

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRICULTURA



"PRUEBA DE RENDIMIENTO Y OTRAS VARIABLES EN  
MAICES MEJORADOS Y EXPERIMENTALES PARA  
TEMPORAL DEFICIENTE EN CALERA, ZAC.

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO  
ORIENTACION FITOTECNIA  
P R E S E N T A :

**MARTIN MEZA LOZANO**

Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal. 1988



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
 Facultad de Agricultura

Expediente .....  
 Número .....



14 1937  
**ESCUELA DE AGRICULTURA**  
**BIBLIOTECA**

**C. PROFESORES.**

ING. SALVADOR HUERTADO Y DE LA PEÑA: Director  
 ING. SALVADOR MENA MONGUIA, Asesor  
 ING. SANTIAGO SANCHEZ PRECIADO, Asesor

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, -  
 que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

" PRUEBA DE RENDIMIENTO Y OTRAS VARIABLES EN MAICES ME-  
 JURADOS Y EXPERIMENTALES PARA TEMPORAL DEFICIENTE EN-  
 CALERA, ZAC."

presentado por el PASANTE: ~~MARTIN MEZA LOZANO~~  
 han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente -  
 para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta  
 Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. En-  
 tre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y  
 distinguida consideración.

"PIENSA Y TRABAJA"  
 EL SECRETARIO.

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL.

Al contestar este oficio sirvan dar fecha y número

hfg.



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente .....

Número .....

14 de Octubre 1987

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
PRESENTE

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

MARTIN MEZA LOZANO, titulada -

"PRUEBA DE RENDIMIENTO Y OTRAS VARIABLES EN MAICES MEJORADOS  
Y EXPERIMENTALES PARA TEMPORAL DEFICIENTE EN CALERA, ZAC."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR

ING. SALVADOR MURTADO Y DE LA PEÑA

ASESOR

ING. SALVADOR MENA MUNGU A

hlg.

ASESOR

ING. SANTIAGO SANCHEZ PRECIADO

DEDICATORIA

A MI MADRE

En memoria de la persona que puso todo su esfuerzo para que tuviera una profesión y no logro ver sus frutos.

A MI PADRE

Quien me brinda su apoyo.

A MIS HERMANOS

A ROSY

## AGRADECIMIENTOS

Mi sincero agradecimiento al Sr. Maximino Luma Flores por su orientación y facilidades para el desarrollo del presente trabajo.

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

Al Ing. Santiago Sánchez Preciado, asesor de esta Tesis, por sus valiosas sugerencias hechas a la misma.

Al Ing. Salvador Mena Manguía, asesor de esta Tesis, por la revisión de este trabajo y sus sugerencias.

Al Ing. Ricardo Gutiérrez Sánchez por su valiosa cooperación en la conducción del trabajo y por la amistad brindada.

A la Srita. Rosa García Vega, por su cooperación en la elaboración de la misma.

Al Centro de Investigaciones Agrícolas Norte- Centro, por proporcionar los medios necesarios para el desarrollo del presente trabajo.

" PRUEBA DE RENDIMIENTO Y OTRAS VARIABLES EN MAICES MEJORADOS Y  
EXPERIMENTALES PARA TEMPORAL DEFICIENTE EN CALERA, ZAC. "

## CONTENIDO

	Pag.
LISTA DE CUADROS	ii
LISTA DE FIGURAS	iii
RESUMEN	1
I. INTRODUCCION	3
II. REVISION DE LITERATURA	6
2.1 Conceptos generales	6
2.2 Respuestas fisiológicas y morfológicas del maíz a la sequía.	11
2.3 Resistencia a la sequía	14
2.4 El factor precipitación pluvial	23
III. MATERIALES Y METODOS	26
3.1 Area de trabajo	26
3.1.1 Clima	26
3.1.2 Suelo	29
3.2 Material genético	30
3.3 Metodos	33
3.4 Toma de datos	33
3.5 Análisis estadísticos y prueba de medias	34
3.5.1 Análisis de varianza	35
3.5.2 Comparación de medias	36
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	37
4.1 Análisis de varianza	37
4.2. Comparación de promedios	45
4.2.1 Rendimiento o variable de rendimiento	45
4.2.2 Variable días a floración	47
4.3 Características agronómicas	50
V. CONCLUSIONES	54
SUGERENCIAS	55
VI. BIBLIOGRAFIA	56

## LISTA DE CUADROS

Cuadro	Pag.
1. Algunas características generales de la región semiárida de altura en México.	27
2. Análisis de varianza para el diseño en bloques al azar.	35
3. Análisis de varianza para rendimiento de grano. Calera, Zac. 1986.	38
4. Análisis de varianza días a floración femenina. Calera, Zac. 1986.	39
5. Análisis de varianza para días a floración masculina. Calera, Zac. 1986.	40
6. Medias de Rendimiento	46
7. Medias de floración masculina y su significancia.	48
8. Medias de floración femenina y su significancia.	49
9. Medias de rendimiento y algunas características de planta.	51
10. Medias de rendimiento y algunas características agronómicas.	52



## LISTA DE FIGURAS

Figura	Pag.
1. Mapa del Estado de Zacatecas y de los municipios de Zacatecas y Calera.	28
2. Precipitación registrada en períodos de 10 días durante 15 años, 1972- 1986 (Estación CAEZAC). Calera, Zac. 1986.	42
3. Precipitación pluvial decenal ocurrida durante el período de cultivo en el CAEZAC. 1986.	43
4. Humedad del suelo a tres profundidades en la prueba de rendimiento de maíces bajo temporal deficiente. CAEZAC. Calera, Zacatecas. 1986.	

## RESUMEN

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 de genotipos que incluyan características como rendimientos y tolerancia a 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; como son la selección recurrente, selección familiar progenies autofecundadas, convergente-divergente y las variantes riego-sequía.

El presente trabajo se refiere a una evaluación de algunos de los compuestos generados por aquel programa de mejoramiento, llevándose a cabo en terrenos del Campo Agrícola Experimental de Zacatecas (CAEZAC). La finalidad fue detectar 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: VS-204 E que es una generación avanzada del híbrido respectivo; Calera- 74 original y los compuestos derivados de ésta con los ciclos IV y VI de selección familiar bajo riego, sequía y el diferencial riego-sequía. El Compuesto Colecciones Blancas (CCB) original y los compuestos derivados de éste, con los ciclos III y VII de selección familiar; Zac- 218 original y los ciclos I al IV de selección masal con las variantes Convergente-Divergente, con condiciones críticas y condiciones favorables; el ciclo I de selección familiar con las dos variantes condiciones críticas y condiciones favorables. Además para fines de comparación se incluyó el criollo regional y los mejorados Cafime, VS- 201, VS- 202 y el H- 204.

Para la evaluación se utilizó: para la distribución de las 25 variedades en el campo un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. La siembra se efectuó casi al límite en la mayoría de los maíces al 3 de julio. Posteriormente se efectuaron mediciones periódicas en altura de planta, altura de mazorca y durante el período de antésis en todas las parcelas; así como el número de mazorcas podridas y calificación de planta y mazorca.

Se realizaron análisis estadísticos para rendimiento, días a floración y algunas otras variables, obtenidas, para identificar en lo que es 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 se comportaron de igual manera no pudiendo apreciar diferencias significativas en la prueba de medias de rendimiento, aunque encabeza la lista el Calera- 74 específicamente el IV ciclo de selección familiar en las modalidades sequía y riego- sequía; lo que indica que la modalidad riego- sequía representa un valioso mecanismo para valorar la capacidad de los genotipos de reducir en menor grado su producción al pasar de la condición favorable (riego) a la condición desfavorable (sequía).

De la variable días a floración se comportaron de acuerdo al grupo que pertenecían como tardíos, intermedios y precoces. De las otras variables observadas como altura de planta y altura de mazorca las diferencias no fueron significativas. Aunque la variedad que encabeza la lista fue el Cal- 74 IV CSFS de sequía en altura de planta.

## I. INTRODUCCION

En muchas regiones semiáridas el problema principal para obtener una cosecha, está relacionado más bien con la mala distribución de la lluvia que con la falta absoluta de ella. En el Estado de Zacatecas, el maíz constituye uno de los principales cultivos por su importancia social y económica.

De 1975 a 1980, en promedio se sembraron, bajo condiciones de temporal 340 mil hectáreas con un rendimiento medio en esta región de maíz de unos 490 Kg. por hectárea, el cual en comparación con el promedio nacional, apenas representa el 50%. Las causas que en apariencia son responsables en mayor magnitud de los bajos rendimientos son: la escasa precipitación, la cual oscila en general de 250 a 600 mm. anuales, lo irregular del inicio de las lluvias y durante el ciclo de cultivo, la presencia de heladas tempranas y tardías, así como además de los bajos rendimientos se pierden en promedio un 20% del área sembrada con maíz por causa de la sequía y heladas.

Sin embargo con algunas prácticas culturales y con el uso de variedades mejoradas, se ha encontrado que en el área con condiciones de precipitación regular o buena los rendimientos se han duplicado y en algunos casos las diferencias han sido espectaculares. Se ha observado también que esas variedades mejoradas poseen mecanismos que les permiten resistir la sequía en mayor magnitud que otros maíces.

Considerando la problemática de las regiones de temporal y observando la amplia variabilidad genética que presentan las poblaciones de maíz existentes en el país, el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), hoy Instituto Nacional de Investigaciones Forestales

Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), inició una serie de investigaciones tendientes a lograr variedades mejoradas de maíz, para lo cual se han estudiado entre otras cosas, diferentes metodologías de laboratorio, invernadero y de campo, con la finalidad de seleccionar genotipos con las características de latencia o de resistencia a sequía. Entre los métodos estudiados, los que han demostrado mayores probabilidades de éxito son los de desecación de tejidos, el de castigo de plántula a marchitez permanente (de invernadero) y el sistema riego-sequía (de campo).

Los métodos de mejoramiento poblacional más utilizados en el INIFAP tanto por su sencillez como por su economía y rapidez para obtener avances genéticos aceptables han sido la selección masal (Gardner, 1961) y la selección mazorca por surco modificado (Lonnquist, 1964).

La necesidad de evaluar los logros obtenidos de las investigaciones que se han realizado, con el propósito de reenfocar, si fuere necesario, los estudios citados; así como definir los criterios de selección.

#### Objetivo

Determinar si existen diferencias fenológicas y fisiológicas entre los genotipos mejorados, las variedades originales, las experimentales, el criollo regional y algunos recomendados, bajo siembras de temporal, a fin de definir criterios sobre la más adaptada.

Para lograr el objetivo anterior se plantean las siguientes hipótesis:

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

temporal de Zacatecas.

Los maíces mejorados mediante selección familiar tienen mejor comportamiento que sus respectivas variedades originales en siembra de temporal.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Conceptos generales

La adaptabilidad que presentan las plantas de maíz no es sinónimo de productividad, y esto se observa en las regiones de temporal donde año con año se pierden cosechas o los rendimientos son sumamente bajos.

Sánchez (1963) indica que las manifestaciones que han presentado a la sequía los distintos materiales de maíz promovieron el interés para hacer una clasificación de los materiales de acuerdo a su comportamiento que tuvieron a la escasez de agua. Basándose en observaciones oculares y en datos numéricos resultantes de las clasificaciones dadas a las plantas según el aspecto que tuvieron en condiciones de sequía. Así fue como se formularon las siguientes denominaciones para los materiales de maíz.

- A) Susceptibles (con diferentes grados)
- B) Resistentes
  - a) Latentes
  - b) Tolerantes
  - c) De escape
  - d) Tolerantes al estado de plántula.



SUSCEPTIBLES.- Las plantas que por su nula o reducida capacidad para soportar la escasez de agua manifiestan una marcada reducción en sus rendimientos. Al presentarse la sequía o deficiencia de agua, las plantas detienen su desarrollo completamente y hay una prematura producción de espigas y jilotes incipientes, de lo que resulta una fertilización nula, ya que la polinización se realiza en plena sequía. Si pos--

teriormente se presentan condiciones normales o adecuadas de humedad, la planta ya no restablece su actividad normal y su recuperación no se manifiesta.

RESISTENTES.- Esta denominación se usa, en el caso del maíz, para las plantas que tienen la capacidad de soportar suministros reducidos de agua, con una respuesta favorable en rendimiento a estas condiciones limitantes. Pero como dichos suministros fluctúan de acuerdo con las condiciones del medio, y el comportamiento de los materiales es también variable, debido a ello se hicieron subdivisiones, las cuales se describen como sigue:

A) Latencia.- Es el comportamiento que resulta de un complejo de genes y que dan características peculiares de resistencia a las plantas y dentro de ellas están las siguientes:

a) Suspensión temporal de su desarrollo cuando se presenta la sequía.

b) Sus órganos sexuales no se desarrollan prematuramente (no brotan las espigas, ni hay producción incipiente de jilotes).

c) Sus hojas adquieren una coloración amarillo-cenicienta, se enrollan y algunas de dichas hojas llegan a morir.

d) La peculiaridad más importante es la capacidad que tiene de recuperar su actividad, después de que establecen las condiciones favorables de humedad ya sea por riego o por lluvia.

El hecho de suspenderse temporalmente la actividad de las plantas en el momento crítico de sequía, motivo a los mejoradores a llamar "Latencia" a dicho fenómeno. La latencia es de mucha importancia para



las zonas de temporal "malo" que presenten periodos más o menos prolongados de sequía y que tengan una precipitación mínima de 400 mm. (límite con que pueden producir las plantas latentes), no importando la duración de la sequía sino su distribución uniforme, pues con ellas llegan a producir cosechas los maíces latentes.

B) Tolerancia.- Es otra modalidad de la resistencia a la sequía que se presenta en maíz; esta se caracteriza también por soportar suministros reducidos de agua, unos 300 mm. de precipitación, pero es preciso que se presente distribuida en forma uniforme durante las etapas críticas del ciclo de vida de las plantas. Debido a lo anterior, las plantas presentan un desarrollo más o menos normal; sus hojas permanecen vivas y de color verde intenso, no presentan la típica suspensión de desarrollo como otros materiales y las plantas sobresalen de las demás que no sean tolerantes a la sequía.

Este comportamiento se presenta en muchas variedades criollas de maíz de México y se emplea para los mejoramientos. En este caso de resistencia, si la sequía es drástica, las plantas llegan a morir y no importa que después los suministros de agua sean elevados, ya no hay recuperación.

C) De escape.- Los materiales clasificados en esta categoría, también poseen la cualidad de producir satisfactoriamente con poca agua relativamente. El carácter se distingue por la precocidad de las plantas y el aprovechamiento total de las precipitaciones pluviales que ocurren durante el ciclo corto de vida de ellas, ( de dos a tres meses). Es común que en muchas de las zonas de temporal se presenten las mejores condiciones de pluviosidad en los meses de Junio, Julio y Agosto,

en los valles altos de la Mesa Central en los cuales no se pueden introducir los materiales resistentes a la sequía, que tengan ciclo de vida largo, ya que no cumplen con sus requerimientos de agua.

D) Tolerancia al estado de plántula.- Este tipo de resistencia a la sequía se le ha considerado poco como tal, pero su comportamiento es común en México. Las características que presenta son en forma concisa, las siguientes:

a) Las plantas se desarrollan normalmente cuando el temporal es bueno, pero si durante los primeros 60 días (estado de plántula) se presenta una sequía, la parte aérea de la planta muere.

b) Posteriormente si se restablecen las condiciones adecuadas de humedad, la corona de la raíz emite nuevos brotes o vástagos.

c) Cada uno de los nuevos tallos de la planta, aunque menos vigorosos, logran producir pequeñas mazorcas que sumando sus rendimientos pueden competir con el producido por las mazorcas normales.

El comportamiento descrito, tiene muchas posibilidades para el mejoramiento. Esta clasificación tiene importancia desde el punto de vista selectivo, pues para el mejoramiento a la sequía se requieren materiales específicos según las condiciones variables de temporal que se presenten en cada zona de cultivo. Por eso fué conveniente definir los términos que se emplearon en la clasificación y que en forma concreta se describieron.

Angeles (1968) señala que la baja productividad se debe a que las zonas marginadas de temporal son generalmente regiones agrícolas que carecen de condiciones favorables de clima y suelo para el adecuado desarrollo de los cultivos. Este mismo autor menciona que el 80% de la

superficie cultivada con maíz presenta condiciones de temporal regular o malo, dependiendo el éxito de este cultivo la precipitación que ocurra durante su desarrollo; por tal motivo, indica que es necesario que se de una mayor importancia a obtener mejores variedades de temporal, que es el tipo de agricultura que concentra la mayor parte de agricultores en el país.

Brauer (1969) menciona que una de las soluciones más simples al problema de obtener una cosecha en zonas con mala distribución de lluvia, puede lograrse aumentando la precocidad de las variedades cultivadas, de modo que en los pocos meses en que se distribuye la lluvia, la planta alcance a crecer y producir una cosecha bajo condiciones de humedad relativamente favorables. En el caso del maíz se ha aplicado este procedimiento y se ha logrado obtener algunas variedades que puedan crecer desde semilla hasta producir una cosecha en unos 100 a 120 días bajo las condiciones del antiplano mexicano. No obstante, con estas variedades precoces siempre existe el problema de que en un periodo más corto de crecimiento no pueden llegar a producir cosechas de la misma magnitud que las variedades más tardías.

Respecto a lo anterior Muñoz y Angeles (1969) indican que cualquier mejora que se obtuviera en los maíces utilizados en las zonas de temporal mediante la introducción del carácter de resistencia a la sequía en ellos, deberá tener una repercusión muy grande al aumentar los ingresos del mayor porcentaje de agricultores del país, o sea aquellos que poseen solamente unas cuantas hectáreas de tierra y tienen rendimientos de maíz muy bajos.

Ante la problemática de las regiones de temporal, Castro (1975)

señala que el investigador puede optar por modificar el ambiente o bien modificar las plantas para adaptarlas a las condiciones ambientales o ambas cosas simultáneamente. Menciona además que la poca investigación tendiente a modificar las plantas con el fin de hacerlas más productivas en condiciones desfavorables, indica que es posible obtener ganancias razonables ante las inversiones realizadas. Una manera de modificar las plantas para elevar los rendimientos en condiciones adversas de humedad, es el mejoramiento y/o resistencia a la sequía.

Rojas (1976) menciona que la adaptabilidad del maíz no siempre es la deseada ya que por ejemplo el cultivo bajo condiciones de sequía presenta plantas de porte bajo, hojas pequeñas y número reducido, pocos estomas, tallos delgados, ciclo precoz y como consecuencia un bajo rendimiento.

Por las condiciones de clima de las regiones semiáridas de altura Ortega mencionado por Peña (1981), 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, anteriormente ocupadas por pastizales y considerados lugares mineros.

## 2.2 Respuestas fisiológicas y morfológicas del maíz a la sequía.

Sabiendo que tanto por la morfología como por las reacciones fisiológicas pueden encontrarse diferentes grados de resistencia a limitantes de temperatura o de humedad, el problema siguiente es someter las plantas de una especie a las pruebas de resistencia que puedan hacer notables las diferencias entre ellas. Este problema es considerablemente más difícil de lo que parece, pues lo normal es que tanto la distribución de la lluvia como la presentación de temperaturas extremas

ya sean bajas o altas, se efectúen en diferentes años de muy distinta manera para un mismo lugar y en un mismo año para diferentes lugares. Puede entonces haber un lugar donde ordinariamente la sequía limita el cultivo de una planta, pero también puede suceder que el año que se desea a prueba esa sequía no se presenta y por ello no se puede determinar la diferencia entre plantas. Esto mismo se aplica a heladas o temperaturas muy altas.

Tomando en cuenta lo anterior se recurre a métodos artificiales, para que las plantas esten sometidas a esfuerzos de falta de humedad o temperaturas extremas, recurriendo a invernaderos y aparatos especiales con sus respectivas limitaciones.

Maximov citado por Serrano (1963), afirma que una situación de sequía existe cuando las necesidades de agua exceden a las disponibilidades de este elemento. Este investigador considera dos tipos de sequía: la resultante de factores atmosféricos que causan excesiva transpiración y la deficiencia de humedad del suelo. Señala además, que los efectos nocivos resultan de la combinación de los dos tipos de sequía, como puede ocurrir en las épocas de calores fuertes y secos, cuando el suelo a perdido toda humedad disponible para la planta.

Este mismo autor concluye que los factores morfológicos asociados con resistencia a la sequía son: hojas pequeñas, débil desarrollo del mesófilo, células de poco tamaño, estomas sensitivos y buena distribución del sistema radical. Los factores fisiológicos fueron la transpiración y la habilidad de las plantas para almacenar agua dentro de sus tejidos.

Brauer (1969) señala que las pruebas de resistencia a factores

metereogénicos son considerablemente más difíciles cuando deben aplicarse a plantas ya adultas y especialmente a aquellas que alcanzan gran tamaño. Por lo que se refiere a sequía, se ha determinado con bastante claridad que el momento en que se presentan las condiciones de sequía con respecto al estado de desarrollo de la planta, puede tener definitivamente efectos muy distintos dentro de una misma variedad de plantas y aun dentro de una misma planta.

Bucio citado por Brauer (1969) determinó al estudiar la eficiencia de diferentes híbridos, variedades y líneas de maíz que los híbridos y variedades más productivos consumen definitivamente mayor cantidad de agua para su desarrollo, pero al mismo tiempo producen mayor cantidad de materia seca con la cantidad de agua transpirada resulta que los mejores híbridos y variedades tienen una eficiencia mayor.

Stoker citado por Brauer (1969) indica que una mayor sensibilidad estomatal significa una resistencia moderada a la sequía por apertura temprana de los estomas y cierre previo a la pérdida de agua.

García y Gavande (1976) señalan que a niveles bajos de humedad que cause cambios observables en la actividad enzimática, la división celular es inhibida y los estomas comienzan a cerrarse, para una reducción de la transpiración y fotosíntesis. En un estudio del uso del agua y sus efectos de niveles de sequía sobre el rendimiento de maíz, encontraron que el contenido de proteína para forraje fue más alto cuando existió un bajo contenido de humedad en el suelo. Además mencionan que es muy importante mantener un alto porcentaje de humedad en el suelo durante la etapa de espigamiento, fecundación y la fase inicial de la formación de grano en el cultivo de maíz.

En un estudio sobre la reacción fisiológica de diversos híbridos de maíz a la sequía, Trugubenko (1977) encontró que en los híbridos resistentes a la sequía disminuye en menor grado la intensidad de respiración y de fotosíntesis, aumenta la capacidad de retención de humedad, disminuye en menor grado la salida de electrolitos de los tejidos y la intensidad de la transpiración.

Muñoz citado por Cortés (1981) menciona que hay una diversidad de características asociadas al xerofitismo, como son las cubiertas protectoras, diversas modalidades de estomas, variaciones en la sensibilidad estomática, patrones de crecimiento intermitentes, diversidad de sistemas radicales, lignificación y celulosificación de tejidos, reducciones o ausencia de área foliar, enrollamiento o plegamiento de hojas, arreglos del mesófilo y del parénquima lagunoso, resistencia a la desecación, al calor y a la presión osmótica, estabilidad de la clorofila, sistemas conductores eficientes, presencia de pilosidades, espinas y otras formaciones.

Además Cortés (1981) cita que en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) han encontrado que un genotipo en el cual los estomas permanecen abiertos (baja resistencia) a potenciales bajos de agua (mayores valores negativos) puede tener una ventaja en un periodo corto de sequía. Cuando los estomas permanecen abiertos, permite la difusión de  $\text{CO}_2$  para la fotosíntesis y el enfriamiento de la hoja (transpiración) a expensas de la pérdida de agua. Encontraron que la variedad Zacatecas-58 se comporta de esta manera.

### 2.3 Resistencia a la sequía.

La mayoría de las plantas de maíz cuando están sometidas a un

esfuerzo de sequía por varios días, enrrollan sus hojas y dejan de crecer y si no mueren dentro de este período, lo más frecuente es que cuando vuelven a tener condiciones favorables de humedad, ya no pueden seguir creciendo, sino que a la altura que hayan alcanzado sale la panoja y la planta madura, y como es una planta más pequeña de lo normal, su cosecha también es pequeña o nula.

Maximov mencionado por Muñoz, concluye, que un primer paso en el estudio de la resistencia a la sequía estriba en dividir y distinguir dos tipos fundamentales de resistencia a la sequía: La evasión consistente en la capacidad de la planta para evadir grados avanzados de deshidratación y la tolerancia consistente en la capacidad de la planta para soportar grados avanzados de deshidratación.

La resistencia a la sequía de un modo general puede definirse como la capacidad de la planta para sobrevivir bajo sequía. Sin embargo, desde el punto de vista de fitomejoramiento, no solo es necesario implicar dentro de la sobrevivencia sino además es necesario considerar el rendimiento relativo bajo buena humedad y bajo sequía.

En un estudio hecho por Sánchez (1963) sobre una línea latente derivada de Mich.-21 y dos líneas susceptibles derivadas de la fuente Mich.-21 y Jal.-141, respectivamente, la respuesta a un riesgo de recuperación después de un período largo de sequía, determinando el número de haces fibrovasculares y el área del entrenudo del jilote, así como la altura de las plantas antes y después del riego de recuperación. Las líneas susceptibles redujeron considerablemente el número de haces por la sequía y no recuperaron ni la cantidad disminuida después del riego. Los resultados indican que la línea latente no redujo el número de ha-



ces fibrovasculares y sí los aumento después del riego de recuperación. En cuanto al área de los cortes, tanto la línea latente como la susceptible no emparentada, redujeron el área después del riego de recuperación. La línea latente redujo considerablemente su altura por efectos de la sequía y observó la mayor recuperación después del riego.

Muñoz (1964) estudió la llamada línea latente del maíz en su comportamiento con respecto con la transpiración y la apertura estomatal en comparación con otras dos líneas sometidas todas a sequía. Este estudio se hizo sembrando el maíz en botes de cinco litros de capacidad, cuya superficie se podía también cubrir para evitar la evaporación directa y se ajustaron a peso constante antes de empezar los tratamientos. Para determinar el porcentaje de estomas abiertos o cerrados en las hojas de maíz, utilizó diferentes concentraciones de nujol y midió la velocidad con que este liquido penetraba en las hojas. De esta manera llegó a la conclusión de que la línea latente tiene un sistema estomatal más sensible que las líneas susceptibles, pues cuando le empieza a faltar agua sus estomas se cierran más pronto que las demas líneas y por lo tanto se reduce su transpiración.

Beristani citado por Muñoz y Angeles (1967), en el año de 1963 comparó el contenido de fósforo y la acumulación de materia seca en estado de plántula bajo humedad óptima y bajo sequía, en la línea Michoacán 21 Compuesto 1-104 (latente) y la línea Jal.-141-33 susceptible a la sequía. Encontró que la línea latente resultó más eficiente que la línea susceptible para fijar más materia seca por unidad de fósforo consumida, pero no pudo descubrir alguna relación específica con latencia.

Angeles (1968) menciona que en el año de 1957 el Ing. Gilberto

Palacios de la Rosa detectó el carácter de latencia en un grupo de líneas derivadas de la colección Michoacán-21, y descubrió la latencia como un retraso en la floración, una disminución del crecimiento durante la sequía, y una buena recuperación con disponibilidad de agua. Con el descubrimiento de la latencia se iniciaron estudios tendientes a utilizar características fisiológicas específicas para resistencia a sequía.

El mismo autor señala que han estudiado diferentes metodologías de laboratorio y de campo, con el fin de seleccionar materiales con la característica de latencia o de resistencia a sequía de entre un gran número de materiales probados en un tiempo corto y en espacios reducidos de invernadero y su confirmación bajo condiciones de sequía en el campo. Entre los métodos estudiados, dos que han demostrado más posibilidades son los de desecación de tejidos y de castigo progresivo de plántulas a marchitez permanente, con o sin selección masal.

Además menciona que utilizando el método de selección masal en dos compuestos de la Mesa Central sometidos a marchitez permanente (MP) se formaron en cada uno de ellos dos sintéticos constituidos por el 5% y el 10% de plantas de la población total, que soportaron el tratamiento de MP por un período más largo. Estos sintéticos y los compuestos originales fueron sometidos a riego y sequía en Antúnez, Michoacán e Iguala Guerrero, en invierno. Los resultados indicaron que se obtuvo un rendimiento mayor en condiciones de sequía con los sintéticos formados en base a las selecciones hechas por MP, mientras que en condiciones de riego no hubo diferencias apreciables entre el compuesto original y sus sintéticos seleccionados.

Muñoz, Márquez y Ortiz (1973) seleccionaron bajo condiciones de

invernadero plántulas tolerantes a la sequía utilizando la metodología de marchitez permanente MP. Las plántulas fueron seleccionadas en las variedades de maíz Compuesto-56 y Compuesto-21. Con las plántulas seleccionadas se formaron sintéticos y se compararon sus primeras generaciones con las variedades originales en experimentos de campo con riego normal, con sequía en la floración y en experimento de tolerancia a MP en plántulas bajo invernadero. Los resultados muestran que los sintéticos seleccionados del Compuesto-56 presentaron mayor altura de planta adulta, rindieron más en el campo y mostraron más tolerancia a MP en plántula, no así los sintéticos seleccionados del Compuesto-21.

En otro trabajo Castro et al (1973) formaron una variedad de maíz para zonas áridas con las características de enano, hojas erectas, alto rendimiento, alto valor nutritivo y amplia área de adaptación, la cual denominaron NEPO (norteño, enano, precoz y opaco). En esta variedad se trató de reunir las principales características que le ayudarían a vivir en zonas de escasa precipitación. Los mismos investigadores (1978) reportaron que el NEPO fue evaluado en 1975 en Matehuala S.L.P y mostró un comportamiento sobresaliente cuando con 250 mm. de precipitación logró producir mazorcas, siendo que los maíces criollos sembrados en lotes adyacentes no lo lograron. Concluye que esta población presenta grandes perspectivas para las zonas de temporal deficiente.

Muñoz (1975) Menciona que con el objeto de investigar si la resistencia a sequía de la línea latente Mich.-21 Comp.1-104, tenía cierta afinidad con la tolerancia a la presión osmótica (PO), se planeó un experimento en 1960 comparando la línea aludida con la línea de riego Hgo.3-5-1-1-2 sin selección bajo sequía. Los resultados indicaron que

La germinación descendió notablemente al aumentar la PO y que a 15 atmósferas la germinación fue casi cero. No se observaron diferencias entre la línea de resistencia a la sequía y la línea de riego, lo que indicó que la línea Mich.-21 Comp.-1-104 no poseía tolerancia a la presión osmótica, lo cual implicaría que su resistencia a sequía no fuera del tipo tolerancia quedando como alternativa el que fuera tipo evasión.

En otro estudio realizado por Muñoz (1975) menciona que el intercambio de vapor de agua  $\text{CO}_2$  se realiza a través de los estomas por lo que se supone que estos juegan un papel importante en la resistencia a la sequía. Este investigador estudió la relación agua-planta en varios sintéticos de maíz formados mediante selección masal a partir de un sintético derivado de la fuente Mich.-21; siendo estos sintéticos resistentes a sequía (S) y varios sintéticos no resistentes (R). Los resultados indican que los sintéticos (S) obtenidos bajo sequía mostraron cierre estomatal acompañado de una reducción en la transpiración a más altos potenciales hídricos, mientras que los obtenidos bajo buenas condiciones de humedad redujeron su transpiración y cerraron sus estomas a niveles más avanzados de pérdida de agua. Esto indicó que las selecciones resistentes a sequía poseían estomas con mayor sensibilidad, lo que permitía reducir la transpiración a más altos potenciales hídricos. Esta característica de mayor sensibilidad estomática, asociada a una mayor reducción transpiratoria, a una mayor eficiencia en el uso de agua y a una producción superior bajo sequía, potencialmente representa un valioso mecanismo para amortiguar el efecto de las variaciones de la precipitación sobre el rendimiento.

Muñoz y González (1976) desarrollaron un esquema de selección

con el Compuesto 21, con el fin de establecer interrelaciones entre la resistencia a sequía, la tolerancia a heladas y la tolerancia a marchitez permanente en relación con el rendimiento. Los resultados obtenidos mostraron que hay indicios de que la resistencia a sequía es independiente de la tolerancia a heladas.

Este investigador Muñoz (1978) describe la metodología para medir el carácter de tolerancia a marchitez permanente. Esta consiste en someter poblaciones numerosas de plántulas por unidad, cubiertas por polietileno y tapando el orificio por donde salen las plántulas para disminuir las variaciones por evaporación. Se aplica agua gravimétricamente hasta capacidad de campo y se deja que las plántulas transpiren libremente, hasta alcanzar la marchitez permanente se agrupan en sublotos de 20 unidades, se dejan hasta que aparece el 95%. Mediante un riego de recuperación se confirman las sobrevivientes, las cuales se trasplantan al campo para perpetuar su germoplasma mediante cruces fraternales.

Además explica que el sistema riego sequía trata de valorar la capacidad de los genotipos para reducir en menor grado su producción al pasar de la condición de humedad favorable (riego) a la condición desfavorable (sequía) y utilizar el valor de esta capacidad como un índice de la tolerancia a la sequía. En otros términos, se trata de evaluar la interacción del genotipo por las variaciones de humedad. El modelo que se propone para este sistema es:

$$P = G + S + I_{G \times S}$$

donde:

P= Es el efecto total sobre la producción

G= La componente de los efectos genéticos

S= El efecto de los niveles de humedad

$I_{G \times S}$  = El efecto de la interacción (genética por los niveles de humedad).

En conclusión la técnica riego-sequía permite la evaluación de la resistencia a sequía en base a rendimiento. Como éste en buena medida es la integración de todos los efectos, generalmente no es posible definir con precisión el factor de resistencia más importante, sin embargo; conduce a resultados concretos desde el punto de vista aplicado y suministra materiales contrastados que pueden ser el punto de partida para estudios fisiológicos que expliquen la naturaleza de la resistencia.

Castro (1975) señala que la metodología riego-sequía puede separar genes de resistencia a la sequía. El caso más sobresaliente es el del Compuesto 2T y sus dos selecciones hechas en condiciones contrastadas de humedad. En cuatro localidades en que fue posible dar el tratamiento de sequía, el Compuesto 2T RC1 (riego, ciclo 1), se vio más afectado que su contraparte de sequía.

Castellón (1979) investigando la respuesta de maíces de valles altos a heladas y sequía bajo el esquema r-s (sequía de 38 días), encontró que el rendimiento de grano se redujo considerablemente por efecto de la sequía, reduciéndose también los componentes del mismo, como los granos por mazorca y área foliar.

Wong (1979), al aplicar el esquema riego-sequía (41 días de sequía) a un grupo de genotipos de sorgo, encontró que los caracteres rendimiento económico, ahijamiento, número de granos por panoja y altura

de planta mostraron mayor variabilidad al pasar de la condición de riego a la de sequía.

Gutiérrez (1980) en un estudio bajo el esquema r-s, comparo la eficiencia de la selección masal estratificada contra la selección mayorca por surco modificada en la variedad de maíz VS-201. Concluye que en cuatro ciclos de selección trabajados, no se detecto 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.

Cortés (1981) hace mención sobre el índice riego-sequía, que consiste en un valor obtenido de la división de los rendimientos de las familias de riego entre las familias de sequía, seleccionando aquellos cuyos valores fuesen cercanos a la unidad.

Peña (1981) realizó un trabajo en el cual evaluó los Compuestos Zac-58 del I al III ciclo de selección masal y familiar bajo riego, sequía y el diferencial riego-sequía; Compuesto Calera-74 con ciclos del I al IV de selección familiar sólo, bajo riego y el diferencial riego-sequía; VS 201 con ciclos del I al V de la selección masal bajo riego, sequía y el diferencial riego-sequía; y algunos más. Observó los resultados siguientes: 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 eficientes de la región significativamente más que las variedades originales respectivas. También observó que dentro de estos dos grupos la altura

de planta disminuyó por efecto de la selección, notándose más bajo las modalidades de sequía.

Muñoz (1975) realizó un estudio sobre un grupo de variedades sintéticas de maíz con diferencias en resistencia a sequía y heladas, a demás de otras consideraciones relacionadas con el funcionamiento de la planta. Concluyó que la resistencia a sequía es independiente de la resistencia a heladas.

Castellón (1979) concluyó que la resistencia a sequía es independiente de la resistencia a heladas. Así mismo, indica que la selección por tolerancia a frío desarrollada bajo buenas condiciones de lluvia, disminuye la sensibilidad estomática y viceversa.

#### 2.4 El factor precipitación pluvial.

Si bien el elemento del clima que habitualmente es considerado en relación con la marcha de los cultivos es la precipitación, resulta más adecuado tomar en cuenta la humedad del suelo, pues es allí donde se almacena el agua utilizada por las raíces de las plantas.

Núñez (1984) menciona que el aprovechamiento de agua por un cultivo depende de la interacción intrínseca de un gran número de factores ambientales que dificultan el entendimiento de las relaciones hídricas. No es tan claro que tan seco puede llegar a estar un suelo bajo una condición climática dada, para que el rendimiento de un cultivo decrezca.

La acción de la humedad debe interpretarse exclusivamente sobre el crecimiento aunque influya indirectamente sobre el desarrollo. Para que los otros elementos bioclimáticos actúen adecuadamente debe existir crecimiento activo, solo posible con agua disponible y temperaturas fa-



vorables para las plantas. Esto es importante, pues durante el ciclo vegetativo de los cultivos hay etapas con mayores necesidades de agua que otras; son los llamados períodos críticos cuando las plantas crecen más activamente.

Mendoza (1984) nos proporciona información sobre algunos porcentajes que reflejan las pérdidas de rendimiento dependiendo del ciclo de los materiales de maíz, el rendimiento se reduce en los siguientes porcentajes:

30 a 60% por efecto de heladas durante el llenado del grano, 45 a 55% por incidencia de sequía durante la floración, alrededor del 85% por deficiencia de nutrimento y competencia de malezas, 1 a 9% por ataque de rayado fino, 4 a 25% por ataque de pájaros, y pérdidas hasta 50% en el efecto de acame sobre híbridos de riego.

Además iguales cantidades de precipitación tienen distinta significación, según el estado vegetativo de la planta, época del año y tipo de suelo. Por ser la lluvia un fenómeno discontinuo, el agua disponible en el suelo fluctúa en relación con la variación de la precipitación.

Gutiérrez (1986) señala que las variaciones en la distribución de la lluvia son importantes, ya que dan lugar a períodos de sequía de diferente intensidad. Diversos autores entre otros García (1973), Mosiño y García (1968), han hecho notar la existencia de una distribución anual de lluvia de carácter bimodal, en algunas regiones del país, ocurriendo un receso temporal o punto más bajo entre ambas modas en la cuantía de las lluvias en esta época, afectando a la mayor parte del país; a este período de sequía se le ha denominado "Sequía intraestival" o

"Sequía de medio verano".

La predicción de la lluvia puede hacerse de dos formas: predicción a corto plazo y predicción a largo plazo. La predicción a corto plazo se relaciona con el problema de anticipar el volumen de lluvia para un día cualquiera del año; este tipo de predicción está determinado en gran parte por las condiciones atmosféricas que prevalecen en el área, en el momento de hacer la predicción. Este es el tipo de predicción que escuchamos cada día en la radio y la televisión.

Por otra parte, Carrillo (1979) dice que la predicción de lluvia a largo plazo se refiere a la determinación de las cantidades de lluvia que se espera tener en un lugar determinado y para un período del año específico, bajo una medida de probabilidad. La mayoría de las veces esta predicción se hace para un mes o una semana cualquiera del año. Una vez que el período ha sido definido es necesario tener un registro de lluvia para ese período tan grande como sea posible; entonces, utilizando este registro y bajo la consideración de que la lluvia es variable de ciertas características y propiedades, se puede determinar la cantidad de lluvia esperada bajo una medida de probabilidad.

Es importante hacer notar a este punto que, si el propósito fundamental es el determinar el comportamiento del fenómeno de lluvia para una región cualquiera, con el fin de planear un aprovechamiento racional de la misma.

La ventaja que proporciona el conocer las cantidades probables de lluvia para una región con agricultura de temporal es inmediata.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Area de trabajo.

El presente trabajo se llevó a cabo en el Campo Agrícola Experimental de Zacatecas (CAEZAC) en donde opera la dirección del Centro de Investigaciones Agrícolas del Norte Centro (CIANOC), esta ubicado en el Km. 24 de la carretera Zacatecas- Fresnillo, a 6 Kms. del poblado de Calera de Victor Rosales, Zacatecas.

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, se muestran algunas características de la región y su localización geográfica en la fig. 1.

##### 3.1.1 Clima

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen, modificado por García (1973), el clima predominante en el área de Calera de Victor Rosales, Zac., es de tipo  $BS_1k'w(w)$  (e), en donde:

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

$k'$  = Templado con verano fresco, temperatura media anual entre 12 y 18 °C, la temperatura media del mes más frío entre -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 el mes más seco, lluvias de invierno menores al 5% anual.

(e) = En cuanto a la oscilación anual de las temperaturas medias

CUADRO 1. ALGUNAS CARACTERISTICAS GENERALES DE LA REGION SEMIARIDA DE ALTURA EN MEXICO.

---

AREAS QUE ABARCA:	Zonas grandes de los Estados de: Aguascalientes, Zacatecas, Durango, San Luis Potosí, Guanajuato, Querétaro, Chihuahua y regiones pequeñas de Jalisco, Hidalgo y Nuevo León.
CLASIFICACION CLIMATICA (Köppen García):	BS (w) que se define como: el más húmedo de los secos con lluvias en verano y temperatura media anual sobre 18 °C.
ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR:	Entre 1,700 m. y 2,200 m.
PRECIPITACIONES DURANTE EL CICLO VEGETATIVO:	Críticos 225 mm; medios 390 mm; buenos 500 mm ( de Junio a Octubre).
PERIODO LIBRE DE HELADAS:	Crítico 90 días o menos; medio 110 días; bueno 130 días.
HECTAREAS SEMBRADAS ANUALMENTE DE MAIZ:	1.2 a 2.0 millones.
USO DE SEMILLA MEJORADA DE MAIZ :	Entre 5 y 10 %.
PERDIDAS TOTALES DE MAIZ ATRIBUIDAS A SEQUIA:	21%

---

Fuente: Subproyecto de investigación: "Metodología de campo para seleccionar variedades de maíz resistentes a sequía"  
 CIANOC- INIA- SARH. 1977.

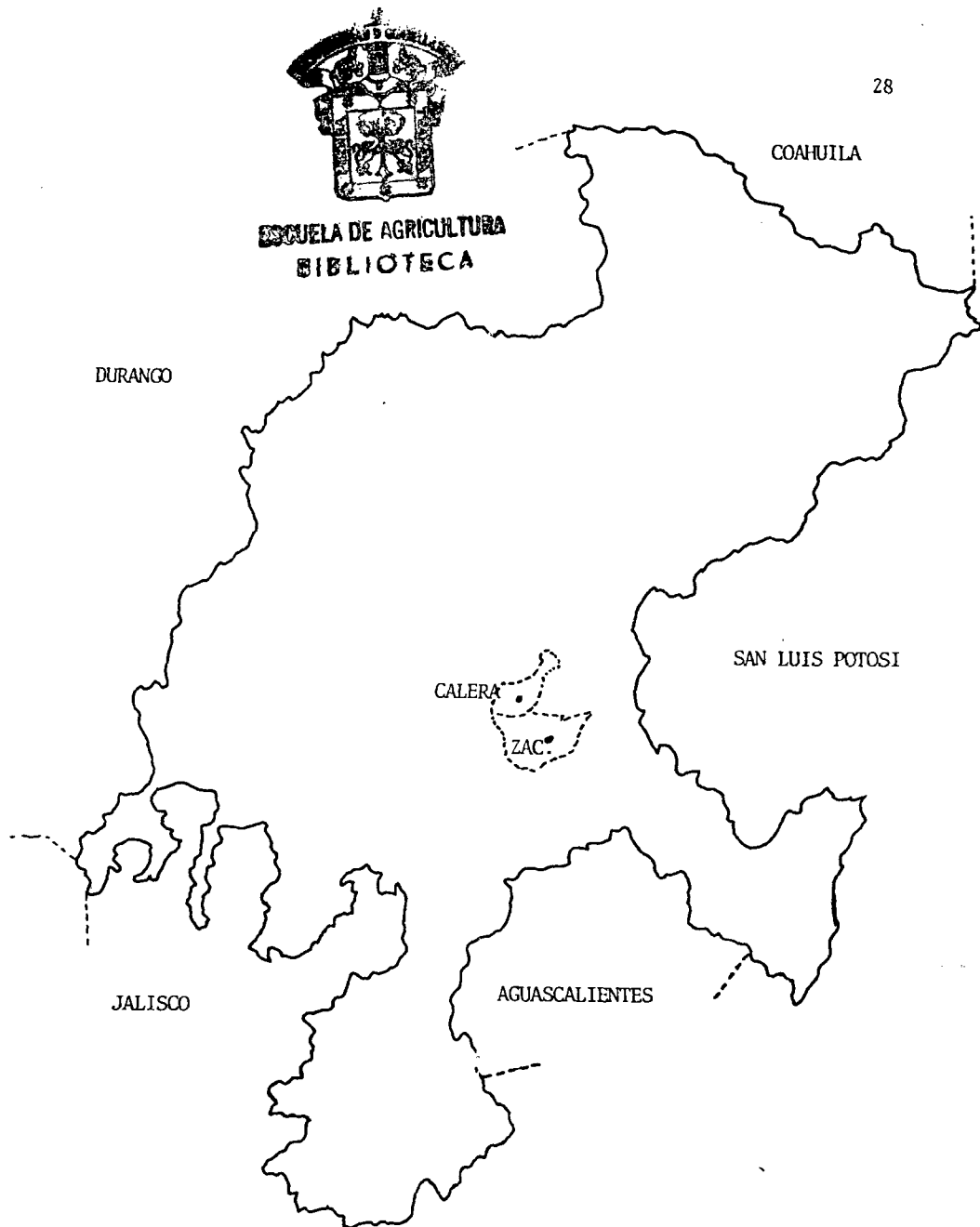


FIG. 1. MAPA DEL ESTADO DE ZACATECAS Y DE LOS MUNICIPIOS DE ZACATECAS Y CALERA.

mensuales, extremoso con oscilación entre 17 y 14 °C.

La precipitación media anual tiene un rango de 400 a 600 mm. La mayor incidencia de lluvias se registra en el mes de Agosto con un rango de 70 a 80 mm. Los meses más secos son Febrero y Marzo, ambos con una precipitación menor de 5 mm. La máxima temperatura corresponde a Mayo, con un valor que oscila entre 17 y 18 °C; la mínima se presenta en Enero, con un valor entre 10 y 11 °C.

En este clima se tiene un rango de heladas de 40-60 días anuales y se presentan en los meses de Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero; la máxima incidencia se presenta en Enero y Diciembre.

### 3.1.2 Suelo

Los terrenos son de tipo K1 + X1 ambos tienen características muy parecidas por lo que se describen en forma general: K1= Castañosem lúvico y X1= Xerosol lúvico.

Son de color pardo grisáceo o pardo grisáceo oscuro, con separación de contraste claro y gradual de forma plana u ondulada. Tienen reacción nula al HCL diluido, con textura que va de migajón arenoso a migajón arcilloso. Consistencia blanda en seco y friable en húmedo. Adhesividad media a fuerte. Plasticidad media. Estructura de forma en bloques subangulares o columnares. Constitución esponjosa o porosa. Drenaje interno moderado. Con fase petrocálcica de 18.21%. es decir una acumulación de carbonato cálcico en los horizontes más profundos. Con una textura arcillosa a los 40 cms. aproximadamente. Baja fertilidad.

### 3.2 Material genético.

El material genético utilizado se desarrolló en los programas de mejoramiento genético de los campos experimentales del Centro de Investigaciones Agrícolas del Norte- Centro (CIANOC).

#### CAFIME

Proviene de la raza "Bolita". Variedad de polinización libre, se considera un maíz intermedio con 110 días a madurez, con una altura de 1.55 mts.; la mazorca se encuentra alrededor de los 70 cms. El grano es del tipo semidentado de color blanco. El jilote aparece a los 63 días y la espiga a los 67 días; ésta es ramificada, de color blanco con algo de amarillo. Con un rendimiento promedio de 1,530 Kg/ha. con temporal regular.

#### VS- 201

Maíz de 110 días a madurez. Variedad sintética obtenida por el INIA hoy INIFAP a partir de la variedad Cafime. Con una altura de planta de 1.55 mts.; la mazorca se encuentra en promedio a los 65 cms. El jilote aparece a los 73 días y la espiga a los 71 días. El grano es de forma semidentada ovalada y de color blanco.

#### VS- 202

Variedad sintética, con un promedio de altura de planta de 1.64 mts.; la mazorca se encuentra alrededor de los 65 cms. El jilote a los

-----

Fuente: Ramírez Huerta Maria Esther. 1982. El maíz de Temporal para el antiplano de Zacatecas. Folleto para Productores No. 3. CIANOC- CAEZAC- INIA- SARH. Calera de Victor Rosales, Zacatecas, México.

65 días y la espiga a los 63 días; es poco ramificada y de color blanco con algo de amarillo. Se le considera precoz, la planta y la mazorca presentan uniformidad.

H- 204

Es un híbrido precoz (110 días a madurez), con altura de planta de 1.60 mts.; mazorca de tamaño mediano a chico, se encuentra en promedio a los 60 cms. El jilote aparece a los 63 días y la espiga a los 62 días de color blanco a amarilloso. La planta y la mazorca presentan buen aspecto y uniformidad. Grano de tipo dentado y blanco.

H- 204 E

Es una generación avanzada experimental del anterior.

\* Calera- 74

Este compuesto 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 de Victor Rosales, Zacatecas. En 1975, se aplicó mejoramiento genético mediante selección masal al compuesto. La mezcla mecánica se sometió a recombinación y selección masal continua durante cuatro años. Posteriormente el IV ciclo de selección masal se sometió a selección utilizando el criterio riego- sequía.

Las colecciones que constituyeron el compuesto provenían de Zacatecas, Aguascalientes, Durango y Chihuahua. Se pretende liberar al

---

\*Fuente: Logros y aportaciones de la investigación Agrícola en el Estado de Zacatecas. SARH- INIA. Publicación Especial No. 1. P. 63. 1981.



Calera- 74 mejorado con el nombre oficial de VS- 205. Rinde algo más que el promedio de criollos en condiciones de temporal crítico, sugiere mayor eficiencia en el uso del agua que ellos; además, es algo más precoz; ambas características ayudan a disminuir el riesgo de pérdida por sequía (1985).

Claves de los tipos de compuestos del Calera- 74:

C= ciclo	R= riego
S= selección	S= sequía
M= masal	P= prolificidad
F= familiar	T= total

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. Se realizó una evaluación de 2,000 colecciones de maíz del banco de germoplasma que permitió identificar cinco maíces sobresalientes entre los cuales se encuentran los siguientes:

\* Compuesto de colecciones blancas (CCB)

El CCB esta integrada por un grupo seleccionado formado por 95 colectas, del cual se han obtenido siete ciclos de selección recurrente mediante selección familiar combinada; con el objeto de obtener una variedad de polinización libre con alto rango de adaptación, alto potencial de rendimiento y precocidad (1986).

\* Zac- 218

Esta colección es una colecta de la región de Rio Grande, llamado en la región "Criollo Menonita" su colección se incluyó en diferentes esquemas de mejoramiento.

Uno de ellos fué el criterio de selección para tolerancia a sequía, utilizando las metodologías de selección familiar progenies autofecundadas (Molina 1978), masa moderna y la selección masal convergente- divergente.

Claves de los tipos de compuestos del Zac- 218:

C= ciclo	DC= convergente- divergente
S= selección	CC= condiciones críticas
M= masal	CF= condiciones favorables
F= familiar	

Las condiciones críticas son las siguientes: Altas densidades de siembra, baja dosis de fertilización y sequía durante la floración. Las condiciones favorables son todo lo contrario a lo anterior.

En el experimento que reporta este estudio se incluyeron para fines de comparación, el criollo regional 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 de bloques al azar con cuatro repeticiones y 25 variedades. La parcela experimental constó de dos surcos de 0.76 m. de ancho y de 5 m. de largo con una planta cada 35 cm; se fertilizó con el tratamiento 40- 40- 00. La siembra se efectuó bajo condiciones de escasa humedad (3 de julio). Las labores de cultivo fueron las convencionales de la región, ésto es, dos escardas.

### 3.4 Toma de datos

Altura de planta.- Altura en cm. desde la base de la planta has

ta la punta de la espiga. Tomandose una altura promedio de diez plantas por parcela.

Altura de mazorca.- Altura en cm. desde la base de la planta hasta el nudo en donde se encuentra insertada la mazorca principal.

Peso en húmedo.- Peso de campo al momento de la cosecha.

% de humedad del grano.- Obtener la muestra y llevar al determinador de humedad steinlite.

% de materia seca.- Se obtiene por diferencia a partir de la determinación de humedad.

Días a floración.- Expresado como el número de días transcurridos desde la siembra a la fecha en la cual el 50% de plantas se encuentre en estado de antesis; recordando que hay meses de 30 y 31 días.

No. de mazorcas podridas.- Este dato es cuantitativo y nos permite estimar el grado de pudrición de los diferentes genotipos. Se cuenta el número de mazorcas inmediatamente después del conteo de mazorcas.

Calificación de planta y de mazorca.- Estas dos calificaciones se toman al momento de la cosecha utilizando una escala de 1 a 5. 1 corresponde a parcelas con plantas muy variables. En el caso de mazorcas 1 corresponde a aquellas parcelas con mazorcas sanas y uniformes; y 5 para parcelas con mazorcas muy variables en tipo, tamaño, etc.

Cosecha.- Se efectuó considerando 15 plantas por parcela con competencia completa, pesando el rendimiento de mazorca.

### 3.5 Análisis estadísticos y prueba de medias.

a) Análisis de varianza para las variables rendimiento y días a

floración.

b) Se hizo comparación de medias de rendimiento y días a floración mediante la prueba de comparación de medias de rango múltiple de "DUNCAN" a los niveles de probabilidad de 0.05.

### 3.5.1 Análisis de varianza.

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

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

$X_{ij}$  = observaciones en el j-esimo bloque del tratamiento i-esimo.

$\mu$  = media general

$\alpha_i$  = efecto del i-esimo tratamiento.

$B_j$  = efecto del j-esimo bloque.

$E_{ij}$  = error experimental

CUADRO 2. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL DISEÑO EN BLOQUES AL AZAR.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.
Bloques	b- 1	$t \sum (X_j - \bar{X})^2 = A$	$\frac{A}{b-1}$	$\frac{\text{C.M. Bloques}}{\text{C.M. Error}}$
Tratamientos	t- 1	$b \sum (X_i - \bar{X})^2 = B$	$\frac{B}{t-1}$	$\frac{\text{C.M. Trat.}}{\text{C.M. Error}}$
Error	(b-1)(t-1)	Por dif. = 0	$\frac{C}{(t-1)(b-1)}$	
Total	bt- 1	$\sum (X_{ij} - \bar{X})^2$		

El coeficiente de variación se calculo como sigue:

$$C.V. = \frac{S}{\bar{X}} 100 \quad \text{donde} \quad S = CMe$$

S = error típico (C.M. error)

$\bar{X}$  = media general

n = número total de observaciones

### 3.5.2 Comparación de medias.

Para la comparación de medias se utilizó la siguiente ecuación:

$$\bar{Sx} = \frac{\text{C.M. error}}{r}$$

Donde:

$\bar{Sx}$  = Error estandar de la media

r = Número de repeticiones

C.M.e=  $S^2$  = Varianza del error experimental

Con estos datos se va a la tabla de Duncan.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1 Análisis de varianza

Los resultados de los análisis de varianza para rendimiento y para días de floración se presentan en los cuadros 3, 4, y 5. En los que se puede apreciar que para repeticiones se observa alta significancia lo que indica heterogeneidad del suelo, atribuible también a una mala nivelación de la parcela experimental.

Para tratamientos no hubo diferencias significativas en lo que se refiere a la variable rendimiento y altamente significativa para días de floración, considerando que en esta variable las diferencias se deben al origen del material genético evaluado.

Se obtuvo un coeficiente de variación alto en el análisis de rendimiento, no así en lo que respecta a días a floración, siendo estos de 35.69% para rendimiento, 5.22% y 4.55% para días a floración femenina y masculina respectivamente, como consecuencia probable entre otras causas de la técnica experimental, de las condiciones desfavorables que prevalecieron durante el ciclo y la heterogeneidad del suelo.

Estos coeficientes de variación son comunes en la localidad dadas las características climatológicas existentes de año con año. Si bien el elemento precipitación es considerado en relación con la marcha de los cultivos, resulta más adecuado tomar en cuenta la humedad del suelo, pues es allí donde se almacena el agua utilizada por las raíces de las plantas.

Además iguales cantidades de precipitación tienen distinta significación, según el estado vegetativo de la planta, época del año y ti-

CUADRO 3. ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE GRANO. CALERA, ZAC.  
1986.

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tablas	
					0.05	0.01
Variedad	24	2949703.3	122904.3	0.59715 N.S	1.67	2.07
Bloque	3	38313643.7	12771214.6	62.0506 **		
Error	72	14819002.8	205819.5			
Total	99	56082349.8				

\*\* Significativo al 0.01% de probabilidad

N.S. =No significativo

C.V. =35.69%

R.M.S.=641.84 Kg.

CUADRO 4. ANALISIS DE VARIANZA PARA DIAS A FLORACION FEMENINA. CALERA, ZAC.  
1986.

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tablas	
					0.05	0.01
Variedad	24	2905.00	121.042	8.51 **	1.666	2.062
Bloque	3	1021.64	340.547	23.937 **		
Error	72	1024.36	14.228			
Total	99	4951.00				

\*\* Significativo al 0.01% de probabilidad

N.S. =No significativo

C.V. =5.22%

R.M.S.=5.34 días



CUADRO 5. ANALISIS DE VARIANZA PARA DIAS A FLORACION MASCULINA. CALERA, ZAC.  
1986.

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tablas	
					0.05	0.01
Variedad	24	1773.54	73.898	8.269 **	1.666	2.062
Bloque	3	176.08	58.693	6.569 **		
Error	72	643.42	8.9364			
Total	99	2593.04				

\*\* Significación al 0.01% de probabilidad

N.S. =No significativo

C.V. =4.55%

R.M.S.=4.23 días.



po de suelo. Por ser la lluvia un fenómeno discontinuo, el agua disponible en el suelo fluctúa en relación con la variación de las precipitaciones.

Por lo que se refiere a precipitación durante el ciclo de cultivo tomando en cuenta, que se siembra a tierra venida o mejor dicho cuando el suelo contenga la suficiente humedad para la germinación de la semilla, se obtuvo la media anual de 15 años (1972-86) FIGURA 2; en donde se observa que durante Julio y Agosto cae la mayor precipitación y decrece paulatinamente. En la FIGURA 3 en la que se observa que el ciclo de cultivo del experimento, Julio presenta buena precipitación, se conserva parte de Agosto y decae hacia finales de este mes y en Septiembre hay poca precipitación, coincidiendo la etapa de floración con la sequía intraestival, en el mes de Octubre la precipitación aumenta.

Ya que no es tan claro que tan seco puede llegar a estar un suelo bajo una condición climática dada, para que el rendimiento baje, se hizo un estudio de la humedad del suelo en la parcela experimental cuyos resultados de los tres niveles se muestran en la FIGURA 4, en donde indica que durante la segunda quincena de Agosto los niveles de profundidad del suelo 0-15 cm. y 15-30 cm. se encuentran por abajo del punto de marchitamiento permanente (PMP), no así el nivel de 30-45cm. que se encuentra casi a nivel de PMP y se mantiene así durante casi todo el ciclo. Los niveles de 0-15 cm. y 15-30 cm. aumentan un poco sobre el PMP durante Septiembre, siendo insuficiente ya que la temperatura favorecía la evaporación, por lo que la humedad del suelo no supera un 33% sobre el PMP, es decir nunca llega el suelo a estar en capacidad de campo.

La presencia de sequía al inicio de la floración que es una eta

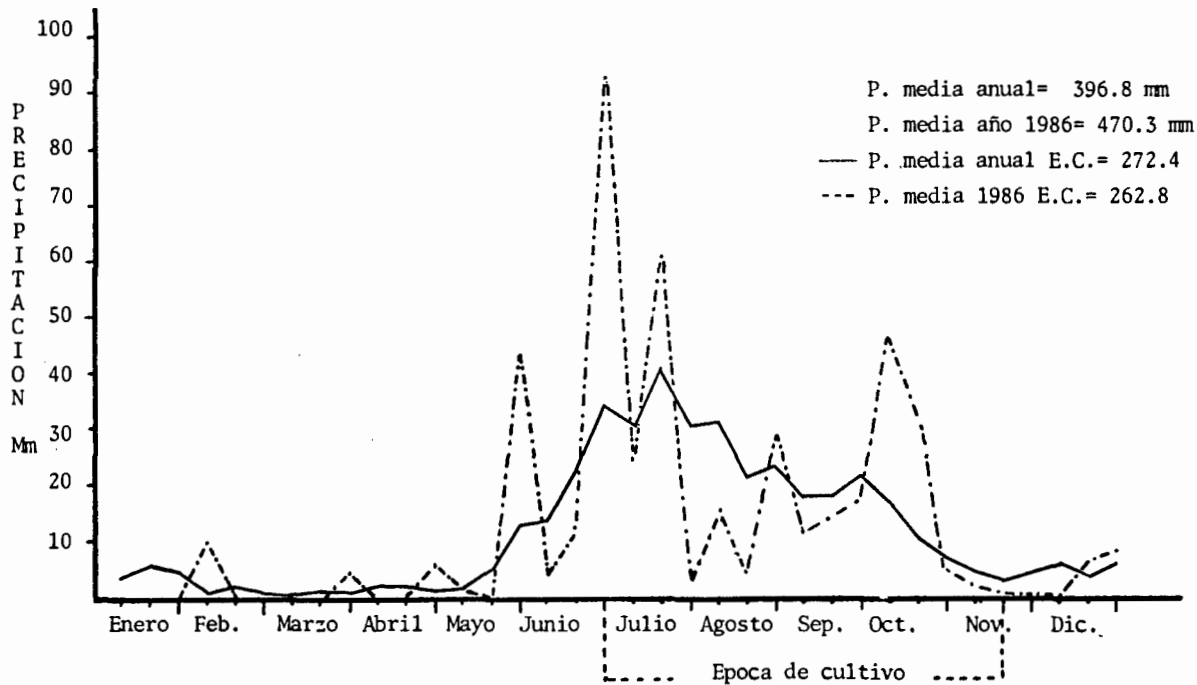


FIGURA 2. Precipitación registrada en periodos de 10 días durante 15 años, 1972- 1986 ( Estación CAEZAC). Calera, Zac. 1986.

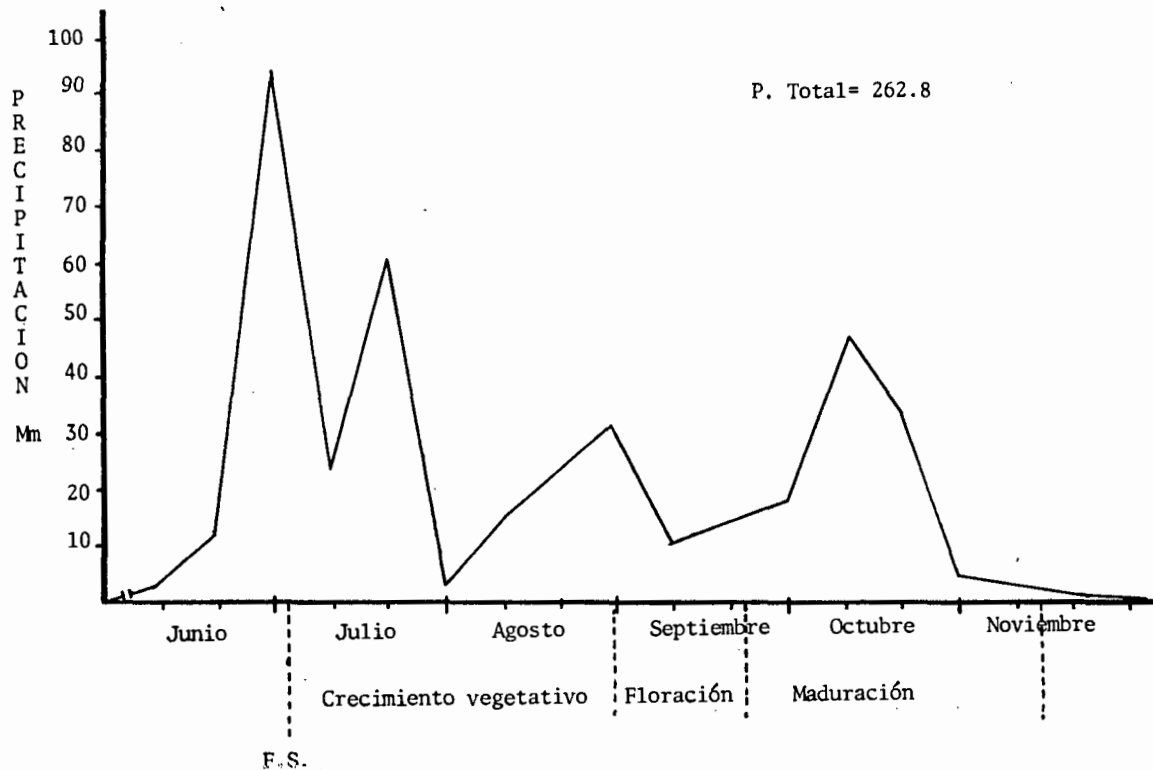


FIGURA 3. Precipitación pluvial decenal ocurrida durante el período de cultivo en el CAEZAC. 1986.

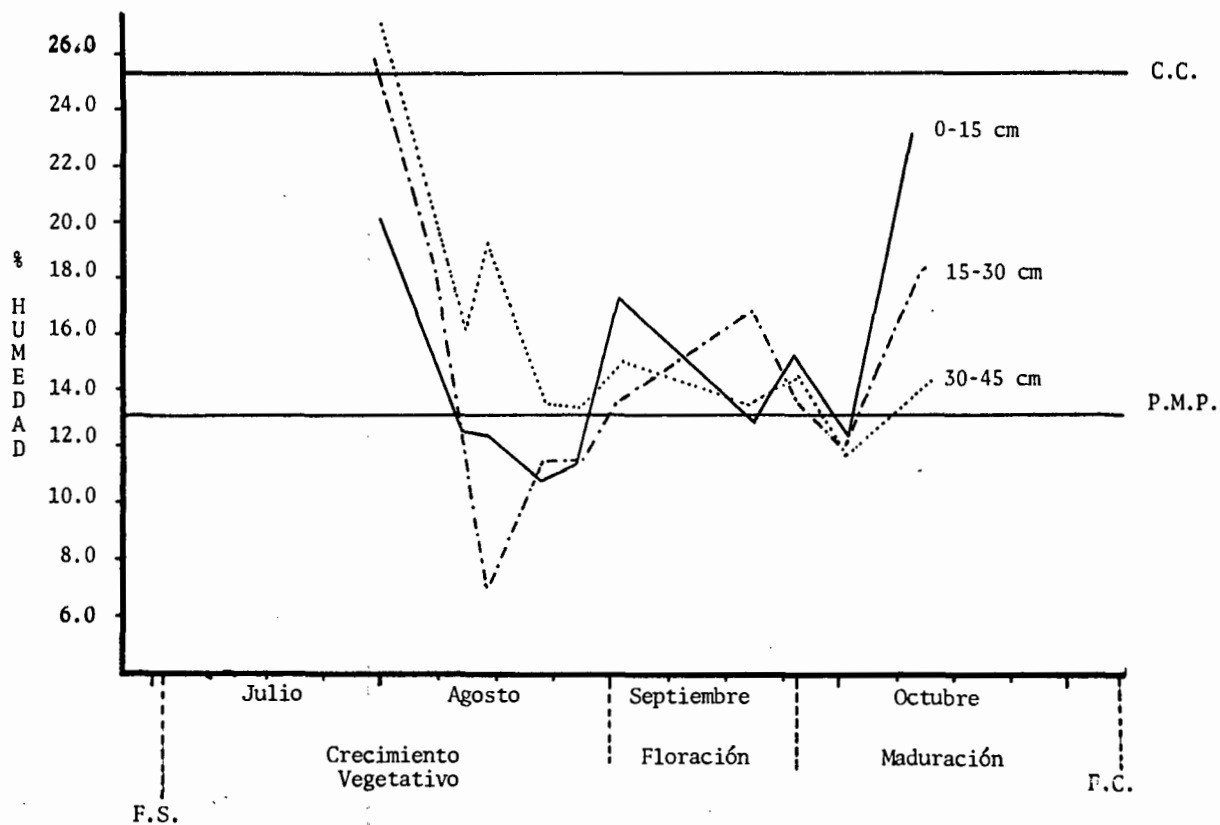


FIGURA 4. Humedad del suelo a tres profundidades en la prueba de RENDIMIENTO de maíces bajo temporal deficiente. CAEZAC. Calera, Zacatecas. 1986.

pa crítica, y la baja precipitación durante ésta contribuyeron a un bajo crecimiento y baja polinización, repercutiendo en la altura de planta y en el rendimiento que son consideradas variables correlacionadas.

En la altura de planta y altura de mazorca, los resultados del análisis de varianza para tratamientos fueron significativos. Considerando que en el experimento se incluyeron variedades precoces en su mayoría, las cuales presentan un crecimiento y desarrollo más rápido presentando una altura de planta más baja que las variedades intermedias y tardías cuyo desarrollo llega a detenerse en presencia de sequía severa de la cual muchas no se recuperan.

Para afirmar esto Brauer (1969) hace mención en que la mayoría de las plantas de maíz cuando están sometidas a un esfuerzo de sequía por varios días, enrrollan sus hojas y dejan de crecer y si no mueren dentro de este periodo, lo más frecuente es que cuando vuelven a tener condiciones favorables de humedad, ya no pueden seguir creciendo, sino que la altura que hayan alcanzado sale la panoja y la planta madura, y como es una planta más pequeña de lo normal, a veces demasiado pequeña, su cosecha también es pequeña o nula.

#### 4.2 Comparación de promedios

##### 4.2.1 Rendimiento o variable de rendimiento

En el cuadro 6 se presentan las medias de los materiales ajustadas a 15 plantas por parcela, donde se observa en general un gran grupo con tratamientos estadísticamente iguales según la prueba de significancia de DUNCAN al 0.05.

Debido a la diversidad de los materiales aunque la prueba nos

CUADRO 6. MEDIAS DE RENDIMIENTO

Variedad	Rend. Kg/ha
CAL- 74 IV CSFS	800.0
CAL- 74 IV CSFRS	781.5
CCB- VII CSF	774.5
CRIOLLO***	750.0
CAL- 74 VII CSFRS	736.5
CAL- 74 **	722.0
ZAC- 218 III CSMCC	715.0
ZAC- 218 II CSMCD	696.0
VS- 204 E	691.0
VS- 201 *	654.0
ZAC- 218 III CSMCF	611.5
ZAC- 218 **	605.0
CAFIME*	598.0
CAL- 74 VII CSFS	596.0
CAL- 74 VII CSFR	591.0
CAL- 74 IV CSFR	588.5
H- 204 *	588.0
ZAC- 218 I CSFCC	579.5
ZAC- 218 I CSMCD	578.0
CCB III CSF	570.0
ZAC- 218 I CSFCF	562.0
CCB**	548.0
VS- 202*	528.5
ZAC- 218 IV CSMCC	526.0
ZAC- 218 IV CSMCF	507.5

C.V. = 35.69%

\* Variedad recomendada

\*\* Variedad original

\*\*\* Criollo regional

muestre que no hay diferencias significativas entre variedades, las diferencias numéricas que se muestran en el cuadro de medias, se observadas las condiciones desfavorables que existieron que el grupo que en cabeza la lista con un mayor rendimiento aparente fue el del CAL- 74, específicamente los formados a partir de la metodología riego- sequía, que probablemente pudo deberse a varios factores como son la mayor precocidad del material, la mayor sensibilidad estomática, asociada a una mayor eficiencia en el uso de agua, una mayor reducción transpiratoria y a una producción superior bajo sequía, que potencialmente representa un valioso mecanismo para amortiguar el efecto de las variaciones de precipitación sobre el rendimiento, además de que es necesario considerar el rendimiento relativo bajo buena humedad y bajo sequía desde el punto de vista de fitomejoramiento para valorar la capacidad de los genotipos para reducir en menor grado su producción al pasar de la condición favorable (riego) a la condición desfavorable (sequía), lo que indica que el material es deseable para rendimiento en condiciones desfavorables más benignas que las que se presentaron. Peña (1981) menciona que la altura de la planta disminuye por efecto de la selección, notándose más bajo las modalidades de sequía. En el caso del Zac- 218 no hubo diferencias apreciables entre las metodologías convergente- divergente, condiciones críticas, condiciones favorables, ni entre selección masal y familiar. Los materiales de CCB ( Compuesto Colecciones Blancas) mejorados por selección familiar se encontraron por encima del original, aunque no fue significativa la diferencia.

#### 4.2.2 Variable días a floración

Se presentan las medias de floración masculina en el CUADRO 7 y



CUADRO 7. MEDIAS DE FLORACION MASCULINA Y SU SIGNIFICANCIA

Variedad	Días a Flor.
VS- 201	72.0 *
ZAC- 218 I CSFCC	72.0 *
ZAC- 218 IV CSMCF	71.0
ZAC- 218 IV CSMCC	71.0
ZAC- 218 I CSFCF	70.5
ZAC- 218 III CSMCC	70.0
CCB- Original	70.0
ZAC- 218 III CSMCF	69.0
CAFIME	69.0
ZAC- 218 II CSMCD	67.5
ZAC- 218 I CSMCD	67.0
CCB III CSF	66.0
CCB VII CSF	64.0
ZAC- 218 Original	64.0
VS- 204 E	64.0
VS- 202	63.0
CAL- 74 Original	63.0
CAL- 74 VII CSFRS	62.0
H- 204	61.5
CRIOLLO Local	61.0
CAL- 74 VII CSFS	61.0
CAL- 74 IV CSFR	61.0
CAL- 74 VII CSFR	60.5
CAL- 74 IV CSFS	60.0
CAL- 74 IV CSFRS	60.0

C.V. = 4.55%

R.M.S.=4.23 Días

CUADRO 8. MEDIAS DE FLORACION FEMENINA Y SU SIGNIFICANCIA.

Variedad	Días a Flor.
ZAC- 218 I CSFCC	81.0 *
ZAC- 218 IV CSFCC	80.5 *
VS- 201	79.0
CAFIME	79.0
ZAC- 218 IV CSFCF	78.5
ZAC- 218 I CSFCF	78.5
ZAC- 218 III CSMCF	77.0
ZAC- 218 III CSMCC	76.5
CCB- Original	76.0
ZAC- 218 II CSMCD	75.0
ZAC- 218 Original	74.0
ZAC- 218 I CSMCD	74.0
VS- 204 E	72.0
CCB III CSF	71.5
CAL- 74 Original	70.5
VS- 202	69.0
CCB VII CSF	69.0
H- 204	69.0
CAL- 74 VII CSFS	67.5
CAL- 74 VII CSFRS	66.5
CRIOLLO Local	65.5
CAL- 74 IV CSFR	65.0
CAL- 74 VII CSFR	65.0
CAL- 74 IV CSFRS	65.0
CAL- 74 IV CSFS	64.0

C.V. = 5.22%

R.M.S. = 5.34 Días

las medias de floración femenina en el CUADRO 8, donde se observan diferencias muy estrechas formando grupos con tratamientos estadísticamente iguales los cuales generalmente se subdividen por su origen respectivo; de acuerdo a la prueba de medias 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 precocidad, aunque es claro observar en la totalidad de los materiales, que la variable días a floración mantiene un fuerte paralelismo con el rendimiento, los días a floración varían de 68 a 76 en el Zac- 218 y CCB, de 60 a 68 en los Cal- 74, de 69 a 78 en los recomendados y de 63 a 69 en el VS- 202.

Es notorio también que en los grupos evaluados, la floración fluctúa de -1 a 5 días con respecto a la variedad original, rango que da lugar a seleccionar materiales que se adecúen a las condiciones prevalentes, llegando a superar a los maíces recomendados actuales.

#### 4.3 Características Agronómicas

De los caracteres medidos: mazorcas podridas, mazorcas con carbón (Ustilago), y calificación de planta y mazorca, no presentaron variación entre genotipos, excepto en el grupo del Cal- 74 donde las plantas presentaron más mal aspecto, junto con el VS- 201; tanto para planta como para mazorca, posiblemente debido a que la selección se ha encaminado más que nada para rendimiento y considerando la sanidad como un aspecto secundario. También se observa en el CUADRO 10, incrementos en el CCB, los cuales fueron formados mediante selección familiar, con respecto al original. Estos resultados pueden ser concluyentes en el sen-

CUADRO 9. MEDIAS DE RENDIMIENTO Y ALGUNAS CARACTERISTICAS DE PLANTA.

Variedad	Rend. Kg/ha	Días a Florac.		Altura de	
		Masc.	Fem.	Planta	Mazorca
CAL- 74 IV CSFS	800.0	60.0	64.0	139.7	52.2
CAL- 74 IV CSFRS	781.5	60.0	65.0	126.5	46.7
CCB VII CSF	774.5	64.0	69.0	137.7	50.5
CRIOLLO ***	750.0	61.0	65.5	132.7	52.2
CAL- 74 VII CSFRS	736.5	62.0	66.5	125.7	42.2
CAL- 74 **	722.0	63.0	70.5	109.3	47.7
ZAC- 218 III CSMCC	715.0	70.0	76.5	136.7	53.0
ZAC- 218 II CSMCD	696.0	67.5	75.0	132.7	50.7
VS- 204 E	691.0	64.0	72.0	133.7	51.0
VS- 201 *	654.0	72.0	79.0	129.5	53.7
ZAC- 218 III CSMCF	611.5	69.0	77.0	139.5	49.7
ZAC- 218 **	605.0	64.0	74.0	138.0	58.7
CAFIME *	598.0	69.0	79.0	139.2	57.7
CAL- 74 VII CSFS	596.0	61.0	67.5	123.2	54.7
CAL- 74 VII CSFR	591.0	60.5	65.0	127.5	49.2
CAL- 74 IV CSFR	588.5	61.0	65.0	127.5	51.5
H- 204 *	588.0	61.5	69.0	131.2	48.0
ZAC- 218 I CSFCC	579.5	72.0	81.0	137.2	60.5
ZAC- 218 I CSMCD	578.0	67.0	74.0	133.5	53.2
CCB III CSF	570.0	66.0	71.5	137.0	50.0
ZAC- 218 I CSFCF	562.0	70.5	78.5	139.7	60.7
CCB **	548.0	70.0	76.0	129.0	49.5
VS- 202 *	528.5	63.0	69.0	137.5	56.2
ZAC- 218 IV CSMCC	526.0	71.0	80.5	133.7	58.2
ZAC- 218 IV CSMCF	507.5	71.0	78.5	130.7	54.0

\* Variedad recomendada

\*\* Variedad original

\*\*\*Criollo regional

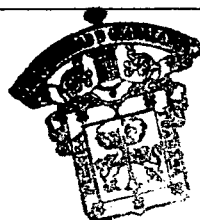
CUADRO 10. MEDIAS DE RENDIMIENTO Y ALGUNAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS

Variedad	Rend. Kg/ha	% mazorca		Calificación	
		hongo	podrida	Pta.	Mz.c.
CAL- 74 IV CSFS	800.0	25.0	20.0	3.1	3.3
CAL- 74 IV CSFRS	781.5	20.0	15.0	3.2	3.2
CCB VII CSF	774.5	10.0	27.0	2.7	3.2
CRIOLLO ***	750.0	8.3	27.0	3.6	3.6
CAL- 74 VII CSFRS	736.5	23.3	30.0	3.3	3.0
CAL- 74 **	722.0	16.6	20.0	3.4	3.2
ZAC- 218 III CSMCC	715.0	16.6	22.0	3.0	3.8
ZAC- 218 II CSMCD	696.0	10.0	17.0	3.1	3.5
VS- 204 E	691.0	10.0	25.0	2.5	3.0
VS- 201 *	654.0	28.3	25.0	2.7	3.2
ZAC- 218 III CSMCF	611.5	16.6	18.0	2.6	3.5
ZAC- 218 **	605.0	10.0	22.0	2.7	3.3
CAFIME *	598.0	21.6	13.0	3.1	3.1
CAL- 74 VII CSFS	596.0	11.6	23.0	3.4	3.2
CAL- 74 VII CSFR	591.0	13.3	11.6	3.0	3.2
CAL- 74 IV CSFR	588.5	41.6	17.0	3.5	3.2
H- 204 *	588.0	23.3	27.0	2.6	3.1
ZAC- 218 I CSFCC	579.5	11.6	17.0	3.1	3.5
ZAC- 218 I CSMCD	578.0	20.0	22.0	3.1	3.8
CCB III CSF	570.0	6.6	25.0	3.1	3.5
ZAC- 218 I CSFCF	562.0	23.3	15.0	3.1	3.5
CCB **	548.0	13.3	23.0	3.6	3.3
VS- 202 *	528.5	25.0	38.0	3.2	3.5
ZAC- 218 IV CSMCC	526.0	18.3	15.0	2.9	3.0
ZAC- 218 IV CSMCF	507.5	26.6	27.0	2.9	3.3

\* Variedad recomendada

\*\* Variedad original

\*\*\* Criollo regional



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

tido 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 pequeño retraso acentuándose posiblemente por el tipo de selección efectuada sin tomar en cuenta precocidad.

Ya que 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, pero debemos tomar en cuenta considerar para esta región, genotipos más precoces que tienen mayores probabilidades de sobrevivir.

## 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 materiales seleccionados muestran en general avance genético con la aplicación de cualquiera de las modalidades de mejoramiento genético.
- 2.- Las variedades mejoradas con la metodología riego-sequía respondieron mejor en las condiciones críticas que se presentaron, independientemente del ciclo de selección en que se encuentran para rendimiento.
- 3.- Los días a floración variaron de 60 a 68 en los grupos del Calera que van de 1 a 5 días con respecto a la variedad original; este efecto repercutió en un paralelismo notable entre precocidad y la variedad con mayor rendimiento en condiciones de sequía.
- 4.- Todos los genotipos evaluados dentro de un mismo grupo muestran tendencias semejantes en desarrollo de altura de planta, difiriendo únicamente en la etapa final, donde se relacionan directamente los de más altura, con el mayor rendimiento. Sin embargo, los compuestos mejorados dentro de grupos en especial los seleccionados bajo sequía presentaron reducciones en el porte de la planta con respecto al original.
- 5.- La calificación de planta fue similar en todos los genoti-

pos a excepción del criollo que fué el más afectado, siguiéndolo los Cal- 74; sin embargo se encuentran entre los más productivos. La calificación de mazorcas también el criollo fué de los más perjudicados.

#### SUGERENCIAS

De los resultados obtenidos se sugiere:

- a) Dada la eficiencia de la selección familiar aquí observada, tratar de investigar los ambientes de riego y sequía y con jugar en lo posible características con tolerancia a sequía y con alto potencial de rendimiento.
- b) Considerar varias localidades para mejoramiento y ambiente de prueba para eliminar en lo posible la interacción genotipo x ambiente.





## VI BIBLIOGRAFIA

- ANGELES ARRIETA, H. 1968. Mejoramiento genético del maíz en México. I Simposio Nacional de Fitogenética. Soc. Mex. de Fitogenética. Chapingo, México.
- BRAUER HERRERA, O. 1969. Fitogenética Aplicada. Editorial Limusa, México, D. F.
- CARRILLO LIZ, A. y CASAS DIAZ, E. 1979. Predicción de lluvia y su aplicación en la agricultura. Colegio de Posgraduados, E.N.A. Chapingo, México.
- CASTELLON OLIVARES, J.J. 1979. Resistencia a heladas y sequía en maíces de la Mesa Central y la sierra de Chihuahua. Tesis M.C., Colegio de Posgraduados. E.N.A. Chapingo, México.
- CASTRO GIL, M. 1973. Mejoramiento genético de las plantas bajo condiciones de baja precipitación pluvial en México. Simposio Mexicano- Israelí. Enfoque interdisciplinario integrado del desarrollo de las zonas áridas. Informe preliminar. Saltillo, Coahuila, México. p. VI. I- VI. 7.
- \_\_\_\_\_, et al. 1978. Informe preliminar de investigación en el mejoramiento genético del maíz. Boletín técnico. UAAAN, Núm. 1. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- CASTRO R., V. M. 1975. Determinación de localidades para la investigación de la resistencia a la sequía en plantas, mediante evaluación de genotipos de maíz. Tesis M. C., Colegio de Posgraduados, Chapingo, México.

- \_\_\_\_\_, et al. 1976. El cultivo del maíz bajo temporal en Durango. Dgo., Durango, México. SAG- INIA- CAE Valle de Guadiana. Hoja desplegable CIANE Núm. 17. 6 pag.
- \_\_\_\_\_, et al. 1979. Guía para cultivar sorgo y maíz de riego y de temporal en Durango. Dgo., Durango, México. SARH- INIA- CAE Valle de Guadiana, Núm. 1.
- CORTES NAVARRETE, J.R. 1981. Selección recurrente para tolerancia a sequía en el Compuesto " Calera 74 ". Tesis M.C. UAAAN, Saltillo, Coahuila, México.
- DE LA LOMA, J.L. 1980. Experimentación Agrícola. Editorial UTEHA. México, D.F.
- GARCIA, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. UNAM, Instituto de Geografía.
- GARCIA, J.J. y S.A., Gavande 1976. Uso de aguay sus efectos de niveles de sequía sobre el rendimiento de maíz super enano en diferentes etapas de crecimiento. Monografía técnico- científica, Vol. 2, Num. 8. UAAAN.
- GUTIERREZ SANCHEZ, J.R. 1980. Comparación de cuatro ciclos de selección masal y familiar combinada en una variedad de maíz (Zea Mays L.) bajo el esquema riego- sequía en Durango. Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela de Agricultura, U. de G.
- Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el estado de Zacatecas. SARH- INIA- CAEZAC. Publicación especial Núm. 1. Guía técnica. 63 pags. 1981.
- Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el estado de

Aguascalientes. SARH- INIA- CAEPAB. Publicación especial  
Núm. 1. Guía técnica. 55 pag. 1981.

MENDOZA RODRIGUEZ, M. 1984. Reducción del rendimiento en maíces de los valles altos de la Mesa Central por factores adversos a la producción. X Congreso Nal. de Fitogenética. Programa y resúmenes. U.A. Chapingo e INIA. Chapingo, México. 27- 31 de Agosto 1984. Aguascalientes, Ags., México.

MUÑOZ O., A. 1964. Observación de la transpiración y la apertura estomatal en tres líneas de maíz sometidas a sequía. Tesis Profesional. ENA, Chapingo, México.

\_\_\_\_\_, F. Marquez S. y J. Ortiz C. 1973. Estudio preliminar sobre un método de selección para resistencia a sequía en maíz. Agrociencia 11:15- 28.

\_\_\_\_\_. 1975. Relación agua- planta bajo sequía en varios sintéticos de maíz resistentes a sequía y heladas. Tesis D.C., Colegio de Posgraduados, Chapingo, México.

\_\_\_\_\_ y V.A. González H. 1976. Mejoramiento de maíz en el CIAMEC. IV obtención de sintéticos resistentes a sequía y heladas. Memoria del VI Congreso Nal. de Fitogenética. Chapingo, México. pag. 131- 137.

MUÑOZ OROZCO, A., 1977. Las variaciones de la precipitación pluvial en México y la selección de plantas resistentes a sequía. Memoria de la reunión sobre fluctuaciones climáticas y su importancia en las actividades humanas. Serie documentos CONACYT, México. pag. 111-116.

- \_\_\_\_\_, 1978. Técnicas de investigación para resistencia a sequía y heladas en maíz. VIII Reunión de maiceros de la zona andina y I Reunión Latinoamericana de maíz, 21 a 27 de Mayo de 1978. Lima, Peru.
- \_\_\_\_\_, 1980. Notas del curso sobre resistencia a sequía. INIA-CIANOC. (Mimeografiado) Durango Dgo.
- NUÑEZ BARRIOS, A. 1984. El agua en el sistema suelo, planta y su relación con el cultivo de maíz. Programa de fisiología. CAEVAC- CIANOC- INIA- SARH.
- PEÑA RAMOS, A. 1981. Comportamiento de maíces mejorados mediante diversos metodologías y criterios de selección bajo condiciones de temporal. Tesis Profesional. E. de A., Universidad de Guadalajara. Jalisco, México.
- ROJAS CARCIDUEÑAS, M. 1976. Fisiología vegetal aplicada. Editorial Mc. Graw- Hill.
- RAMIREZ HUERTA, Ma. E. 1982. El maíz de temporal para el antiplano de Zacatecas. Folleto técnico Núm. 3. CAEZAC- CIANOC- INIA- SARH. Zacatecas, México.
- REYES CASTAÑEDA, Pedro. 1984. Diseño de experimentos aplicados. Editorial Trillas, México.
- SANCHEZ SANCHEZ, C. 1963. Algunas diferencias morfológicas en los entrenudos del maíz latente y maíces susceptibles sometidos a sequía. Tesis Ingeniero Agrónomo. ENA. Chapingo, México.
- TRUGUBENCO, M. YA. 1977. Reacción fisiológica de diversos híbridos de maíz a la sequía. Biología Agrícola. Tomo XIII, Núm.

3 Moscú. Trad. al español. P. 412- 418.

VENEGAS SOLORIO, H. et al. 1986. Maíz de temporal en los altos de Jalisco. Folleto para productores Núm. 13. CAE altos de Jalisco CIAB- INIA- SARH. Tepatitlan, Jalisco, México.

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.

