370*
" IICSMPS	4365*
" IICSFIRST	4338*
" VCSMR	4329*
" IIICSMPS 18	4309*
" IVCSFR	4266*
" IICSMR	4251*
" IVCSFS	4249*
" IICSFRR	4187*
" IIICSFIRST	4168*
" ICSMR	4075*
" IICSMR	4064*
" ICSMPS	4052*
" IVCSMR	4032*
" ICSMPR	3988*
" IIICSFS	3942
H-204	3926
ZAC-218 IICSM ALL.	3884
COMP. CAL-74 IVCSM	3882
VS-201 VCSMPR	3871
" IIICSMR	3867
COMP. IV GERM. O <sub>2</sub> MOD.	3866
VS-201 IVCSFRS	3848
ZAC-218 IICSM MDO	3848
" ICSM ALL.	3830
COMP. CAL-74 ICSFRS	3826
VS-201 IIICSMPS	3785

Variedad	Rend. kg/ha
CCB IICSF	3785
VS-201 IVCSFRST	3784
" ICSFS	3770
H-221	3742
ZAC-218 IICSM M. BAL.	3734
" ICSM DGO.	3720
H-222	3717
CCB ICSF	3696
VS-201 IIICSMS	3675
COMP. CAL-74	3651
COMP. CAL-74 ICSFR	3625
CB IIICSF	3586
COMP. CAL-74 ICSM	3549
VS-201	3539
ABG IIICSF	3512
CAFIME	3502
ABG IICSF	3496
VS-202	3487
COMP. CAL-74 IIICSM	3480
" ICSFS	3478
VS-201 IIICSF	3461
ZAC-218	3456
ZAC-218 IICSM DGO.	3389
ZAC-256	3365
COMP. GERM. OP. IICSM	3332
OLOTE COLORADO	3331
CR. MADERO	3329
ZAC-218 ICSMCD	3325
" SEL. VIC.	3308
COMP. "INTERMEDIO" ZAC	3288
COMP. IV GERM. ICSM	3281
VS-201 IIICSF	3270
ZAC-227 IIICSMVE	3244
CCB	3148
COLECCION 16	3143
ZAC-227	3143



Variedad	Rend. kg/ha
VS-201 ICSFRS	3134
COMP. GERM. OP ICSM	3022
ZAC-58 IIICSFRS	3020
COMP. "PRECOZ" ZAC.	2940
COLECCION 7	2937
VS-203	2921
ABG ICSFS	2888
ZAC-58 IICSFR	2848
ZAC-227 IICSMMP	2834
COMP. CAL-74 IICSM	2809
COLECCION 6	2803
ZAC-227 ICSMVE	2697
ABG	2664
ZAC-227 IICSMVE	2628
ZAC-58 IIICSFS	2585
ZAC-227 ICSMMP	2544
ZAC-58 IICSFRS	2514
" IIICSMR	2393
COMP. ALLENDE ICSBCC	2343
COLECCION 11	2320
ZAC-58 IIICSMS	2311
" IICSMR	2259
ZAC-218 ICSFPA	2259
COLECCION 9	2204
ZAC-58 ICSMR	2202
" ICSFRS	2200
" IIICSFR	2080
" IICSFS	1916
" ICSFS	1911
" ICSMS	1855
" ICSFR	1837
" IICSMS	1782
ZAC-58	1642

C.V. = 9.5%

DMS = 153.3 kg

CUADRO 7. MEDIAS DE FLORACION Y SU SIGNIFICANCIA

Variedad	Días a flor.
H-221	75*
Olote colorado	72*
Criollo Madero	71
VS-201 VCSMR	71
VCSMPR	71
IIICSMPR	70
IVCSMPR	70
IICSMPS	70
IIICSMPS 18	70
IICSMR	70
ICSMPS	70
IVCSFRS	70
IIICSMPS	70
Zac-218 ICSFPA	70
CCB IICSF	70
IIICSF	70
CCB	70
VS-201 IICSFRS	69
IVCSFR	69
IICSFR	69
IICSMPR	69
IVCSMR	69
IIICSMR	69
ICSFS	69
Zac-218 Sel. Vic.	69
Comp. IV GERM O <sub>2</sub> MOD.	69
Comp. IV GERM. ICSM	69
Vs-201 IV CSMS	68
ICSMS	68
IICSFRST	68
IVCSFS	68
IIICSFRST	68
IVCSFRST	68

Variedad	Días a flor.
IIICSMS	68
VS-201	68
Cafime	68
VS-201 IIICSFR	68
ICSFRS	68
Zac-218 IICSM ALL	68
IICSM MDO	68
IICSM ALL	68
CCB ICSF	68
ABG IIICSF	68
IICSF	68
IICSF	68
Comp. All. ICSBCC	68
Vs-201 ICSMR	67
ICSMPR	67
IIICSFS	67
Zac-227 IICSMVE	67
H-222	66
Zac-218 ICSM DGO	66
Zac-218	66
Zac-218 IICSM DGO	66
IICSM CD	66
Comp. Interm. Zac.	66
Zac-227	66
Comp. Germ. Op. ICSM	66
Colección 9	66
Cal-74 IVCSM	65
Comp. Germ. Op IICSM	65
Comp. Precoz Zac.	65
Zac-227 IICSMMP	65
ABG	65
Cal-74 IICSM	64
VS-202	64
Zac-227 IIICSMVE	64
H-204	63
Cal-74 ICSFR	63

Variedad	Días a flor.
Cal-74 ICSM	63
IIICSM	63
ICSFS	63
Colección 16	63
Colección 7	63
Zac-227 ICSMMP	63
Colección 11	63
Zac-58 IIICSFERS	62
IIICSFERS	62
Zal-74	62
Zac-256	62
VS-203	62
Colección 6	62
Zac-58 IIICSFERS	61
IIICSFERS	61
Cal-74 ICSFRS	61
Zac-58 IICSFERS	60
IIICSMR	60
IICSMR	60
ICSMS	60
IICSMS	60
Zac-58	60
ICSMR	59
IIICSMS	58
ICSFRS	58
IICSFERS	58
ICSFR	58

C.V. = 3.0%

DMS = 3.9 días

tran compuestos de Zac-58, los cuales también son los más precoces.

En los CUADROS 8 al 12, al efectuar agrupamientos con materiales de un mismo origen, se observa que los compuestos masales y familiares, sin importar modalidad ni ciclo de selección, principalmente en los derivados de la variedad VS-201 y Zac-58 CUADROS 6 y 7, fueron más rendidores que el original y mejores en algunos casos a las variedades testigo. Se observa también en las FIGS. 2 y 3 que los compuestos masales originados a partir del VS-201 sobresalen a los compuestos derivados familiarmente. Sucediendo lo contrario en el Zac-58 -- donde los compuestos derivados familiarmente fueron superiores a los masales. Además que en los primeros, las ganancias fueron menores que en el grupo del Zac-58 con relación al original. El que la selección familiar en el grupo del VS-201 haya presentado ganancias menores que la selección masal puede ser debido entre otras causas a alguna deficiencia en el manejo de la metodología o a efectos ambientales; ya que la selección familiar presupone caracterizaciones más precisas y por lo tanto mayor eficiencia. En los compuestos derivados de la variedad Zac-218 (CUADRO 10) además de ciertos compuestos que se presentan en el CUADRO 12 no se encontraron diferencias significativas respecto al original, aunque se observa que numéricamente las ganancias fueron considerables. Contrariamente a lo esperado, los compuestos derivados de la variedad Zac-227 casi en su totalidad estuvieron abajo del original, así como también los del Cal-74 (CUADRO 11). El hecho de que dentro de las metodologías de selección, los diferen--

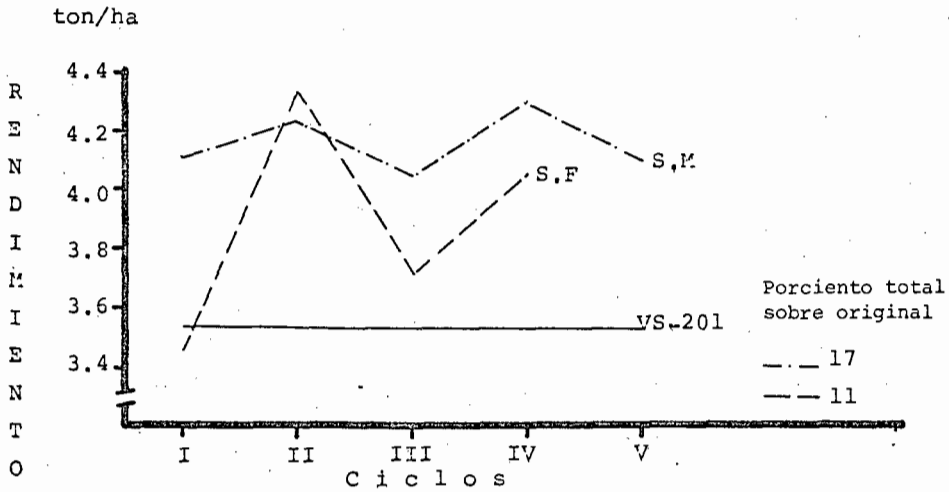


FIG. 2 RENDIMIENTO POR CICLO Y PORCIENTO SOBRE EL ORIGINAL DE LA SELECCION MASAL Y FAMILIAL EN LOS COMPUESTOS DE VS-201.

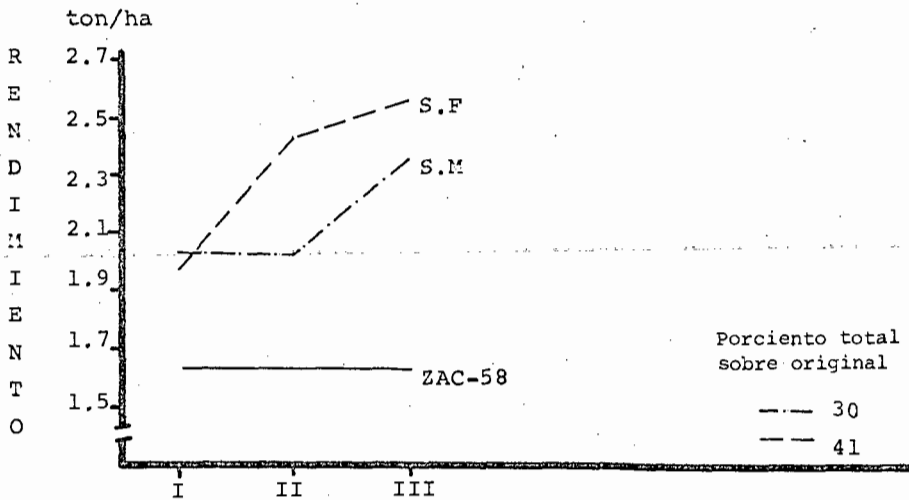


FIG. 3 RENDIMIENTO POR CICLO Y PORCIENTO SOBRE EL ORIGINAL DE LA SELECCION MASAL Y FAMILIAL EN LOS COMPUESTOS DE ZAC-58.

tes compuestos evaluados no presentaron una respuesta lineal, pudo ser debido a los efectos de la interacción genotipo x medio ambiente, dado que los resultados que se reportan aquí -- son de un año y una localidad. A pesar de todo, lo anterior muestra que con la aplicación de cualquiera de las metodologías, los compuestos mejorados presentaron respuestas más favorables a las condiciones climáticas de la región que las variedades originales. Esto se puede ver en forma más detallada en el trabajo de Gutiérrez (1980).

En el CUADRO 8, los compuestos VS-201 (III CSMPR y II CSFRS) presentan respuestas semejantes a los datos obtenidos por Gutiérrez (1980) en un experimento de riego; deduciendo con esto, que las condiciones de clima y de cultivo fueron -- excepcionales, infiriéndose que los resultados pueden considerarse concluyentes para un temporal eficiente como el de 1980 (FIG. 4) aunque las pruebas deberán repetirse para observación en temporales más drásticos.

#### 4.3. Medias de Floración

En el CUADRO 7 se presentan las medias de días a floración donde se observan diferencias muy estrechas formando grupos bastante grandes con tratamientos estadísticamente iguales los cuales generalmente se subdividen por su origen respectivo; lo que nos indica que no existen diferencias estadísticas dentro de grupos y que el incremento dado por la selección no es significativo; sin embargo para las características de la región estas diferencias numéricas pueden ser desfavorables, por lo que es necesario considerar siempre la mayor pre

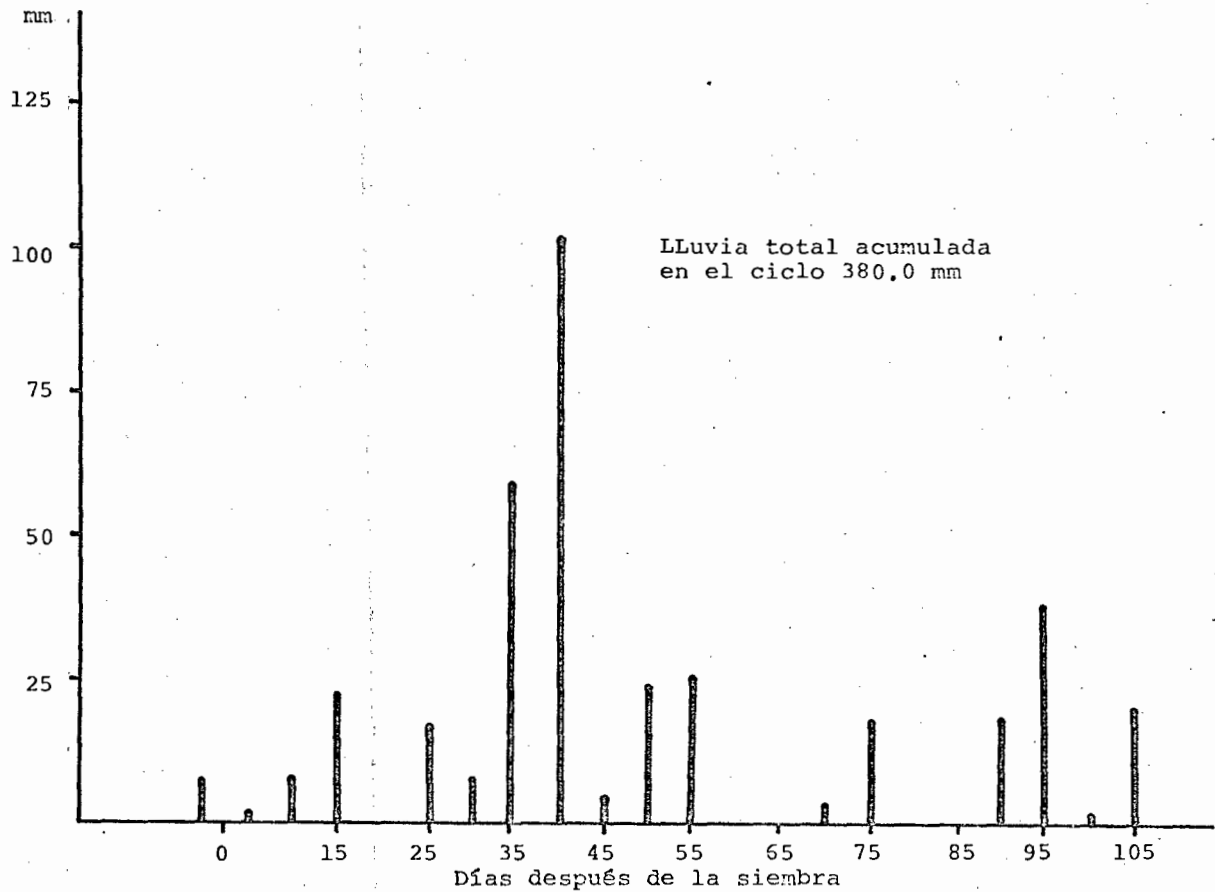


FIG. 4 · PRECIPITACION REGISTRADA EN PERIODOS DE 5 DIAS  
DURANTE EL CICLO DEL CULTIVO MADERO, DGO, 1980



cocidad, aunque es claro observar en la totalidad de los materiales, que la variable días a floración mantiene un fuerte - paralelismo con el rendimiento, variando de 67 a 71 días en - el grupo del VS-201, de 66 a 70 en el Zac-58, de 62 a 71 en - el de materiales diversos y de 58 a 62 días en el grupo del - Zac-58. Es notorio también que en los grupos evaluados, la - floración fluctúa de -1 a 3 días con respecto a la variedad - original, rango que da lugar a seleccionar materiales que se adecúen a las condiciones prevaecientes, llegando a superar notablemente a los maíces recomendados actuales.

#### 4.4. Características Agronómicas

De los caracteres medidos: acame, cobertura de mazorca, mazorcas podridas, plantas jorras y calificación de planta y mazorca, no presentaron variación entre genotipos, excepto en los grupos del Zac-58 y Cal-74 junto con el Criollo regional, donde se observó marcadamente mal aspecto de planta y mazorca posiblemente debido a que la selección se ha encaminado más - que nada para rendimiento y considerando la sanidad como un - aspecto secundario.

El cuateo ha tenido un incremento notable en los compues- tos mejorados de VS-201 y Zac-58 (CUADROS 8 y 9) y no se ob- - serva avance en los otros materiales (CUADROS 10 y 11). Tam- - bién se observa en el CUADRO 12, incrementos en los derivados del compuesto de colecciones blancas (CCB) y de amplia base - genética (ABG), los cuales fueron formados mediante selección familiar. Los compuestos mejorados para prolificidad mantie

CUADRO 8. MEDIAS DEL RENDIMIENTO Y ALGUNAS CARACTERISTICAS DE PLANTA Y MAZORCA DE MAICES DE TEMPORAL, TESTIGO Y COMPUUESTOS DERIVADOS DE LA VARIEDAD VS-201.

Variedad		Rend. kg/ha	Días flor.	Calif. pl y Mz	Cobert. Mz %	% Mz podr.	Cuateo %
VS-201	IIICSMR	4702	70	1.3	7.6	6.1	25.0
"	IICSFRS	4503	69	2.0	8.6	7.1	15.3
"	IVCSMS	4416	68	2.7	4.8	7.9	10.5
"	IVCSMPR	4377	70	1.8	5.3	10.7	27.6
"	ICSMS	4370	68	2.4	10.5	7.1	11.1
"	IICSMPS	4365	70	2.3	5.0	11.7	18.2
"	IICSFRST	4338	68	1.5	5.9	5.9	5.0
"	VCSMR	4329	71	2.0	5.9	5.9	15.0
"	IIICSMPS 18	4308	70	2.2	8.8	7.0	17.3
"	IVCSFR	4266	69	1.5	3.2	3.2	6.7
"	IICSMR	4251	70	2.0	3.3	6.6	10.5
"	IVCSFS	4248	68	1.9	1.6	3.2	10.3
"	IICSFR	4187	69	1.9	6.3	3.2	18.5
"	IIICSFRST	4168	68	1.7	4.2	5.6	11.7
"	ICSMR	4075	67	2.0	5.2	5.2	17.6
"	IICSMR	4064	69	1.5	0.0	9.5	16.7
"	ICSMPS	4052	70	2.7	6.0	4.0	15.7
"	IVCSMR	4032	69	1.8	1.5	10.8	13.8
"	ICSMR	3988	67	1.5	3.0	1.5	13.3
"	IIICSFS	3942	67	1.9	16.2	10.3	8.3
H-204*	"	3926	63	2.4	11.7	8.3	3.0
VS-201	VCSMPR	3871	71	1.9	6.8	10.2	16.5
"	IIICSMR	3867	69	2.0	8.2	9.8	17.5
"	IVCSFRS	3848	70	1.5	1.6	4.9	3.4
"	IIICSMPS	3785	70	2.0	6.0	6.0	19.0
"	IVCSFRST	3784	68	2.0	4.9	4.9	12.1
"	ICSFPS	3770	69	1.7	6.7	8.3	8.3
H-221*	"	3742	75	1.8	6.8	11.0	16.7
H-222*	"	3717	66	2.0	8.3	10.0	13.8
VS-201	IIICSMS	3675	68	2.7	4.8	0.0	8.6
VS-201**	"	3539	68	2.4	5.5	9.1	3.6
CAFIME*	"	3502	68	2.3	11.5	8.7	8.3
VS-201	IIICSFRS	3461	69	2.0	4.8	6.5	12.3
CR. MADERO***	"	3329	71	2.4	4.2	25.0	3.8
VS-201	IIICSFR	3270	68	2.3	6.7	5.0	10.0
"	ICSFRS	3134	68	1.8	1.7	6.8	11.9

\* Variedad recomendada

\*\* Variedad original

\*\*\* Criollo regional

CUADRO 9. MEDIAS DEL RENDIMIENTO Y ALGUNAS CARACTERISTICAS DE PLANTA Y MAZORCA DE MAICES DE TEMPORAL, TESTIGO Y COMPUESTOS DERIVADOS DE LA VARIEDAD ZAC-58.

Variedad	Rend. kg./ha	Días flor.	Calif. pl y mz	Cober. Mz %	% Mz podr.	Cuateo %
H-204*	3926	63	2.4	17.7	8.3	3.0
H-221*	3742	75	1.8	6.8	11.0	16.7
H-222*	3717	66	2.0	8.3	10.0	13.8
VS-201*	3539	68	2.4	5.5	9.1	3.6
CAFIME*	3502	68	2.3	11.5	8.2	8.3
CR. MADERO***	3329	71	2.4	4.2	25.0	3.8
ZAC-58 IIICSFRS	3020	62	3.0	5.2	13.8	6.8
" IIICSFR	2848	60	2.9	3.6	16.4	6.8
" IIICSFS	2585	61	3.2	5.9	15.7	3.9
" IIICSFRS	2514	62	2.9	1.9	18.6	6.9
" IIICSMR	2393	60	3.0	8.9	8.9	10.9
" IIICSMS	2311	58	3.0	1.8	16.4	3.3
" IICSMR	2259	60	2.9	10.0	16.0	3.6
" ICSMR	2202	59	3.2	5.7	28.3	1.7
" ICSFRS	2200	58	3.3	8.0	10.0	0.0
" IIICSFR	2080	61	3.4	0.0	10.1	1.8
" IJCSFS	1916	58	3.0	5.3	31.6	7.5
" ICSFS	1911	62	3.5	10.0	15.0	6.1
" ICSMS	1855	60	3.5	5.0	23.3	1.7
" ICSFR	1837	58	3.2	7.7	19.2	1.7
" IICSMS	1782	60	3.8	16.0	1.7	13.5
ZAC-58**	1642	60	3.5	6.8	13.6	0.0

\* Variedad recomendada

\*\* Variedad original

\*\*\* Criollo regional

CUADRO 10. MEDIAS DEL RENDIMIENTO Y ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE PLANTA Y MAZORCA DE MAICES DE TEMPORAL, TESTIGO Y COMPUESTOS DERIVADOS DE LA VARIEDAD ZAC-218.

Variedad	Rend. kg/ha	Días florc.	Calif. Pl y Mz	Cober. Mz %	% Mz Pods.	Cuateo %
H-204*	3926	63	2.4	11.7	8.3	3.0
ZAC-218 IICSM ALL	3884	68	2.0	8.2	13.1	14.3
ZAC-218 IICSM MDO	3848	68	1.9	8.5	13.6	5.0
ZAC-218 ICSM ALL.	3830	68	2.0	5.4	8.9	6.9
H-221*	3742	75	1.8	6.8	11.0	16.7
ZAC-218 ICSM DGO	3720	66	2.4	5.3	14.0	0.0
H-222*	3717	66	2.0	8.3	10.0	13.8
VS-201*	3539	68	2.4	5.5	9.1	3.6
CAFIME*	3502	68	2.3	11.5	8.2	8.3
ZAC-218**	3456	66	2.3	6.9	10.3	6.7
CR. MADERO***	3329	71	2.4	4.2	25.0	3.8
ZAC-218 ICSMCD	3325	66	2.2	3.1	7.7	11.7
ZAC-218 SEL VIC.	3308	69	2.0	9.3	11.1	5.1
ZAC-218 ICSFPA	2259	70	2.8	7.1	17.9	10.5

\* Variedad recomendada

\*\* Variedad original

\*\*\* Criollo regional

CUADRO 11. MEDIAS DEL RENDIMIENTO Y ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE PLANTA Y MAZORCA DE MAICES DE TEMPORAL TESTIGO Y COMPUESTOS DERIVADOS DE LA VARIEDAD COMPUESTO CAL-74.

Variedad	Rend kg/ha	Días flor.	Calif. Pl y Mz	Cober. Mz %	% Mz Pod.	Cuateo %
H-204*	3926	63	2.4	11.7	8.3	3.0
CR. CAL-74 IVCSM	3882	65	2.7	3.0	16.4	8.3
CR. CAL-74 ICSFRS	3826	61	2.5	8.1	12.9	10.2
H-221*	3742	75	1.8	6.8	11.0	16.7
H-222**	3717	66	2.0	8.3	10.0	13.8
C. CAL-74**	3651	62	2.9	9.2	10.8	13.3
C. CAL-74 ICSFR	3625	63	2.4	11.1	12.7	8.6
C. CAL-74 ICSM	3549	63	2.2	3.8	13.2	9.1
VS-201*	3529	68	2.4	5.5	9.1	3.6
CAFIME*	3502	68	2.3	11.5	8.2	8.3
C. CAL-74 IIICSM	3480	63	2.3	3.4	15.3	8.3
C. CAL-74 ICSF	3478	63	2.2	9.5	17.5	11.7
CR. MADERO***	3329	71	2.4	4.2	25.0	3.8
C. CAL-74 IICSM	2809	64	2.9	6.3	12.5	5.6

- \* Variedad recomendada  
 \*\* Variedad original  
 \*\*\* Criollo regional

CUADRO 12. MEDIAS DEL RENDIMIENTO Y ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE PLANTA Y MAZORCA DE MAICES DE TEMPORAL TESTIGO, COLECCIONES Y COMPUESTOS DE ORIGEN DIVERSO.

Variedad.	Rend. kg /ha	Días flor.	Calif. ply Mz	Cober. Mz%	% Mz Podr.	Cuateo %
H-204*	3926	63	2.4	11.7	8.3	3.0
C. IV GERM O <sub>2</sub> MOD	3866	69	2.2	5.4	21.4	3.5
CCB IICSF	3785	70	2.5	4.9	9.8	17.2
H-221*	3742	75	1.8	6.8	11.0	16.7
H-222*	3717	66	2.0	8.3	10.0	13.8
CCB ICSF	3696	68	2.4	5.9	7.4	18.3
CCB IIICSF	3586	70	2.7	3.3	8.3	17.5
VS-201	3539	68	2.4	5.5	9.1	3.6
ABG IIICSF	3512	68	2.9	4.3	15.2	11.6
CAFIME*	3502	68	2.3	11.5	8.2	8.3
ABG IICSFS	3496	68	2.2	4.8	9.5	29.3
VS-202	3487	64	2.4	9.8	11.5	8.8
ZAC-256	3365	62	2.4	8.2	16.3	0.0
C. GERM. OP IICSM	3332	65	2.3	3.4	18.6	0.0
OLOTE COLORADO	3331	72	1.9	3.7	13.0	3.5
CR. MADERO***	3329	71	2.4	4.2	25.0	3.8
C. "INTERM" ZAC.	3288	66	2.9	7.4	11.1	14.3
C. IV GERM ICSM	3281	69	2.2	7.5	18.9	3.6
ZAC-227 IIICSMVE	3244	64	2.8	3.4	20.3	7.1
CCB**	3148	70	2.5	5.6	13.0	14.5
COLEC. 16	3143	63	2.5	8.2	11.5	1.7
ZAC-227**	3143	66	2.8	7.0	19.3	8.6
C. GERM. OP. ICSM	3022	66	2.7	15.4	19.2	5.5
C. "PRECOZ" ZAC.	2940	65	3.0	10.9	17.4	0.0
COLEC-7	2937	63	2.9	3.6	21.8	7.4
VS-203	2921	62	2.9	11.1	14.3	8.5
ABG ICSFS	2888	68	2.2	6.1	10.2	7.0
ZAC-227 IICSMMP	2834	65	3.0	2.1	17.0	3.8
COLEC-6	2803	62	2.8	3.6	14.3	7.3
ZAC 227 ICSMVE	2697	65	3.2	5.6	22.1	3.5

Variedad	Rend. Kg /ha	Días Flor	Calif. El y Mz	Cober Mz%	% Mz Cuateo Podr. %
ABG **	2664	65	2.7	11.5	19.2 5.0
ZAC-227 IICSMVE	2628	67	3.0	4.3	17.4 5.8
" ICSMMP	2544	63	2.7	3.9	17.6 1.7
C.ALLENDE ICSBCC	2343	68	3.4	12.5	20.0 2.3
COLEC-11	2320	63	2.9	8.9	25.0 5.2
" 9	2203	66	3.0	0.0	21.6 5.2

\* Variedad recomendada

\*\* Variedad original

\*\*\* Cr. regional.

nen en general cualidades genéticas sobresalientes, mostrando altos rendimientos. Estos resultados pueden ser concluyentes en el sentido de continuar mejorando utilizando esta variante como criterio para buenas condiciones de precipitación, ya -- que como se puede observar, los días a floración sufren un pe queño retraso, acentuándose posiblemente por el tipo de selecci ón efectuada sin considerar precocidad. En los demás grupos no es muy notable este incremento respecto a su original, pero algunos mantienen un potencial de rendimiento comparable -- a los recomendados, y probablemente en condiciones críticas -- puedan expresar sus cualidades.

#### 4.5. Correlaciones

El CUADRO 13 muestra las características morfológicas y agronómicas en estudio y los coeficientes de correlación entre los posibles pares de variables, así como su significación estadística. En general se encontró muy baja correlación entre caracteres. Así se observa que del total de 305 -- coeficientes calculados, 79 son significativos al 0.01 de pro babilidad, 22 al 0.05, y 204 no fueron significativos.

La altura de planta a veces mencionada como correlacionada con el rendimiento, lo fué también en este caso, mostrando significancias en altura de planta 1 y 2 al 0.05 y altura de planta 7 al 0.01 de probabilidad. Resultados muy similares -- se observan en las variables número de hojas 2 y 3. Esto hace suponer que los materiales rendidores desarrollaron más rá pidamente en su primera etapa de crecimiento, pero a medida -- que avanza éste, el desarrollo de todos los genotipos mues---





tran discontinuidad, observandose además que al alcanzar su desarrollo total, los más altos presentaron los mayores rendimientos. En los cuatro grupos de maíces (FIGS. 5 - 8), se observa una tendencia semejante en crecimiento y número de hojas; difiriendo únicamente en la altura final, en donde los compuestos derivados de la variedad VS-201, seguido de los recomendados y compuestos Cal-74, presentaron mayor altura y número de hojas; en tanto que el grupo del Zac-58 presentó la menor altura y número de hojas, de ahí la correlación con el rendimiento. Sin embargo cabe hacer notar que los compuestos seleccionados dentro de grupos, principalmente los VS-201 y Zac-58 (CUADROS 14 y 15), presentan por lo general alturas menores que el original, en especial los seleccionados bajo sequía, lo que indica que las condiciones adversas de cultivo aunado al tipo de selección, modificaron el fenotipo de la planta, reduciendo más su porte, probablemente como una posible adaptación al medio ambiente. En el número de hojas no hubo una modificación significativa con respecto al original, aunque se observa un pequeño incremento sobre éste en el grupo del VS-201 y contrariamente en el Zac-58 el número de hojas se redujo, notandose más bajo las condiciones de sequía. De esto se puede inferir que las condiciones drásticas de humedad pueden ser eficientes al caracterizar ideotipos que con menor altura y número de hojas mantengan mayores posibilidades de tolerar la sequía.

El área foliar de la hoja ubicada abajo de la mazorca y el diámetro de tallo, presentan correlaciones altamente sig-

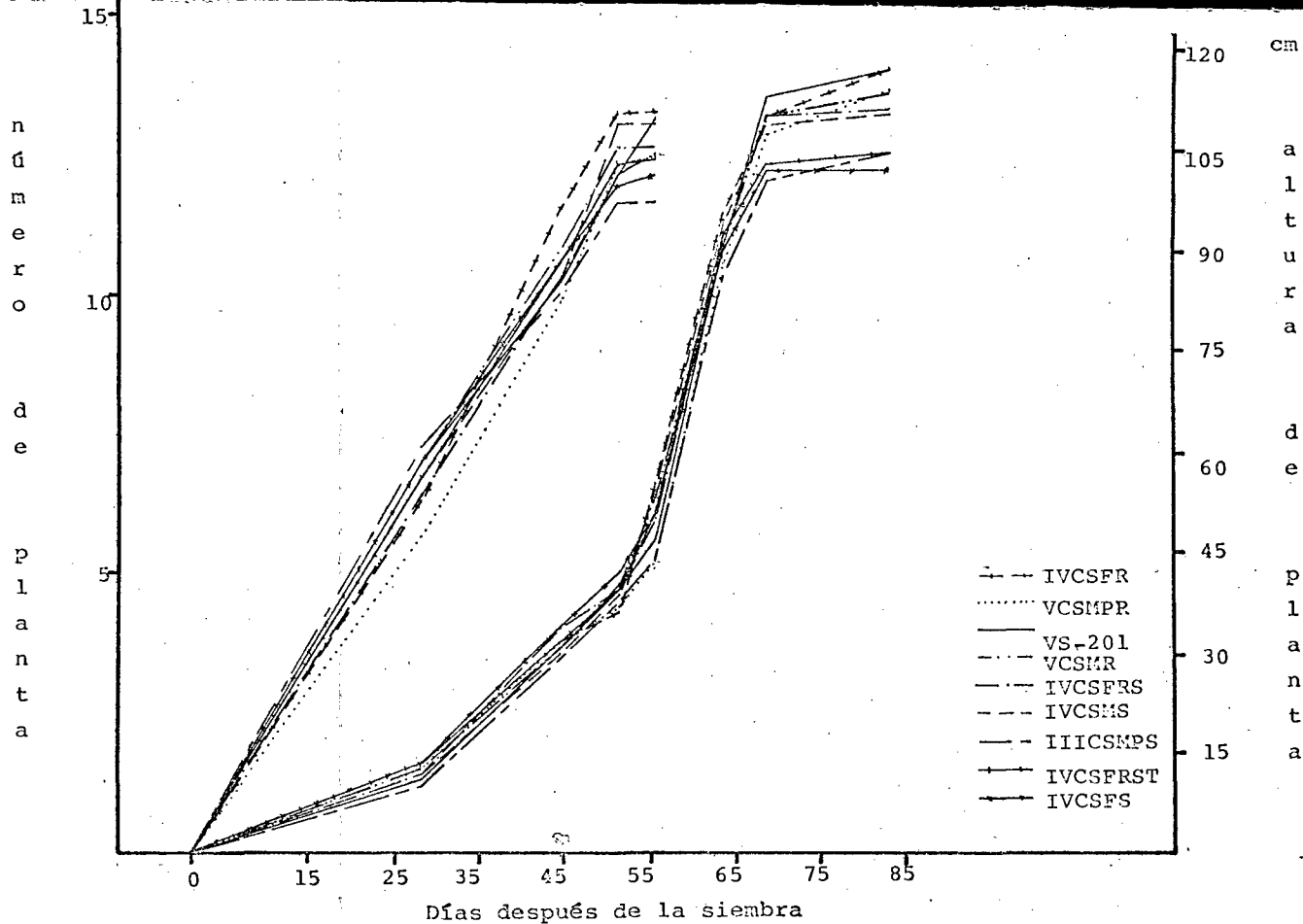


FIG. 5 NÚMERO DE HOJAS Y CURVAS DE CRECIMIENTO DE MAICES  
 DERIVADOS DE LA VARIEDAD VS-201

n  
ú  
m  
e  
r  
o  
  
d  
e  
  
h  
o  
j  
a  
s

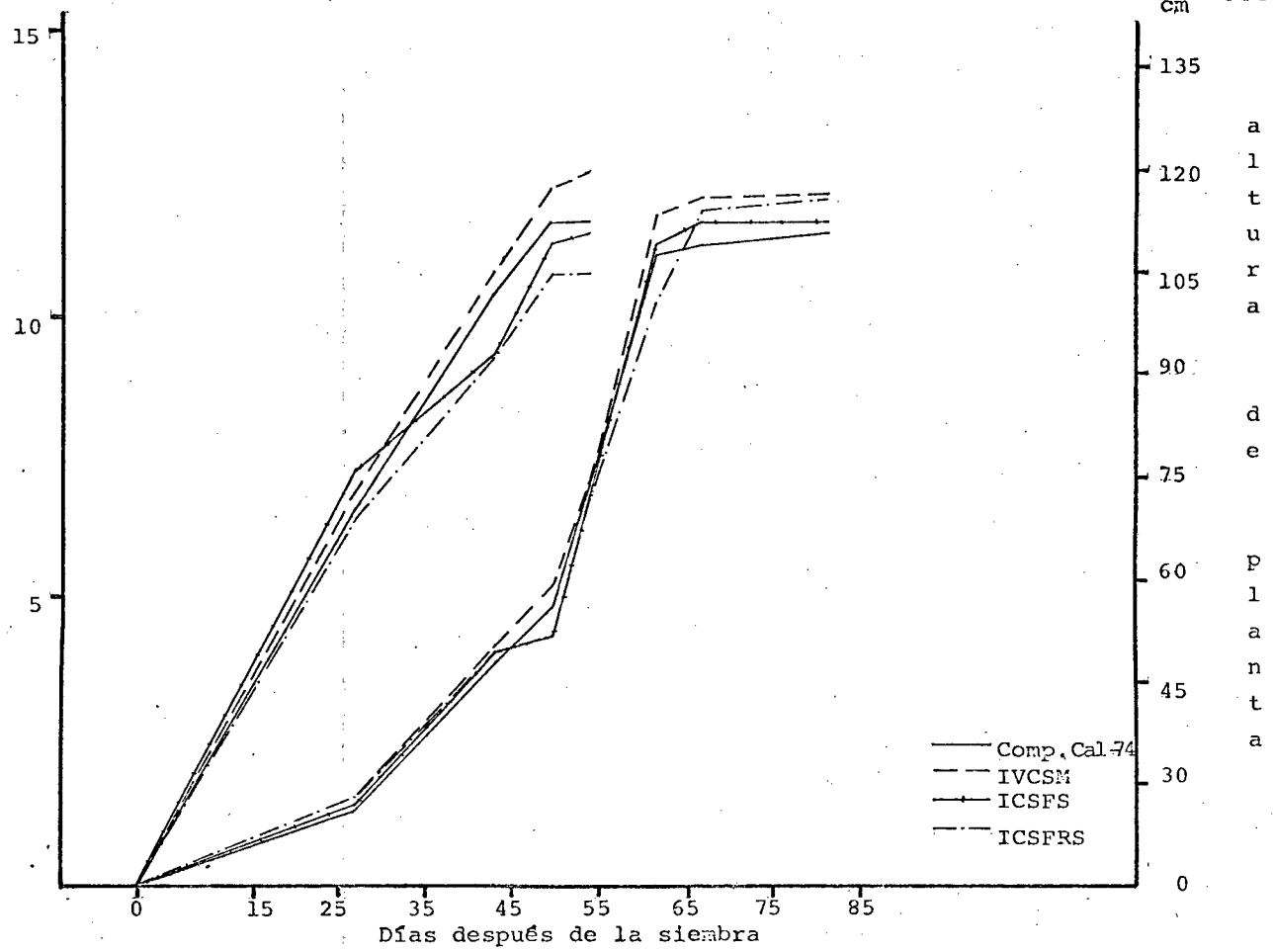


FIG. 6 NUMERO DE HOJAS Y CURVAS DE CRECIMIENTO DE MAICES DERIVADOS DEL COMPUESTO CAL-74

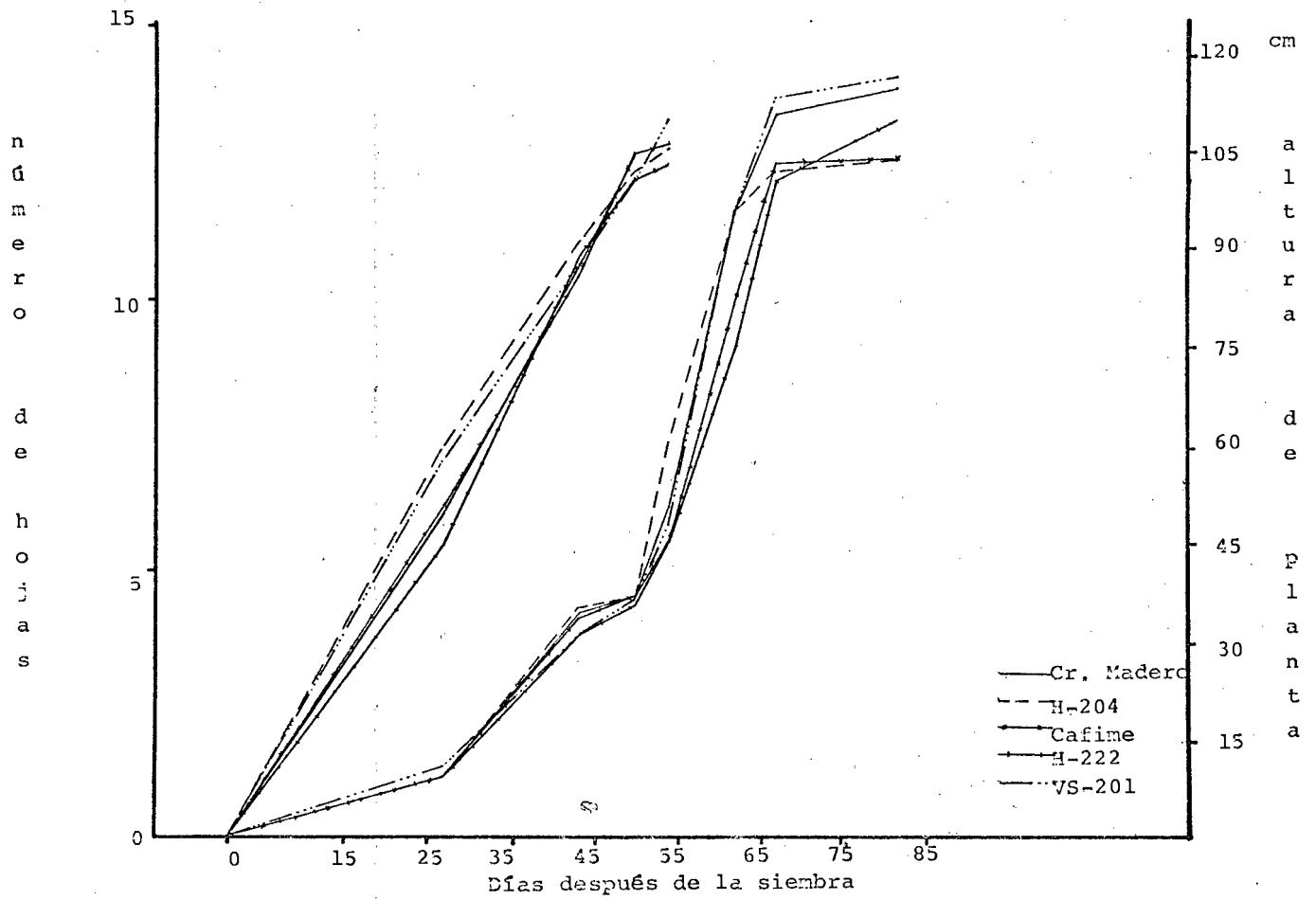


FIG.7 NUMERO DE HOJAS Y CURVAS DE CRECIMIENTO DE MAICES DE TEMPORAL.

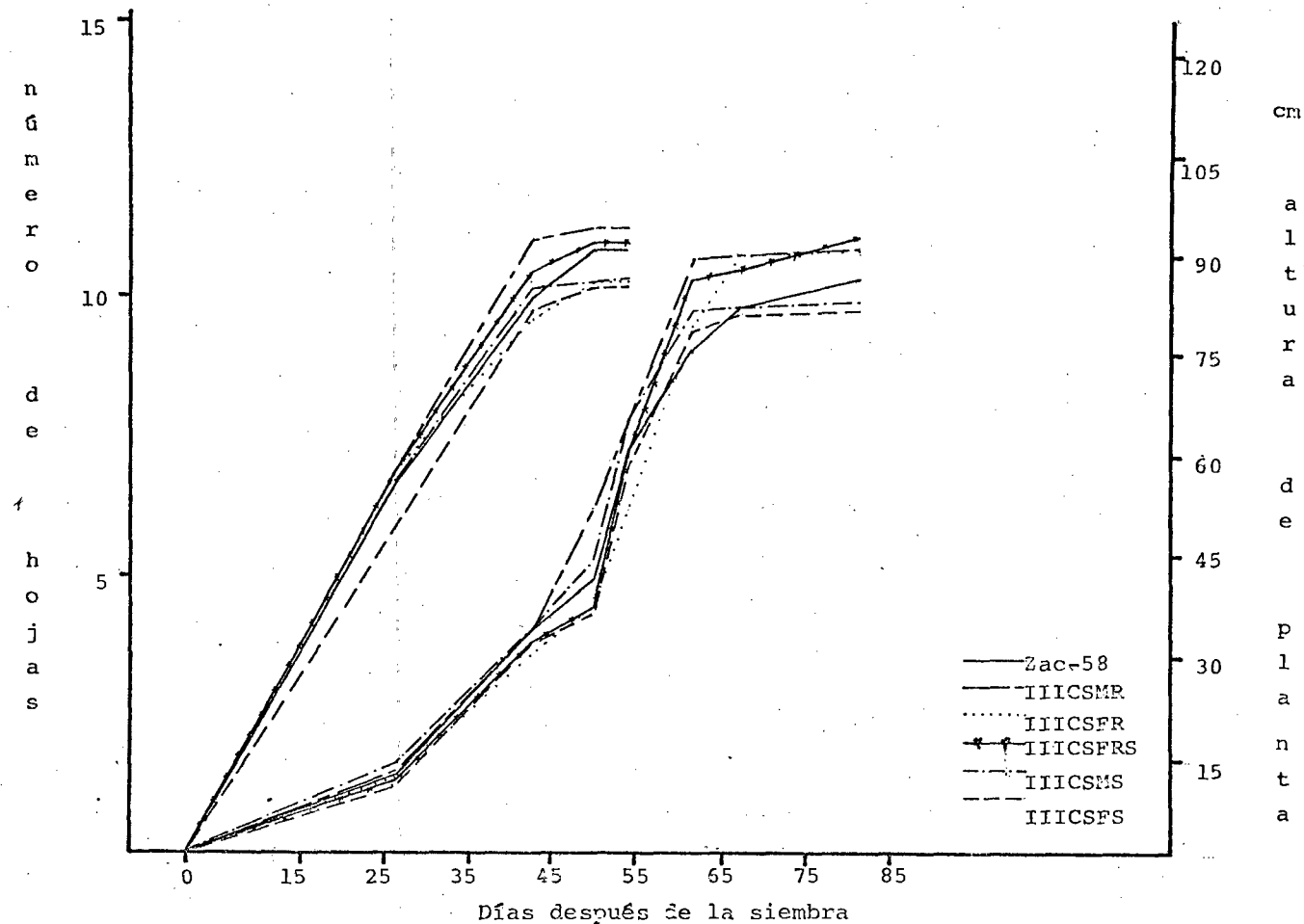


FIG. 8 NUMERO DE HOJAS Y CURVAS DE CRECIMIENTO DE MAICES DERIVADOS DE LA VARIEDAD ZAC-58

CUADRO 14. PORCIENTO DE MEDIAS DE CARACTERISTICAS DE PLANTA  
 POR METODOLOGIA EN LOS COMPUESTOS DE VS-201 CON  
 RESPECTO AL ORIGINAL.

Metodología	Rend.	Area fol.	Diam. Tallo	Alt. plta.	No. hojas	Días flor
CSFS	12.7	3.5	2.2	-8.2	4.1	0.0
CSFR	10.4	15.5	7.3	-1.7	9.1	1.0
CSFRS	5.6	5.5	5.8	-3.0	5.8	1.5
CSFRST	15.8	2.7	1.5	-7.8	0.8	0.0
ORIGINAL	3539	489	13.7	232	12.1	68
CSMS	17.4	1.0	10.2	-6.5	0.8	0.0
CSMR	16.2	5.3	5.1	-6.9	1.7	1.8
CSMPS	14.9	4.9	9.5	-6.9	0.0	2.9
CSMPR	18.6	-1.6	8.0	3.9	0.8	2.1

CUADRO 15. PORCIENTO DE MEDIAS DE CARACTERISTICAS DE PLANTA POR METODOLOGIA EN LOS COMPUESTOS DE ZAC-58 CON RESPECTO AL ORIGINAL.

Metodología	Rend.	Area fol.	Diam. tallo	Alt. plta.	No. hojas	Días flor.
CSFS	30.1	-11.3	6.4	-5.8	-8.3	4.0
CSFR	37.3	21.9	1.6	3.5	-6.4	2.9
CSFRS	57.0	27.2	0.8	-1.2	-4.6	4.7
ORIGINAL	1642	283	12.5	171	10.9	58.0
CSMS	20.8	13.8	0.8	-6.4	-6.4	2.2
CSMR	39.2	25.1	12.0	5.8	-5.5	2.9



nificativas con el rendimiento, altura de planta 5,6 y 7 y número de hojas 3; correspondiendo la mayor superficie foliar al grupo de los VS-201 con  $500 \text{ cm}^2$  en promedio, seguido del grupo de recomendados, grupo Cal-74 y Zac-218 con promedios aproximados a los  $450 \text{ cm}^2$ , y los Zac-58 con menos de  $320 \text{ cm}^2$ . En el mismo orden el diámetro de tallo varió en promedio de 14.5, 13.7 y 13.0 mm. respectivamente. El VS-201 y Zac-58 originales tuvieron menor diámetro de tallo y área foliar que los derivados de ellos, el Cal-74 original sólo fué menor a sus derivados en el diámetro de tallo, y el Zac-218 no presentó diferencias con respecto a sus derivados en ninguno de los casos, demostrando -- con ello que la selección no ha sido suficientemente eficaz como anteriormente se observó en los CUADROS 10 y 11 de rendimiento. Estos resultados muestran que el área foliar y el rendimiento se han incrementado notablemente; de ahí que puede considerarse que un aumento de la superficie foliar presupondría mayor fotosintetización y en consecuencia mayor producción de grano. Sin embargo ésta modificación en la estructura de la planta dadas las características de la región, puede ser negativa, ya que al presentar una superficie foliar mayor, la evapotranspiración también sería mayor; aunque si se consideran los resultados obtenidos por Muñoz ( 1975), los compuestos seleccionados bajo sequía, presentarían cierta sensibilidad estomática y por lo tanto mayor eficiencia en el uso del agua. El diámetro -

de tallo, también se ha modificado paralelamente con el rendimiento, efecto que puede ser positivo con relación a la sanidad del cultivo por adquirir resistencia al acame y posiblemente también como receptor de mayor cantidad de agua.

El rendimiento está correlacionado en alto grado con la variable días a floración, lo cual indica que maíces de ciclo más largo presentan mayor productividad. Sin embargo, es importante considerar que para ésta región, genotipos más precoces tendrán mayores posibilidades de sobrevivir.

El peso seco de raíz se encuentra positivamente correlacionado con el rendimiento, altura de planta 6 y 7, número de hojas 3, floración y área foliar, lo que significa que -- hay una estrecha relación entre el desarrollo de la parte aérea con el desarrollo radical y en consecuencia con un mayor rendimiento. En el CUADRO 16 se observa el vasto contraste en peso seco de raíz entre los grupos VS-201 y Zac-58 con promedios que van de 12 a 20 gr y de 5 a 8 gr respectivamente; asimismo con calificaciones que varían de 1.75 a 2.50 y 3.75 a 4.50. Además los compuestos seleccionados del VS-201 presentan incrementos bastante grandes respecto al original, tanto en peso seco de raíz como en contenido de ramificaciones, no presentando las mismas características los Zac-58 donde el peso y volúmen de raíz fué igual o ligeramente menor al original. Si los resultados anteriores ocurriesen en circunstancias más drásticas de precipitación, conducirían a inferir que los compuestos mejorados de VS-201 tienen mayores posibilidades de resistir la sequía, mientras que --

CUADRO 16. RENDIMIENTO, PESO SECO DE RAIZ Y CALIFICACION DE RAIZ DE ALGUNOS COMPUESTOS DEL VS-201 Y ZAC-58.

Tratamiento	Rend. (kg/ha)	P.S. Raíz (gr)	Calif.* raíz
VS-201 IVCSMS	4416	15.76	1.75
VS-201 IVCSFS	4249	19.95	2.00
VS-201 IVCSFRS	3848	19.83	2.00
VS-201 IIICSMPS	3785	16.90	1.75
VS-201	3539	12.47	2.50
CR. MADERO	3329	14.27	2.50
ZAC-58 IIICSFPS	3020	7.60	3.75
ZAC-58 IIICSFPS	2585	5.34	4.50
ZAC-58	1642	8.00	4.00

\* Calificación visual 1 a 5, siendo 1 = volumen con más alto contenido de ramificaciones secundarias y terciarias y 5 = el más bajo.

los Zac-58 se caracterizarían por genotipos que escapan a las condiciones de sequía, tanto por su precocidad como por su bajo volúmen radical.

El potencial hídrico foliar en los tres grupos: VS-201 Zac-58 y recomendados (1, 2 y 3), en las mediciones de la primera fecha (I), no presentan correlaciones significativas con el rendimiento, únicamente el grupo de recomendados correlacionó negativamente con altura de planta 1, 3 y 5, entendiendo con ésto que a mayor potencial, la altura de planta en esas variedades (grupo de recomendados) fué menor. En la segunda y tercera fecha (II y III), únicamente el grupo de los Zac-58 correlacionó positivamente con el rendimiento y así con la mayoría de las variables que correlacionan con éste, en tanto que los VS-201 muestran una tendencia negativa con la mayoría de las variables, correlacionando solo con altura de planta 5, diámetro de tallo y rango de floración en la segunda fecha (II), y positivamente con altura de planta 6 en la tercera fecha (III). El grupo de recomendados sólo correlacionó positivamente en la tercera fecha con altura de planta 2 y negativamente con altura de planta 3. Con lo anterior y como lo muestra la FIG. 9, se observa que los compuestos seleccionados bajo riego del Zac-58 muestran una tendencia a contraponer mayor resistencia a la presión que los seleccionados bajo sequía, de la misma manera los compuestos seleccionados bajo riego del VS-201 (FIG. 10), junto con el original son los que presentan las mayores presiones, aunque con tendencias un poco diferentes

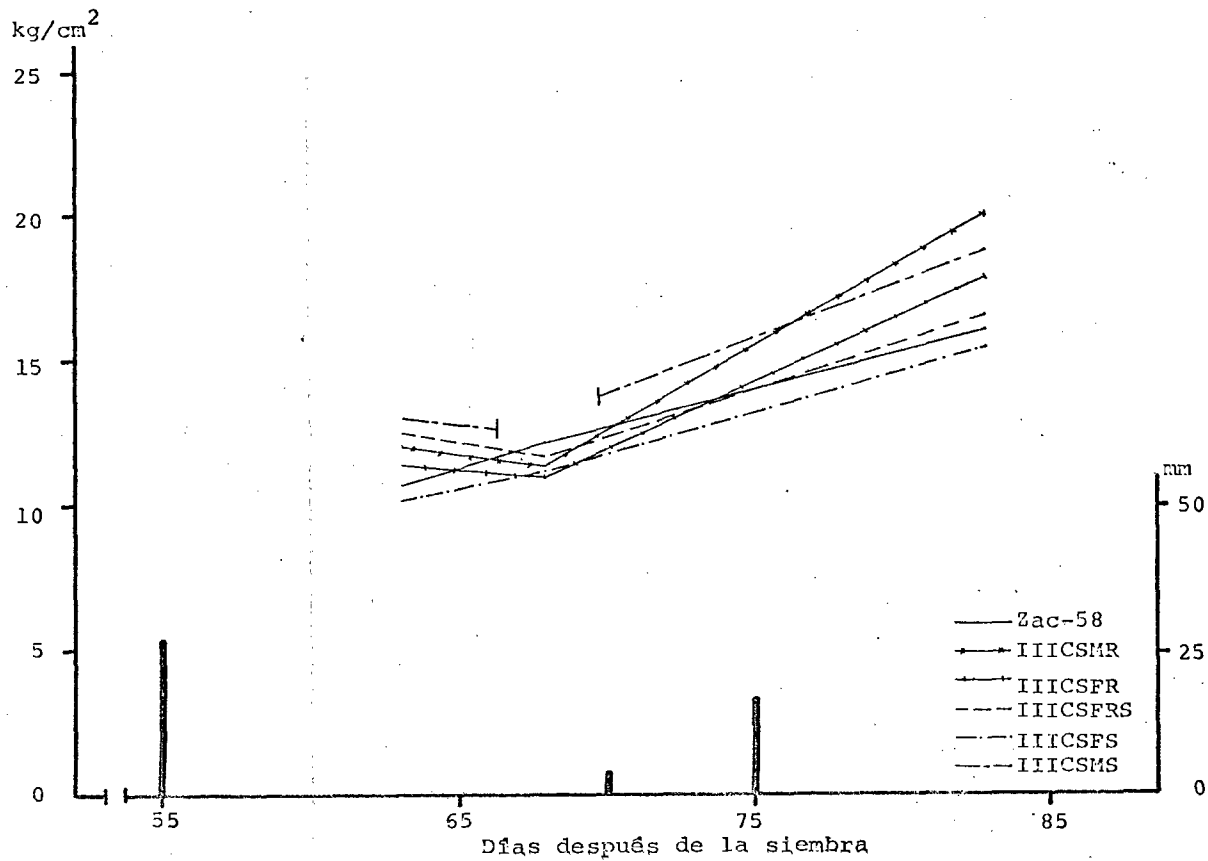


FIG. 9 POTENCIAL HIDRICO OBTENIDO EN MAICES DERIVADOS DE LA VARIEDAD ZAC-58 Y PRECIPITACION REGISTRADA,

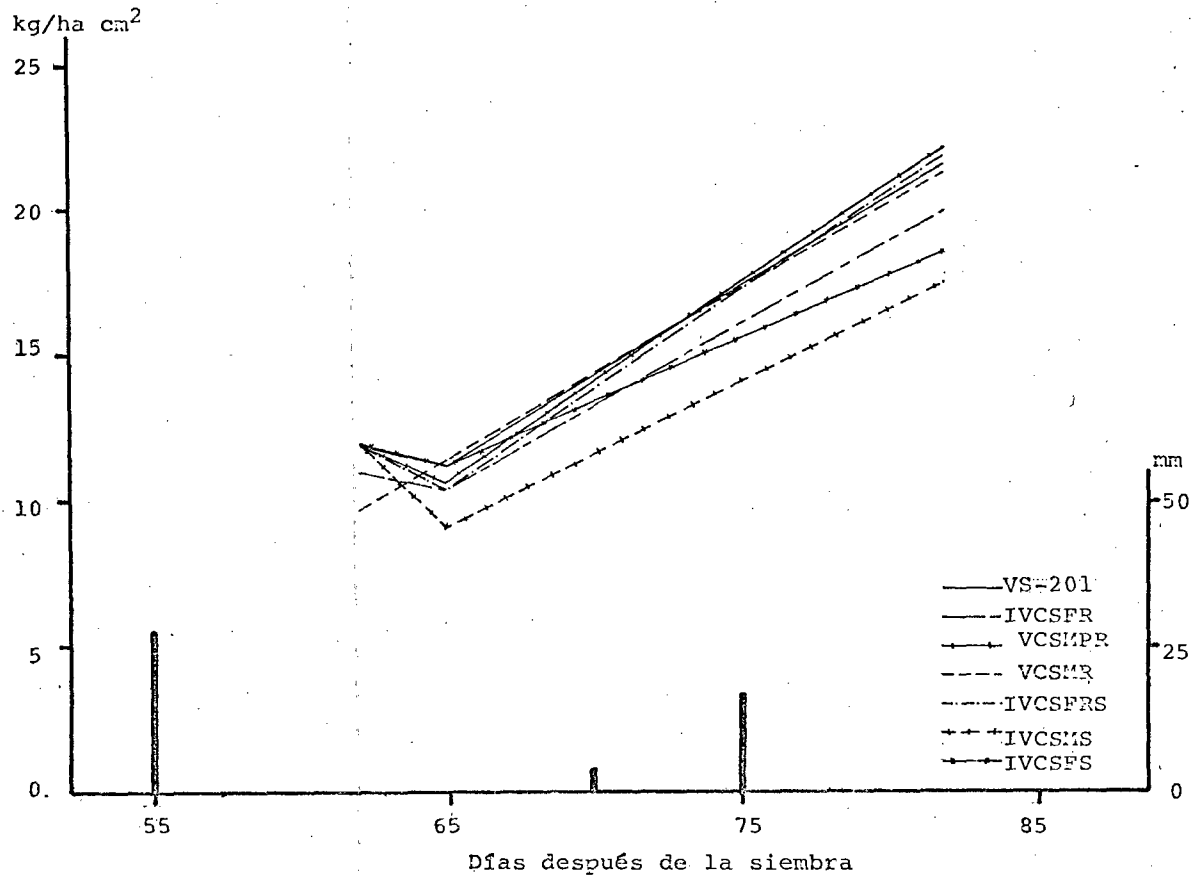


FIG. 10 POTENCIAL HIDRICO OBTENIDO EN MAICES DERIVADOS DE LA VARIEDAD VS-201 Y PRECIPITACION REGISTRADA.

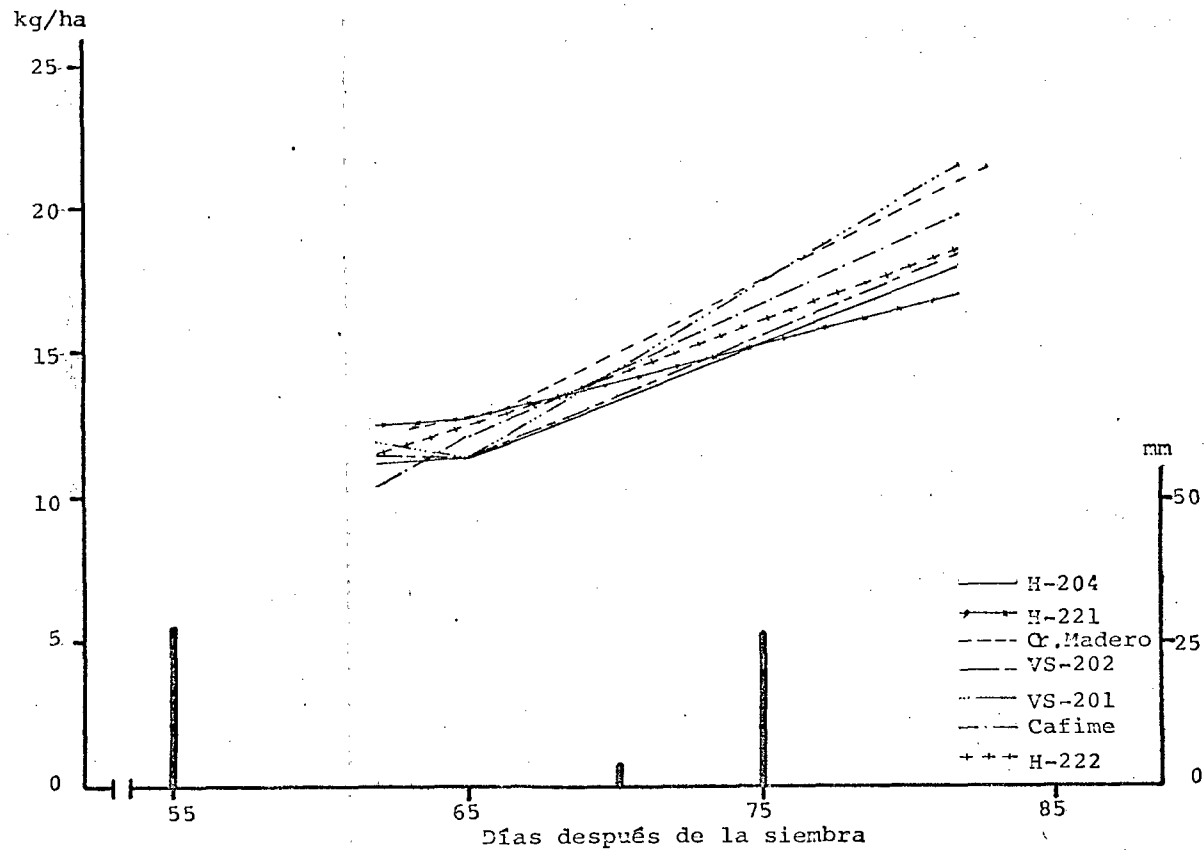


FIG. 11 POTENCIAL HIDRICO OBTENIDO EN MAICES DE TEMPORAL Y PRECIPITACION REGISTRADA.

en la segunda fecha al grupo de los Zac-58, debido posiblemente a la variación de tres días de la determinación del potencial hídrico, relacionado esto posiblemente a una menor cantidad de agua circulante en la planta, ya que el grupo de los Zac-58 presentan un desarrollo más avanzado en su ciclo de vida debido a su precocidad. De todo esto se infiere que cuando se trabaja para condiciones de sequía, los genotipos presentan mayor contenido de agua en sus tejidos; de ahí la menor presión aplicada. En la FIG. 11 el grupo de maíces recomendados presenta una tendencia algo semejante a la de los compuestos estudiados. Estos resultados se caracterizan como se observa en las FIGS. mencionadas, por incrementar el potencial hídrico foliar a medida que la planta va completando su ciclo vegetativo. Sin embargo por las pocas mediciones realizadas, no se pueden considerar éstos resultados como definitivos respecto a que los compuestos presenten mayor eficiencia en el uso del agua.



## V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones experimentales en que se desarrolló la investigación y en base a los argumentos expuestos en la discusión, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Los Compuestos seleccionados muestran en general avance genético con la aplicación de cualquiera de las modalidades de mejoramiento genético, superando significativamente en algunos casos a la variedad original, como en el caso de VS-201 y de Zac-58.

2. Los compuestos sobresalientes del VS-201 (IIICSMPR y IICSFRS) presentan cierta estabilidad al compararlos con los resultados obtenidos por Gutiérrez (1980), lo que aumenta la posibilidades de desplazar a maíces actualmente recomendados para siembras de buen temporal en Durango.

3. En el grupo de los VS 201, los compuestos de selección masal tendieron a comportarse mejor que los de selección familiar; en cambio en el grupo de los Zac 58 la selección familiar se mantuvieron en los primeros lugares.

4. Los días a floración variaron de 67 a 71 en el grupo de VS 201 y Cal 74, hasta 58 días en el grupo del Zac 58, con fluctuaciones que van de -1 a 3 días con respecto a la variedad original; este efecto repercutió en un paralelismo notable entre el rendimiento más elevado y un mayor retraso en la variable días a floración.

5. El cuateo fue notablemente superior en algunos compuestos de las colecciones ABG y CCB y principalmente en los compuestos del grupo VS 201 trabajados para prolificidad pero con el inconveniente de un pequeño retraso en la floración.

6. Todos los genotipos evaluados dentro de un mismo grupo, muestran tendencias semejantes en desarrollo de altura de planta y número de hojas, difiriendo únicamente en la etapa final, donde se relacionan directamente los de más altura y número de hojas con el mayor rendimiento. Sin embargo, los compuestos mejorados, dentro de grupos en especial los seleccionados bajo sequeña presentaron reducciones en el porte de planta con respecto al original.

7. El área foliar de la hoja de la mazorca y el diámetro de planta presentaron magnitudes mayores con relación a sus originales en los grupos VS 201 y Zac 58; en Cal 74 sólo en el diámetro de tallo hubo diferencias y en el Zac 218 en ninguno de los casos. Los de mayor área foliar y diámetro de tallo presentaron mayores rendimientos.

8. El desarrollo de la parte aérea mantiene un estrecha relación con el desarrollo radical y el rendimiento. Los compuestos derivados de VS 201 presentan el mayor volumen y peso de raíz, el cual varió de 12 a 20 grs.; en Zac 58 los pesos variaron entre 5 y 8 grs.

9. Los compuestos VS 201, en especial los seleccionados bajo sequía presentaron potenciales hídricos menores que el original; y los derivados del Zac 58 iguales al original y menores en las etapas críticas; las presiones fueron algo semejantes en los grupos, incluyendo a los recomendados.

10. En general se observó que al seleccionar para rendimiento se seleccionó también para mayor área foliar, diámetro de tallo y mayor peso y volumen de raíz además de una reducción del porte de planta en los compuestos seleccionados dentro de grupos y lamentablemente para un retraso en la variable días a floración.

## P E R S P E C T I V A S

De los resultados obtenidos se sugieren los siguientes aspectos:

a) Dada la eficiencia de la selección familiar aquí observada, tratar de investigar sobre el método de hermanos completos para interaccionar en las familias, los ambientes de riego y sequía y conjugar en lo posible características con tolerancia a la sequía y con alto potencial de rendimiento.

b) Investigar sobre la relación que mantiene un determinado modelo de raíz con la tolerancia a la sequía, para tratar de implementar un criterio de selección más eficiente.

c) Considerar varias localidades para mejoramiento y ambientes de prueba para eliminar en lo más posible la interacción genotipo x ambiente.

## VI BIBLIOGRAFIA

1. Anaya G., M. (1977). Agreocosistemas de México: Contribución a la enseñanza, investigación y divulgación agrícola. Editado por Hernández, X. C.P. Chapingo, México.
2. Arnon, I. (1972). Crop production in dry regions. Ed. by Cox & Wyman Ltd. Published by Leonard Hill Books. Great Britain 1: 182.
3. Brown W., R. (1977). Water relations of range plantas. USDA Forest Service, Logan. Rangeland plant physiology. Edited by Ronald E. Sosebee. Society for range management. Denver, Colorado. Paper IV: 107-110.
4. Castellón O., J.L. (1979). Resistencia a heladas y sequía en maíces de la Mesa Central y Sierra de Chihuahua. Tesis M.C. C.P. Chapingo, México.
5. Cochran G. M. y Cox, M. G. (1978). Diseños experimentales. Ed. Trillas, México.
6. Enríquez R. (1980). Análisis del crecimiento de las plantas CAELALA-CIAN-INIA-SARH, México.
7. Fernández y F., R. ( ). Notas sobre la Reforma Agraria Mexicana. Serie monografías No. 2. Centro de Economía Agrícola C.P. ENA, Chapingo, México.
8. Francis C.A., J.N. Rutger and A.F.E. Palmer (1969). A rapid method for plant leaf area estimation in maize. (Zea mays L.) Crop Sci. 9: 537-39.

9. García, E. (1973). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM México.
10. Gardner, C. (1961). An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutron on yield corn. *Crop Sci*, 1: 241-45.
11. González H., V. A. ( ). Importancia de la raíz en la resistencia a la sequía. ENA C.P. Rama Genética Chapingo, Méx. (Mimeografiado).
12. Gutiérrez S., R. (1980). Comparación de cuatro ciclos de selección masal y familiar combinada en un variedad de maíz (Zea mays L.) bajo el esquema riego-sequía en Durango. Tesis Profesional. Guadalajara, Jal., México.
13. Levitt, J. (1979). Responses of plants to environmental stresses. Academic. Pres. New York.
14. Lonnquist, H. (1967). Mass selection for prolificacy in maize. *Suchter/Genet. Bredd. Res.* vol. 37 Nr.4.
15. Luna F., M. (1978). Posibilidades de obtención de variedades de maíz tolerantes a la sequía mediante el uso de polen y estigmas resistentes a la desecación. Tesis de Doctor en Ciencias. C.P. Chapingo, México.
16. L. de fina y C. Ravelo (1975). Climatología y fenología agrícola. Ed. Universitaria de Buenos Aires, Argentina.

17. Molina G., J. (1978). Avances en la enseñanza y la investigación C.P. Chapingo, México. PP. 126-130.
18. Muñoz O., A. (1975). Relaciones agua-planta bajo sequía en varios sintéticos de maíz resistentes a sequía y heladas. Tesis Doctor en Ciencias C.P. Chapingo, México.
19. \_\_\_\_\_ (1980). Notas del curso sobre resistencia a sequía. INIA-CIANOC. (Mimeografiado) Durango, Dgo.
20. \_\_\_\_\_ ( ). Potencial Hídrico (Mimeografiado). Rama de Genética, C.P. Chapingo, México.
21. Ortega P., R. (1977). Agroecosistemas de México: Contribución a la enseñanza, investigación y divulgación agrícola. Editado por Hernández, X. C.P. Chapingo, México.
22. Reyes C., P. (1980). Diseño de experimentos aplicados. Ed. Trillas. México.
23. Tanaka, A. y Yamaguchi, J. (1977). Producción de materia seca, componentes del rendimiento y rendimiento de grano en maíz. Trad. de: J., Kohashis. Rama de Botánica. C.P. Chapingo, México.
24. Valdéz, G. (1976). Evaluación del método de selección de maíz (Zea mays L.) germinados en una solución de sacarosa bajo condiciones de laboratorio y campo

para la obtención de ciclos de selección tolerantes a la sequía. Tesis M.C. ITESM, México.

25. Warman, A. (1977). Los campesinos hijos predilectos del régimen. Ed. Nuestro Tiempo, S. A. México.
26. Wong R., R. (1979). Comportamiento de las características agronómicas, índices fisiológicos y patrones de crecimiento de 50 genotipos de sorgo bajo el esquema riego-sequía. Tesis M.C. C.P. Chapingo, México.