

D.L
01
T(502)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

**EVALUACION DE VARIEDADES E HIBRIDOS BLANCOS DE MAIZ
(Zea mays L.) PRECOCES Y/O TOLERANTES A SEQUIA EN
NUEVE LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**

T E S I S

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la
Facultad de Agronomía de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

P. O. R.

JOSE MARIA DUARTE GUTIERREZ

Al conferírsele el título de

INGENIERO AGRONOMO

En el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, MARZO 1984.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Rector

Doctor Eduardo Meyer

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano	:	Ing. Agr. César Castañeda
Vocal 1o.	:	Ing. Agr. Oscar René Leiva R.
Vocal 2o.	:	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez G.
Vocal 3o.	:	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
Vocal 4o.	:	Prof. Heber Arana
Vocal 5o.	:	Prof. Leonel A. Gómez L.
Secretario	:	Ing. Agr. Rodolfo Albizúrez P.

TRIBUNAL QUE REALIZO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano	:	Dr. Antonio Sandoval S.
Examinador	:	Ing. Agr. Aníbal Martínez
Examinador	:	Ing. Agr. Ernesto González
Examinador	:	Ing. Agr. Héber Rodríguez
Secretario	:	Ing. Agr. Carlos R. Fernández P.

Guatemala, Febrero de 1984

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

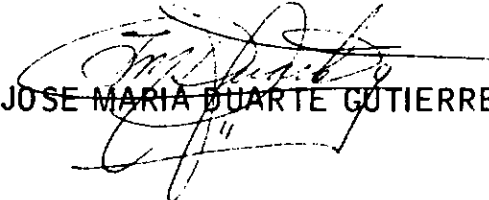
Facultad de Agronomía,
Universidad de San Carlos.

De conformidad con lo que establece la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, mi trabajo de tesis titulado: "EVALUACION DE VARIEDADES E HIBRIDOS BLANCOS DE MAIZ (Zea mays L.) PRECOCES Y/O TOLERANTES A SEQUIA EN NÚEVE LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA".

En el presente trabajo se realiza una evaluación del rendimiento y características agronómicas de estos materiales, llevada a cabo con el propósito de contribuir a mejorar la situación del cultivo de maíz en la región oriental del país.

Al presentarlo como requisito previo para optar al Título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, espero que merezca vuestra aprobación.

Respetuosamente,


JOSE MARIA DUARTE GUTIERREZ.

Guatemala 20 de febrero de 1984.

Señor Decano
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Su Despacho

Señor Decano:

Tengo a bien dirigirme a usted para hacer de su conocimiento que atendiendo la designación que me hiciera dicho Decanato, he asesorado el trabajo de Tesis del universitario JOSE MARIA DUARTE GUTIERREZ, intitulado "EVALUACION DE VARIEDADES E HIBRIDOS BLANCOS DE MAIZ (Zea mays L.) PRECOCES Y/O TOLERANTES A SEQUIA EN NUEVE LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA".

Concluida la asesoría, considero que dicho trabajo de Tesis, constituye un valioso aporte a la agricultura nacional y estimo un valioso aporte a la investigación del mejoramiento de maíz en Guatemala; y al haber sido concluido reúne los requisitos para la aprobación correspondiente.

Atentamente,



Ing. Francisco J. Oliver Torres

SECTOR PUBLICO AGROPECUARIO Y DE ALIMENTACION

INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS

AVENIDA REFORMA 8-60, ZONA 9, EDIFICIO "GALERIAS REFORMA"

3er. NIVEL - TELS.: 317464 - 318371 - 318809 - 318819 - 312196

GUATEMALA, C. A.

Enero 9 de 1984.

Ing. Agr. M.Sc.
César Castañeda
Decano Facultad de Agronomía
Presente

Estimado Ing. Castañeda:

Por este medio comunico a usted que en respuesta a la designación que esa Decanatura hiciera, he asesorado al estudiante JOSE MARIA DUARTE GUTIERREZ, en la elaboración de su investigación de tesis titulada "EVALUACION DE VARIEDADES E HIBRIDOS BLANCOS DE MAIZ (*Zea mays* L.) PRECOCES Y/O TOLERANTES A SEQUIA EN NUEVE LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA".

Concluida dicha investigación considero que es un valioso aporte a la investigación del mejoramiento de maíz en Guatemala.

Atentamente,


Ing. Mario Roberto Ozaeta M.
FITOMORADOR

ACTO QUE DEDICO

A DIOS TODOPODEROSO

A MIS PADRES

Augusto Antonio Duarte Lima, a su memoria
Concepción Gutiérrez viuda de Duarte.

A MIS HERMANOS

Oscar Augusto, Lucindo, Marina, Elda
Alicia, Natalia, Irma, Julio, a su me-
moría, José Toribio, Fernando y Antonio.

A MI PRIMO

Doctor Francisco Molina M. a su memoria.

A LAS FAMILIAS

Juárez Castillo, Molina Tizón y Duarte
García.

A MI CUÑADO

Carlos Ramón Vásquez P.

**A MIS AMIGOS Y
COMPAÑEROS DE
PROMOCION**

Especialmente a:
Juan F. Coosemans N. y
Rodolfo Arocha H.

A MIS FAMILIARES EN GENERAL.

T E S I S Q U E D E D I C O

A Guatemala

A la Universidad de San Carlos de Guatemala

A los Agricultores del oriente de Guatemala

Al Programa de Ejercicio Profesional Supervisado
de Agronomía (EPSA)

Al Programa de Maíz del ICTA.

AGRADECIMIENTOS

A mis asesores de tesis Ing. Agr. M.C. Mario Ozaeta D.
y especialmente al Ing. Agr. Francisco J. Olivet T.,
por su valiosa asesoría y colaboración en la realización
del presente trabajo de tesis.

A los técnicos de la disciplina de Prueba y Transferencia
de Tecnología Sub-región VII-3 del ICTA, por su gran
colaboración en el trabajo de campo.

A los supervisores del Programa de Ejercicio Profesional
Supervisado de Agronomía 1982.

Los datos presentados en este trabajo fueron obtenidos por el Equipo de Prueba y Transferencia de Tecnología Sub-región VII-3 del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. Los resultados son propiedad de dicho Instituto y se publican con la debida autorización.

R E S U M E N

En el oriente de Guatemala, el cultivo de granos básicos depende principalmente del régimen de lluvias, pero la distribución errática de estas constituye una limitante de primer orden en la producción de maíz. Esta razón ha obligado al agricultor a usar maíces criollos que a pesar de ser materiales precoces y bien adaptados a las condiciones de la zona, poseen un bajo potencial genético de rendimiento.

En el Departamento de Chiquimula en 1979 se cultivaron 21,122.93 hectáreas de maíz con una producción de 17,005.39 TM y una productividad de 0.81 TM/ha (6). Esta problemática ha llevado al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA, a formar bajo estas condiciones, materiales precoces y/o tolerantes a sequía; los primeros para escapar a períodos críticos y los segundos para soportar condiciones desfavorables de humedad.

Con este trabajo de investigación se pretende determinar el potencial de rendimiento, comportamiento agronómico y la adaptabilidad de los materiales en diferentes condiciones ambientales de la región.

Los diez materiales generados por el ICTA, así como los testigos: criollo arriquín y el híbrido comercial H-3, fueron evaluados con un diseño de bloques al azar en nueve municipios del Departamento de Chiquimula, en

donde la precipitación pluvial es escasa y su distribución errática, durante el año 1982.

Las conclusiones que se obtuvieron son: 1) El comportamiento de la precipitación pluvial durante 1982 en el departamento de Chiquimula, fue adecuada para evaluar precocidad y/o tolerancia a sequía, ya que existió una fuerte presión de sequía. 2) Los rendimientos obtenidos fueron bajos variando de 1.56 a 2.19 TM/ha, los cuales corresponden al híbrido HB-11 y a la variedad precoz B-11, respectivamente. 3) Las variedades precoces B-11 y B-15 mostraron la mayor estabilidad y los mejores rendimientos con 2.19 y 2.18 TM/ha, superando al criollo Arriquín y al testigo comercial H - 3 en 13 y 37% y 12 y 36 % más en rendimiento, respectivamente. Por el contrario los híbridos HB-11 y H-3 presentaron las más bajas medidas de rendimiento con 1.56 y 1.60 TM/ha, respectivamente. 4) Se observaron variedades precoces tales como: B-11 y B-15, con características agronómicas deseables como: 1 a 2 días más precoces; las alturas de planta y mazorca son menores hasta en 0.42 y 0.29 metros, respectivamente, en relación al criollo arriquín; los porcentajes de punta descubierta en mazorcas y mazorcas podridas son aceptables presentando 5.26 y 5.26% y 7.89 y 7.89%, respectivamente. La variedad B-5 alcanzó la floración femenina a los 55 días, mostrando buen comportamiento en condiciones de sequía drástica.

Se recomienda: 1) Continuar la investigación en la región con los materiales precoces y/o tolerantes a sequía más prometedores, con el objeto de someter estos materiales a condiciones de humedad limitada y óptima que puedan presentarse a través de varios años y, por lo tanto llegar a la selección del material o materiales que respondan mejor a ambas condiciones. 2) Para futuras investigaciones en busca de materiales precoces y/o tolerantes a sequía se recomienda excluir los maíces híbridos, por ser más exigentes a condiciones óptimas de humedad y no responder en forma aceptable a condiciones de agricultura marginal.

C O N T E N I D O

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
2. HIPOTESIS	5
3. OBJETIVOS	5
4. REVISION DE LITERATURA	6
4.1 Necesidad de agua de cultivo.	6
4.2 Suministro de agua y rendimiento del cultivo	6
4.3 Absorción de agua	8
4.4 Antecedentes de la investigación en materiales precoces y/o tolerantes a sequía en el departamento de Chiquimula.	8
4.5 Antecedentes de la investigación sobre genotipos precoces y/o tolerantes a sequía en otras regiones del país y Centro América.	12
4.6 Antecedentes de la investigación sobre sequía y precocidad realizada en otros países.	25
5. MATERIALES Y METODOS	29
5.1 Localización de los sitios experimentales	29
5.2 Descripción de los sitios experimentales	31
5.3 Material genético.	31
5.4 Manejo de los experimentos.	34
5.5 Manejo del cultivo.	35
5.6 Toma de datos .	39
5.7 Análisis estadístico.	42

	Pág.
6. RESULTADOS Y DISCUSION	45
7. CONCLUSIONES	71
8. RECOMENDACIONES	73
9. BIBLIOGRAFIA	75

LISTA DE CUADROS

CUADRO 1. Rendimiento promedio de 9 variedades y 3 híbridos precoces, evaluados en 2 localidades de Chiquimula, 1981.	11
CUADRO 2. Nombre de los materiales precoces y/o tolerantes a sequía, evaluados en 9 localidades de Chiquimula, y su respectivo número de entrada en el diseño experimental.	36
CUADRO 3. Disposición de las parcelas experimentales en el campo, de las variedades e híbridos de maíz precoces y/o tolerantes a sequía, evaluados en 9 localidades del Departamento de Chiquimula, 1982.	37
CUADRO 4. Resúmen del análisis de Varianza para rendimiento por localidad de 11 variedades e híbridos blancos de maíz precoces y/o tolerantes a sequía, evaluados en siete localidades del Departamento de Chiquimula, 1982.	46
CUADRO 5. Rendimiento promedio de 11 variedades e híbridos blancos de maíz precoces y/o tolerantes a sequía, evaluados en siete localidades del Departamento de Chiquimula, 1982.	57
CUADRO 6. Comparación múltiple de medias de rendimiento de 11 variedades e híbridos de maíz precoces y/o tolerantes a sequía, evaluados en la localidad de Jocotán, 1982.	58

	Pág.
CUADRO 7. Comparación múltiple de medias de rendimiento de 11 variedades e híbridos de maíz precoces y/o tolerantes a sequía, evaluados en la localidad de San Jacinto, 1982.	59
CUADRO 8. Comparación múltiple de medias de rendimiento de 11 variedades e híbridos de maíz precoces y/o tolerantes a sequía, evaluados en la localidad de Ipala, 1982.	61
CUADRO 9. Análisis de Varianza combinado para rendimiento de 11 variedades e híbridos blancos de maíz precoces y/o tolerantes a sequía, evaluados en siete localidades del Departamento de Chiquimula, 1982.	62
CUADRO 10. Comparación múltiple de medias de rendimiento para siete localidades de evaluación de 11 variedades e híbridos de maíz precoces y/o tolerantes a sequía. Chiquimula, 1982.	64
CUADRO 11. Comparación múltiple de medias de rendimiento de 11 variedades e híbridos de maíz precoces y/o tolerantes a sequía, evaluados en siete localidades del Departamento de Chiquimula, 1982.	65
CUADRO 12. Comparación múltiple de medias de rendimiento para la interacción tratamientos x localidades, de 11 variedades e híbridos precoces y/o tolerantes a sequía evaluados en siete localidades del Departamento de Chiquimula, 1982.	67-68
CUADRO 13. Características agronómicas de 11 variedades e híbridos de maíz precoces y/o tolerantes a sequía, evaluados en siete localidades del Departamento de Chiquimula, 1982.	70

LISTA DE GRAFICAS Y FIGURAS

GRAFICA 1.	Precipitación pluvial diaria, durante los meses de Julio y Agosto (meses críticos), 1981.	3
GRAFICA 2.	Precipitación pluvial para las localidades de Concepción Las Minas, Quezaltepeque e Ipala, 1982.	40
GRAFICA 3.	Precipitación pluvial para las localidades de Camotán, San José La Arada y Jocotán, 1982.	50
GRAFICA 4.	Precipitación pluvial para las localidades de Chiquimula y San Juan Ermita, 1982.	52
GRAFICA 5.	Precipitación pluvial diaria, durante los meses de julio y agosto (meses críticos) para la localidad de Chiquimula, 1982.	53
GRAFICA 6.	Precipitación pluvial diaria, durante los meses de julio y agosto (meses críticos) para la localidad de San Juan Ermita, 1982.	55
FIGURA 1.	Períodos de desarrollo del maíz (según Hanway, 1966).	9
FIGURA 2.	Selección de familias tolerantes y resistentes a sequía por índices de pérdida de rendimiento y calificación fenotípica, de la población B-7.	23

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

El maíz constituye uno de los cultivos de mayor importancia en Guatemala; debido a que de las 910,047.06 hectáreas cultivadas con granos básicos, 647,695.73 hectáreas son utilizadas para el cultivo de este importante cereal, alcanzando un rendimiento promedio de 1.16 TM/ha (6).

En el Departamento de Chiquimula de 36,714.71 hectáreas aprovechables para cultivo de granos básicos, 21,122.93 hectáreas son sembradas con maíz; lo cual constituye el 57.53% de la tierra cultivada (6). Este grano es uno de los principales alimentos en la dieta familiar de las áreas rurales de esta región y de todo el país.

A pesar de la importancia de este grano en la región, los rendimientos alcanzados son bastante bajos; teniéndose una productividad de 0.81 TM/ha con lo cual se obtiene una producción total anual de 17,005.39 TM de maíz (6).

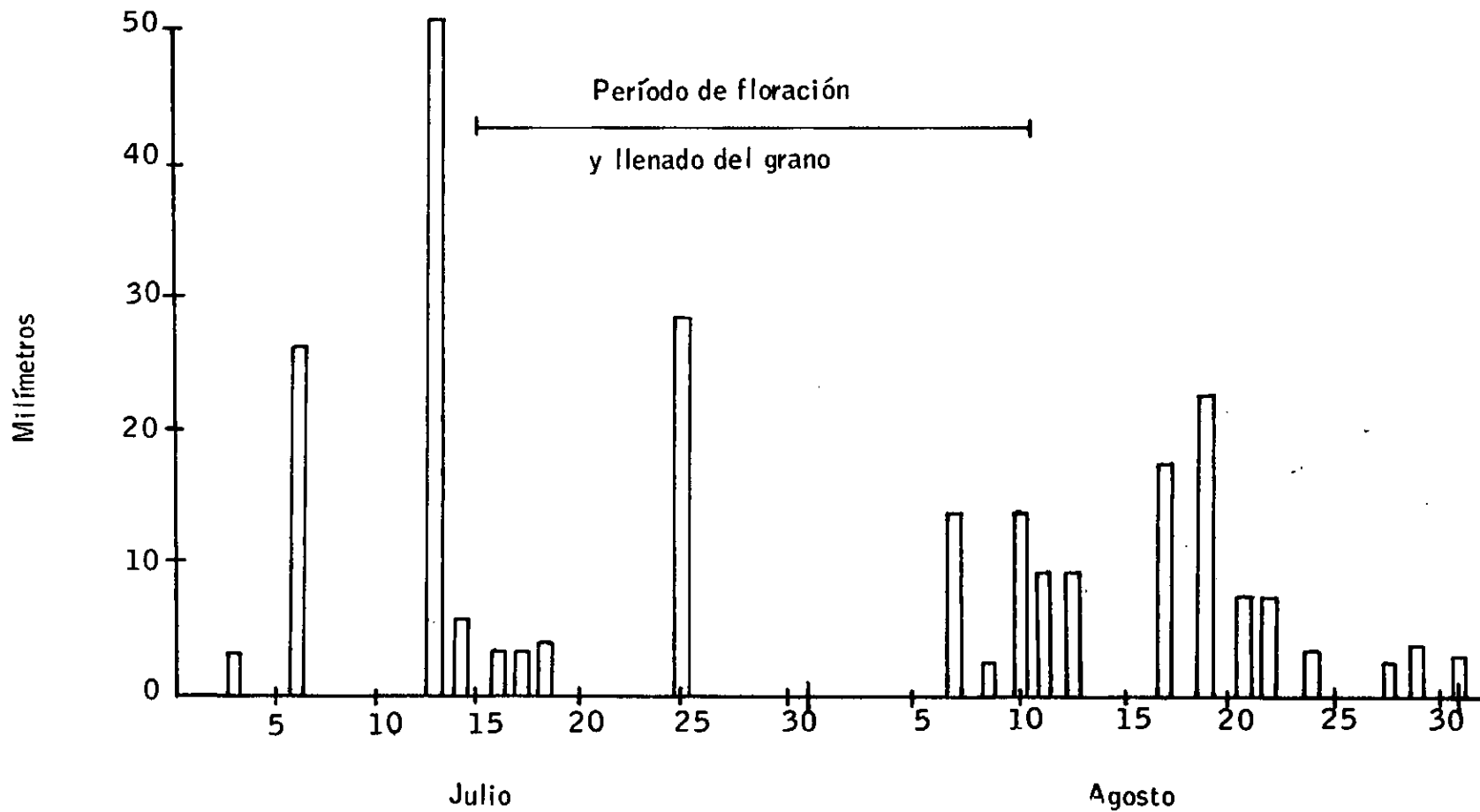
Este bajo rendimiento del cultivo es debido principalmente: al uso de tierras de ladera, consideradas como marginales, que poseen

suelos con baja fertilidad, poco profundos y baja retención de humedad y un alto porcentaje de pedregosidad. Existe además una escasa y errática distribución de las lluvias con un período de sequía prolongado, conocido como canícula, en el cual llega a precipitarse durante 19 días un total de 27.5 mm en un solo día (ver gráfica 1), que coincide con la etapa de floración y llenado del grano, épocas de mayor demanda de humedad por parte del cultivo.

Todas estas razones han obligado al agricultor a usar maíces criollos, que a pesar de ser materiales precoces y bien adaptados a las condiciones de la zona, poseen un bajo potencial genético de rendimiento.

Actualmente el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA- ha desarrollado, bajo estas condiciones materiales precoces y/o tolerantes a sequía; los primeros para escapar a períodos críticos y los segundos para soportar condiciones desfavorables de humedad. Estos genotipos se evaluaron en nueve localidades del Departamento de Chiquimula, para conocer su comportamiento y así obtener recomendaciones valederas que contribuyan a mejorar la situación del cultivo en la región y por ende al agricultor maicero de la zona.

GRAFICA 1. Precipitación Pluvial diaria, durante los meses de Julio y Agosto (Meses críticos), 1981.



FUENTE: INSIVUMEH.

El presente trabajo de investigación se desarrolló durante el transcurso del programa de ejercicio profesional supervisado de Agronomía (EPSA) 1982, gracias al financiamiento del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala y a la colaboración directa y autorización respectiva del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), mediante convenio suscrito con la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

2. HIPOTESIS

Ho: Los materiales generados para escape y/o tolerancia a sequía, son de igual potencial de rendimiento que el criollo más utilizado en la región, debido a su poca adaptabilidad a las condiciones imperantes en la región.

Ha: Los materiales generados para escape y/o tolerancia a sequía, son de diferente potencial de rendimiento que el criollo más utilizado en la región, debido a su poca adaptabilidad a las condiciones imperantes en la región.

3. OBJETIVOS

Determinar el potencial de rendimiento, comportamiento agronómico y la adaptabilidad de los materiales en diferentes condiciones ambientales de la región.

4. REVISION DE LITERATURA

4.1 Necesidad de Agua del Cultivo:

El maíz es un usuario eficiente del agua, en cuanto a la producción total de materia seca y entre los cereales, es potencialmente el cultivo de grano de mayor rendimiento. Para obtener una producción máxima, un cultivo de grano con período de madurez medio exige entre 500 y 800 mm. de agua, dependiendo del clima. El factor del cultivo (kc), que relaciona las necesidades de agua (ET_m) con la evapotranspiración de referencia (ET_o) en las distintas etapas de desarrollo del cultivo del maíz de grano, es en la etapa inicial 0.3-0.5 (15 a 30 días), en la etapa de desarrollo 0.7-0.85 (30-45 días), en la etapa de mediados de estación 1.05-1.2 (30 a 45 días), durante la etapa de finales de estación 0.8-0.9 (10 a 30 días) y en la recolección de 0.55 a 0.6 (1).

4.2 Suministros de Agua y Rendimiento del Cultivo:

Los períodos de desarrollo de la planta de maíz se muestran en la figura 1.

La frecuencia y profundidad de riego y de lluvia tienen un efecto pronunciado sobre el rendimiento en grano. El maíz parece ser relativamente tolerante a los déficit de agua durante el período vegetativo y el de maduración. La mayor disminución en los rendimientos de grano la ocasionan el déficit de agua durante el período de floración incluyendo la formación de la inflorescencia, la formación del estigma y la polinización debido principalmente a una reducción del número de granos por mazorca. Este efecto es menos pronunciado cuando en el período vegetativo precedente, la planta ha sufrido déficit de agua (1).

Un déficit riguroso de agua durante el período de floración, puede traducirse en una reducción grande del rendimiento o nulo de grano debido a la desecación de los estigmas. El déficit de agua durante el período de formación de la cosecha, puede traducirse en una reducción del rendimiento debido a la disminución del tamaño del grano (1).

El déficit de agua durante el período de maduración tiene poco efecto sobre el rendimiento del grano. El efecto de una limitación de agua sobre el rendimiento en grano de maíz es considerable, siendo necesario un control cuidadoso de la frecuencia de riego y la profundidad del mismo, para lograr unos rendimientos óptimos en condiciones de escasez de agua. Por ello, cuando el suministro de agua es

limitado puede ser ventajoso atender en lo posible, todas las necesidades de agua para lograr un rendimiento próximo al máximo (1).

4.3 Absorción de Agua:

Cuando las condiciones de evaporación corresponden a una ETm de 5 a 6 mm/día, el agotamiento del agua del suelo hasta un 55% del agua disponible (sa), tiene un efecto pequeño sobre el rendimiento ($P = 0.55$) (1).

Para estimular un desarrollo rápido y profundo de las raíces puede ser ventajoso un agotamiento algo mayor del agua durante los períodos iniciales del desarrollo. Durante el período de maduración puede llegarse a un agotamiento del 80 por ciento o más (1).

4.4 Antecedentes de la Investigación en Materiales precoces y/o Tolerantes a Sequía en el Departamento de Chiquimula:

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) inició sus actividades de investigación en el área de Chiquimula

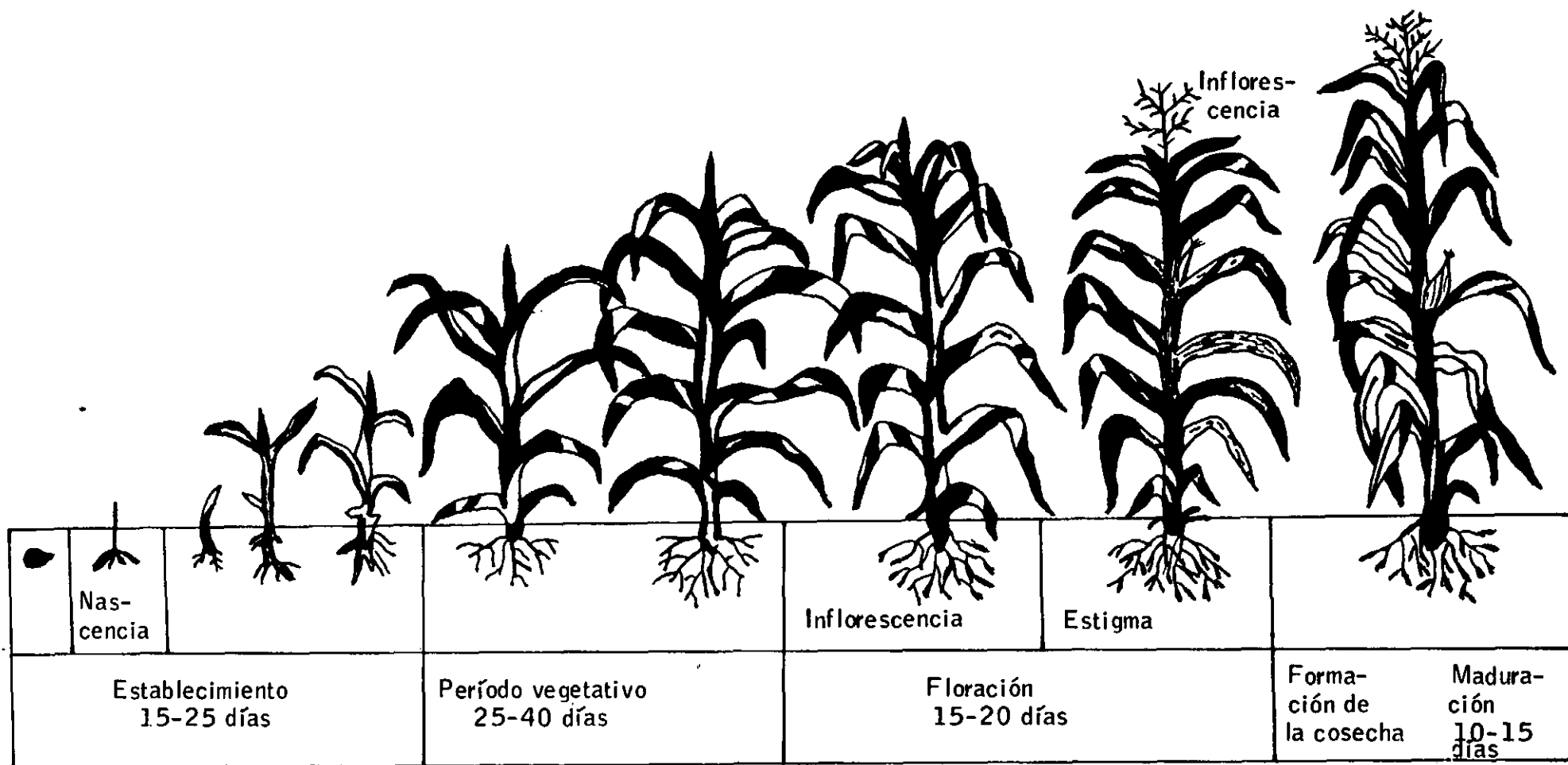


FIGURA 1. Períodos de desarrollo del maíz (según Hanway, 1966)

FUENTE: AOOEMBOS, J. y KASSAM, A. H. Efecto del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura. Roma, 1979.

en 1981, evaluando 12 materiales de maíz: 9 variedades y 3 híbridos precoces y/o tolerantes a sequía, en las localidades de Dolores en Concepción Las Minas y El Amatillo en Ipala. Los rendimientos obtenidos en dicha evaluación, se ilustran en el cuadro 1, en donde se puede apreciar que los rendimientos promedios en TM/ha por localidad de los 12 materiales fueron similares; presentando valores de 3.78 a 5.03 TM/ha para la localidad de Dolores y de 2.09 a 2.90 TM/ha para la localidad del Amatillo. La mejor media de rendimiento, en las dos localidades evaluadas la obtiene el material B - 7 con 3.78 TM/ha , superando al testigo Arriquín en 0.87 TM/ha (13).

En el mismo experimento se pudo observar que los materiales B-5, B-11 y Hp-75 y Maicito fueron los más precoces presentando 42,43,44 y 44 días a floración femenina, respectivamente. Por otro lado el Arriquín (variedad criolla) presentó una precocidad de 45 días a floración femenina, la cual fue superada por los materiales antes mencionados, hasta en 3 días (13).

CUADRO No.1 Rendimiento Promedio de 9 Variedades y 3 Híbridos de maíz Precoces Evaluados en 2 Localidades de Chiquimula (1981)

Tratamiento	Dolores, Concepción Las Minas (Ton/ha)	El Amatillo Ipala (Ton/ha)	\bar{X}
B-7	5.03	2.65	3.84
Compuesto - 2	4.93	2.66	3.80
H - 3	4.73	2.37	3.55
B-11	4.53	2.90	3.72
B-3	4.48	2.39	3.44
Hp-75	4.38	2.85	3.61
B-5	4.33	2.43	3.38
Hp-73	4.28	2.15	3.22
B - 5	4.18	2.65	3.42
B- 9	3.98	2.27	3.13
Arriquín	3.84	2.09	2.97
Maicito	3.78	2.75	3.27
CV%	11.23	14.41	

Fuente: ICTA. Informe anual Programa Maíz Sub-región VII-3, 1981.

Las conclusiones a que se llegó del ensayo anterior fueron:

- 1) De los materiales evaluados el rendimiento de los genotipos B-7, compuesto - 2 y B-11 resultó significativamente superior al Arriquín (13).
- 2) Se observaron materiales precoces tales como B-5, B-11, Hp-75 y Maicito con características agronómicas deseables y buen rendimiento que pueden ser alternativas en áreas de baja precipitación (13).

4.5 Antecedentes de la Investigación sobre Genotipos Precoces y/o Tolerantes a Sequía en otras Regiones del país y Centro América.

En la región Suroriente del país, CORDOVA y POEY (2) en 1976 iniciaron las investigaciones de materiales precoces y/o tolerantes a sequía, evaluando 250 familias de la población ICTA B-1 (Tuxpeño - 1) bajo condiciones de sequía drástica. La media de la población fue 1.872 TM/ha y la media de las 10 familias seleccionadas por su tolerancia a sequía fue de 3.19 TM/ha.

En 1977, se recombinaron en el centro de producción de Jutia-

pa 176 familias de B-5, 25 familias de precoces por criollos y 250 familias de B-3, siendo este año el inicio de la formación y mejoramiento de materiales precoces y tolerantes a sequía. Como complemento de estos lotes de mejoramiento, se recombinaron las 70 mejores familias V-3, una selección de Tuxpeño-1 que se hizo bajo condiciones de sequía severa en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, CIMMYT. En Jutiapa se recombinaron estas familias entre sí con el objeto de producir un mayor número de ellas. Estas se incorporaron al nuevo lote de recombinación B-5, con el fin de reforzar la tolerancia demostrada. Como resultado de este trabajo se seleccionaron 151 familias de B-5, 193 familias de B-3 X B-5, 50 familias de (precoces X Criollos) X B-5, 8 familias de V-3 X B-5 y 136 familias de V-3. Estos materiales se recombinaron en Cuyuta, bajo riego en un lote aislado usando B-5 como progenitor masculino. Mediante el control de riego se estableció un período de sequía a la floración y las espigas de los surcos machos se eliminaron totalmente después del 50 por ciento de la fecundación con el objeto de controlar la precocidad (7).

En 1977, en Jutiapa se sembraron siete selecciones en

base a diferentes criterios de selección para tolerancia a sequía traídas de CIMMYT, incluyéndose como testigos las variedades ICTA B-1 C₅ y el criollo Arriquín, en tres épocas de siembra. Los resultados indican que la primera fecha de siembra fue muy afectada por la canícula que se inició el 27 de junio y concluyó el 5 de agosto, teniendo únicamente 38 mm de lluvia acumulada en ese período. Los rendimientos de las variedades V-3 y B-1 C₅ fueron las de mayor rendimiento con 4.225 y 4.134 TM/ha de grano, respectivamente. V-3 es una variedad seleccionada bajo condiciones de sequía, mientras que B-1 ha demostrado buena adaptación en esta zona, siendo ambas selecciones de la población Tuxpeño - 1. El resto de las variedades seleccionadas en otros ambientes fluctuó entre 3.817 y 3.421 TM/ha. El más bajo rendimiento lo demostró el criollo con 2.941 TM/ha (8).

En 1977, en el Centro de Producción de Jutiapa, se evaluaron 14 cruzamientos entre variedades criollas precoces blancas, colectadas en el oriente de Guatemala y familias precoces de CIMMYT, junto con 7 variedades desarrolladas bajo diferentes presiones de sequía y cuatro variedades de polinización libre. Como resultado de esta investigación se obtuvo que: los rendimientos de las tres mejores variedades fueron Precoz - 48 X Ligero Oaxaqueño con 5.316 TM/ha, V-2 y V-7 con 5.394 y 5.316 TM/ha, respectivamente (8).

Merck (20), en 1977 evaluó 17 variedades e híbridos en 12 localidades del Sureste de Guatemala, llegando a las siguientes conclusiones:

- 1) El ICTA B-1₅ a pesar de su inconsistencia, puede sustituir a los criollos de la región por sus características agronómicas deseables.
- 2) El ICTA B-3 es una variedad que tuvo buen comportamiento debido a que fue seleccionada bajo condiciones de sequía drástica en Jutiapa.
- 3) Los criollos de la región respondieron mejor en ambientes desfavorables, aunque su respuesta fue inconsistente y además su rendimiento promedio fue bajo. Maíces con esta característica son poco recomendados, sobre todo si se busca aumento en la productividad por área y por ende una mejor ganancia.

En 1977, en el Centro de Producción de Jutiapa se evaluaron 18 variedades e híbridos precoces de maíz seleccionados por su tolerancia a sequía, en 3 diferentes fechas de siembra, en el cual se determinó que las variedades e híbridos precoces: Lote 81, (Precóz X Criollo) B-5, V-3 X B-5, (B-3 X B-5) B-5, ICTA A-4, (Precóz 48 X Ligero Oaxaqueño) F₂, ICTA V-3 e ICTA B-5; superaron al H-3 con rendimiento entre 1.2 y 2.0 TM/ha (9).

Ozaeta y Córdova (25) en 1978, evaluaron una serie de variedades e híbridos seleccionados bajo diferentes criterios de selección para tolerancia a sequía, encontrando híbridos y variedades que respondieron a condiciones de humedad óptima, media y sequía drástica.

La variedad criolla (Arriquín) interaccionó fuertemente con niveles de humedad en el suelo en lo referente a la altura de planta, teniendo los más bajos rendimientos a través de las localidades (25).

Paul Tillmans (26), en 1978 evaluó 18 variedades e híbridos precoces de maíz, seleccionados bajo condiciones limitadas de humedad en Jutiapa, dicha evaluación se llevó a cabo en 3 localidades de Jutiapa y 3 localidades de El Salvador, concluye que:

- 1) Se observó tendencia de los materiales seleccionados por su resistencia a sequía a mostrar mejor respuesta bajo condiciones de humedad mínima, siendo estos materiales los que mostraron los más altos rendimientos.
- 2) Existe una asociación estrecha y positiva entre rendimiento y profundidad de raíces ($r=0.66$) así como entre días a floración y profundidad de raíces ($r=0.46$), lo cual sugiere que se debe poner énfasis

fasis en selección para estas características para desarrollar variedades tolerantes a sequía.

- 3) Los cruzamientos (Precoz 48 x Ligero Oaxaqueño) F_2 (Precoces por Criollos) B-5, V-3 x B-5, (B-3 x B-5) B-5, B-5 de grano blanco, Lote 81 y A-4 de grano amarillo superaron al H-3 con rendimiento entre 0.8 y 2.0 TM/ha, Precoz 48 x Ligero Oaxaqueño mostró una excelente estabilidad de rendimiento ($b_i = 1$ y $S_{di}^2 = 0$).
- 4) Los híbridos intervarietales precoces Taverón x Maicito y Taverón x Cincuentaño mostraron una precocidad excelente con rendimientos aceptables bajo condiciones de humedad óptima, pudiendo cosecharse a los 90 días (26).

En 1979, en el Centro de Producción Agrícola de Jutiapa y en el municipio de Quezada, se evaluaron 250 familias de la población B-7 más 6 testigos. Las conclusiones fueron: 1) La fracción seleccionada de la población ICTA B - 7 mostró diferenciales de selección de 29 y 40% para Quezada y Jutiapa, respectivamente; 2) El rango de rendimiento entre familias seleccionadas para Quezada estuvo entre 6.160 y 7.198 TM/ha lo cual muestra un elevado potencial de rendimiento de esta población, para Jutiapa

el rango va entre 5.821 y 7.048 TM/ha (10).

En 1979 se evaluaron 25 variedades e híbridos precoces de maíz en 3 localidades de Guatemala, 3 de El Salvador y 3 de Honduras. En el trabajo anterior se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1) Los ambientes seleccionados fueron suficientemente contrastantes y así las variedades pudieron expresar su potencial genético en ambientes desfavorables y favorables. Esto se vió en el análisis de estabilidad, pues las fuentes de variación e interacción variedad x ambiente (lineal) mostraron diferencias altamente significativas.
- 2) La variedad A-4 (grano amarillo) y B-7 (grano blanco) son variedades deseables para zonas con problemas de precipitación, pues tienen rendimientos de 4.271 y 3.876 TM/ha respectivamente. El coeficiente de regresión es igual a 1 y la desviación de regresión igual a cero, que indican estabilidad, teniendo ambas buenas características agronómicas (10).

Navarro (22) en 1979, evaluó 12 genotipos de maíz precoces y/o tolerantes a sequía en 11 localidades del Oriente

de Guatemala, concluye que:

- 1) Las condiciones de humedad que se presentaron durante ese año fueron buenas, por lo que no se observó si los materiales seleccionados para resistencia a sequía mostraban mejor respuesta bajo condiciones de humedad mínima.
- 2) Las variedades ICTA B-5, B-3, (Precoz x criollo) B-5, V-3 x B-5 mostraron excelentes características agronómicas, superiores al testigo H-3, siendo iguales en rendimiento.
- 3) No hay correlación entre días a floración femenina y rendimiento, lo que hace pensar que estos caracteres están gobernados por sistemas genéticos distintos.
- 4) La variedad (precoces x criollos) B-5, mostró la mayor eficiencia relativa (42.00 kg de grano / día), siendo superior al testigo H-3 (32.9 kg de grano/ día).
- 5) La variedad Taverón x Cincuentaño fue la más eficiente de las variedades precoces superando al testigo comercial (22).

En 1980, continuando con el método de selección recurrente, se evaluaron en el Centro de Producción agrícola de Ju-

tiapa y en el municipio de Quezada, dos poblaciones de B-5 y B-7, cada una de 250 familias, juntamente con 6 testigos. Los resultados de la investigación concluyeron en : 1) La fracción seleccionada de la población ICTA B-7 mostró diferenciales de selección para rendimiento en el análisis combinado de 11 y 25% para las familias seleccionadas y la variedad experimental, respectivamente; 2) La característica agronómica pudrición de mazorcas, mostró variabilidad reduciéndose de 7.4 a 5.6%; todo esto indica efectividad en la selección; 3) La población B-5 manifestó gran variabilidad para el carácter rendimiento, los diferenciales de selección para ésta fueron de 27 y 38% para la fracción seleccionada y la variedad experimental, respectivamente (11).

En 1981, en el Centro Experimental de Jutiapa y en el Municipio de Quezada, se evaluaron 190 familias de la población B-7 la cual está constituida por materiales tolerantes genéticamente a la sequía y 165 familias de la población B-5, formada por segregantes blancos de una población precoz amarilla, generada para escapar a períodos de sequía; llegando a concluir que: el rendimiento en las dos poblaciones fue mejorado notablemente; ICTA B-5 obtuvo una ganancia del 16 por ciento equivalente a 0.699 TM/ha, ICTA B-7 tuvo diferencial de selección de 21 y 30 por ciento en las familias seleccionadas y la variedad experimental, respectivamente; esto equivale a 1.04 y 1.48 TM/ha

(12).

Soto, Córdova y Ozaeta (27), en 1981 en el centro de producción agrícola de Jutiapa, evaluaron 132 familias de la población ICTA B-7 bajo condiciones de humedad óptima y sequía drástica con el objeto de determinar la pérdida en rendimiento de la población ICTA B-7 y seleccionar familias tolerantes o resistentes a sequía que expresen alto potencial de rendimiento. En este trabajo se observó que la pérdida en rendimiento en estos materiales es en promedio 2.919 TM/ha equivalente al 49%; en los genotipos no seleccionados esta pérdida fue hasta de un 75%.

Para la altura de planta hubo un aumento de 0.3 metros en las condiciones con humedad óptima, esto puede explicarse por los resultados encontrados por McPherson y Bayer (1977) las cuales indican que la función fotosintética se inhibe más que el proceso de traslocación de nutrientes en condiciones de sequía drástica. Esto hace suponer que bajo estas condiciones el crecimiento del tallo se disminuye, aprovechando la planta los nutrientes existentes en funciones que en ese momento son de mayor importancia (27).

Los coeficientes de regresión y correlación así como el grupo de familias seleccionadas se observan en la figura 2. El coeficiente de regresión indica que por cada unidad de calificación de sequía aumentada, el

rendimiento se disminuye 7.8%. El coeficiente de correlación altamente significativo es un índice del grado de ajuste de la curva de regresión así como el grado de asociación entre la calificación de sequía con el índice de pérdida del rendimiento (27).

Las conclusiones a que se llegó en el trabajo anterior fueron:

- 1) Se encontró una correlación de 55% entre pérdida en rendimiento y calificación de sequía. Por cada unidad incrementada en calificación de sequía hubo 7.8% de disminución en el rendimiento.
- 2) Se identificaron 16 familias resistentes y tolerantes a sequía, las familias en condiciones de sequía presentaron 8.3% más de mazorcas descubiertas que en humedad óptima.
- 3) La metodología de evaluar los materiales bajo riego con períodos determinados, es decir bajo condiciones de humedad dirigida es una buena alternativa, pues en los últimos 3 años no se ha presentado sequía drástica lo cual enmascara la selección de los genotipos.

Olivet (24) en 1982, al evaluar genotipos de maíz precoces y/o tolerantes a sequía en 3 fechas de siembra y tres años en

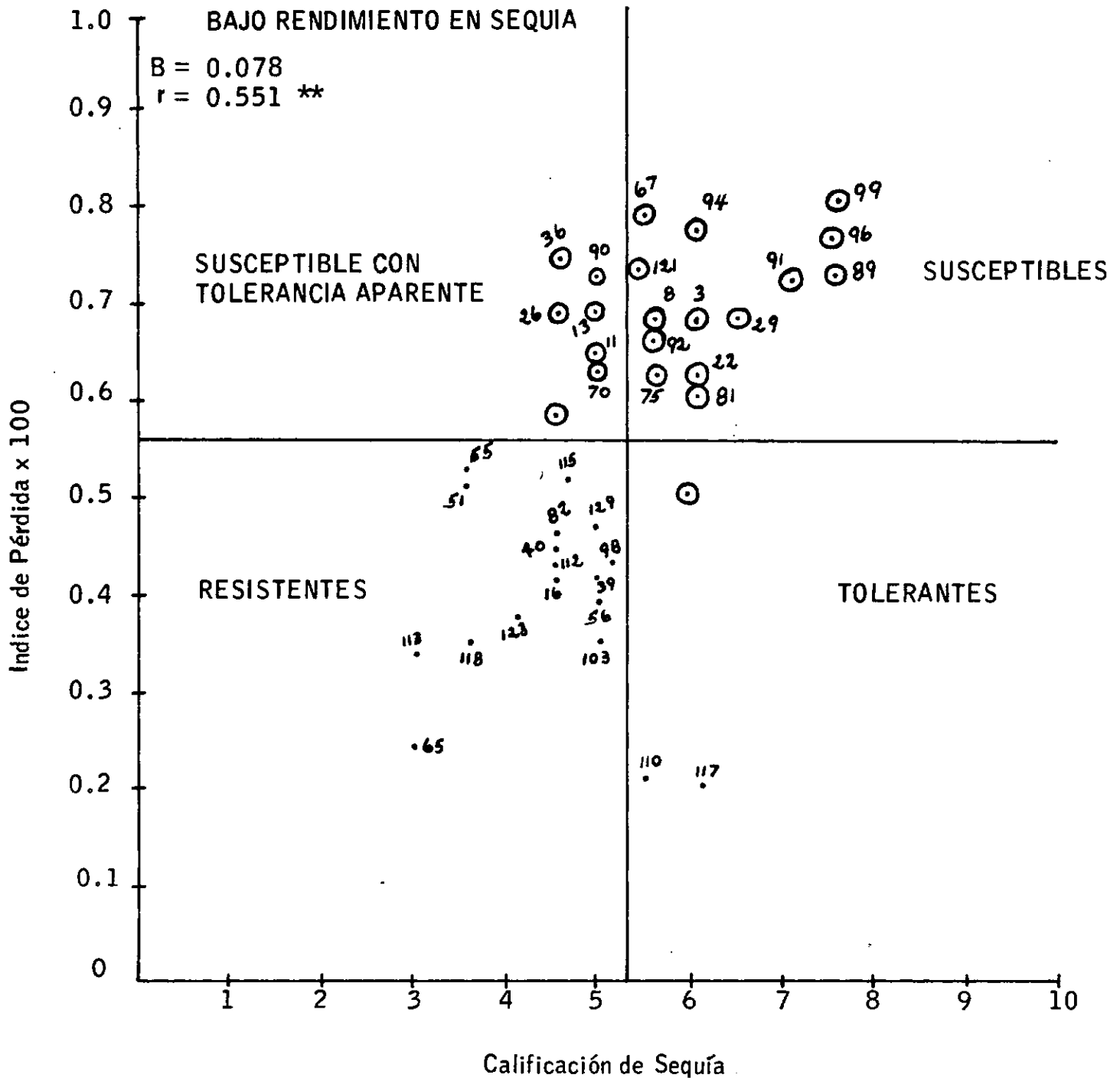


FIGURA 2.

Selección de Familias Tolerantes y Resistentes a Sequía por Índices de Pérdida de Rendimiento y Calificación Fenotípica, de la Población B-7.

Jutiapa, concluye que:

- 1) Las variedades B-3 y B-5 de grano blanco tuvieron rendimientos de 4.20 y 4.08 TM/ha, superando al H-3 en 15 y 12% más en rendimiento. Ambas variedades se presentan como la mejor alternativa para la región de Jutiapa, pues B-3 es genéticamente tolerante a sequía y B-5, por su precocidad, puede escapar a ésta.
- 2) A-4 es una variedad precoz con 55 días a flor, superando al H-3 en 29% en rendimiento, lo cual equivale a 1.07 TM/ha. Este material es de grano amarillo y teniendo los agricultores de la región preferencia por grano blanco, de momento no tiene perspectiva en la zona, pero en el futuro puede ser una buena alternativa, dada la creciente demanda que tiene el grano de este color en el país.
- 3) Los materiales precoces y/o tolerantes a sequía seleccionados fueron: A-4, B-3 y B-5, los cuales presentaron buenas características agronómicas, tales como: 2 a 4 días más precoces, excepto B-3 que por ser material tolerante alcanza la floración femenina a 61 días; las alturas de planta y mazorca son menores hasta en 27 y 10 centímetros, respectivamente, en relación al H-3, lo cual los hace menos susceptibles al acame; el menor porcentaje de mazorca

descubierta lo presenta el testigo H-3, pero con el más alto porcentaje de pudrición, siendo de 11.97, mientras que los materiales seleccionados alcanzan un rango de 7.1 y 8.73%.

4.6 Antecedentes de la Investigación sobre Sequía y Precocidad realizada en otros países:

Johnson et al (1966), Daynard et al (1969); Hume y Cambell (1972), demostraron que los tallos de maíz a menudo pierden materia seca conforme el grano madura, particularmente cuando el ambiente resulta desfavorable como sequía extrema durante el período de secado de grano (17, 16).

Muñoz et al (1970) evaluaron en México, bajo condiciones de invernadero, a plántulas de Compuesto 2T y Compuesto 56, sometiéndolas a punto de marchitez permanente; realizando presiones de selección de 6.5 y 1.7%. Para formar sintéticos de las plantas tolerantes a sequía. Concluyen que las progenies seleccionadas resultaron más tolerantes que sus progenitores, además la floración femenina no tuvo ningún retraso por efecto de la sequía en los sintéticos formados (21).

Robins y Domingo, citados por González (1972), determi-

naron que es esencial la humedad durante la floración para obtener un máximo rendimiento, pues la deficiencia de este factor en ese período, causa una reducción irreversible en el rendimiento (5).

González (1972) evaluó en México variedades de maíz bajo riego, sequía y otras variables, determinando que la sequía aumenta el grado de protandria en el maíz al adelantar significativamente la floración masculina y retrasar significativamente la floración femenina, aunque estos adelantos y retrasos no ocurren en el mismo grado en todos los maíces. Asimismo obtuvo que la disminución del rendimiento por efecto de la sequía, varía de acuerdo con el genotipo. Estos hechos indican que los maíces difieren en forma independiente en cuanto a su resistencia a sequía. En función de esto infiere que la selección de maíces por resistencia a la sequía debe efectuarse tanto en la condición de sequía, como en condiciones de humedad, a fin de detectar aquellos genotipos que puedan responder en años de buen temporal y en años de temporal con fuerte canícula (5).

Mc Pherson y Bayer (1977), lograron estudiar la regulación de rendimiento de grano de maíz por la fotosíntesis bajo diferentes condiciones de humedad, llegando a concluir que: La traslocación de los nutrientes se inhibe menos que la fotosíntesis durante períodos prolongados de sequía; en tanto que la acumulación total de fotosíntesis logra controlar el rendi-

miento y hacer que el proceso de floración no se interrumpa. La habilidad para que la traslocación continúe siempre dependerá de la acumulación de fotosintatos antes del llenado del grano (19).

La variación en la intensidad, distribución y duración de la cantidad limitada de humedad ha hecho necesario la definición de mecanismos de resistencia a sequía para las plantas. En su definición más simple una planta menos afectada por sequía drástica debe ser considerada como "Resistente a sequía" debido, ya sea a características de tolerancia genética y/o mecanismos fisiológicos y morfológicos que evitan la sequía (19).

Fischer en 1977, estableció que para lugares en los cuales la estación de crecimiento de un cultivo está determinado por una condición errática de la precipitación, la mejor alternativa sería una variedad de maíz genéticamente tolerante a la sequía o aquella que por algún proceso fisiológico o morfológico diferente resistiera a condiciones de sequía extrema. La resistencia a la sequía parte de las siguientes posibilidades:

- a) Escape a la sequía por precocidad de la variedad o híbrido cultivado.
- b) Mejor mecanismo fisiológico o morfológico de la planta.
- c) Por caracteres génicos que dan a la planta resistencia a sequía (4).

Además en 1977, realizó una evaluación de 85 familias del onceavo ciclo de selección para rendimiento y altura de planta de la población Tuxpeño - 1, bajo tres diferentes niveles de riego; Riego limitado, intermedio y sequía severa. El rendimiento promedio de las familias seleccionadas fue 6.1, 4.4 y 1.5 Ton/ha para los tres niveles de sequía evaluados, respectivamente. Al realizar el análisis esta

dístico se determinó que sí existía varianza genética para rendimiento de grano en los tres niveles de humedad, y que el comportamiento de algunas familias difiere entre niveles de humedad (4).

Jurgens et al (1978) sometió plantas de maíz a deficiencias de agua durante el período de llenado del grano y determinó los efectos relativos de sequía sobre la fotosíntesis y traslocación. Observó que después de comenzar la presión de sequía, el área foliar se redujo en un 58%, con respecto al testigo que tenía humedad óptima. Además se aumentó la concentración de proteínas en el grano, pero disminuyó la de aceites (18).

Nulsen y Thurtell (1979) indican que el restablecimiento del crecimiento vegetativo después de un período de sequía, depende de la recuperación del potencial de agua (Y_w) después del cese del período de sequía. Si el tiempo disminuye, entonces la producción de la planta puede ser incrementada. Observó que el Y_w de las hojas sometidas a presión de -10 y -11 BARS se recuperaron 50 minutos después de la aplicación de agua, pero - cuando se sometían a presiones por abajo de -11 BARS, el tiempo de recuperación osciló entre 95 y 300 minutos (23).

5. MATERIALES Y METODOS

5.1 Localización de los Sitios Experimentales:

Los materiales se evaluaron en 9 municipios del Departamento de Chiquimula en donde la precipitación pluvial es escasa y errática.

- 5.1.1 Aldea El Ingeniero, Chiquimula: Se encuentra a 4 Kms. al norte de la Cabecera Municipal de Chiquimula, por la carretera de Chiquimula hacia Zacapa; en las coordenadas Latitud Norte $14^{\circ}47'58''$ y Longitud Oeste $89^{\circ}32'37''$; a una altitud de 423.82 metros sobre el nivel del mar (14).
- 5.1.2 San Jacinto: Situado a 17 Kms. al sur de Chiquimula, por la carretera hacia Esquipulas, en las coordenadas $14^{\circ}38'35''$ Latitud norte; Longitud Oeste $89^{\circ}30'08''$ y a una altitud de 490 metros sobre el nivel del mar (14).
- 5.1.3 San José La Arada: Se encuentra a 11 Kms. al suroeste de Chiquimula, por la carretera hacia Ipala; en las coordenadas Latitud Norte $14^{\circ}43'28''$ y Longitud Oeste $89^{\circ}34'45''$; a una altitud de 434.58 metros sobre el nivel del mar (14).

- 5.1.4 Quezaltepeque: Situado a 29 Kms. al Sur de Chiquimula; en las coordenadas Latitud Norte $14^{\circ}38'04''$ y Longitud Oeste $89^{\circ}26'36''$, a una altitud de 649.68 metros sobre el nivel del mar (14).
- 5.1.5 Ipala: Situado a 30 Kms. de Chiquimula, al Suroeste por la carretera de Chiquimula hacia Agua Blanca, Jutiapa; en las coordenadas Latitud Norte $14^{\circ}37'10''$ y Longitud Oeste $89^{\circ}37'10''$, a una altitud de 822.76 metros sobre el nivel del mar (14).
- 5.1.6 Aldea Los Vados, San Juan Ermita: Se encuentra a 26 Kms. de Chiquimula, por la carretera que conduce a la frontera de Copán, Honduras; en las coordenadas Latitud Norte $14^{\circ}45'47''$ y Longitud Oeste $89^{\circ}25'50''$, a una altitud de 569.20 metros sobre el nivel del mar (14).
- 5.1.7 Jocotán: Situado a 30 Kms. al Este de Chiquimula, carretera a la frontera de Copán, Honduras; en las coordenadas $14^{\circ}49'10''$ Latitud Norte $89^{\circ}23'25''$ Longitud Oeste; a una altitud de 457.68 metros sobre el nivel del mar. (14).

- 5.1.8 Camotán: Se encuentra situado a 35 Kms. al Este de Chiquimula; en las coordenadas Latitud Norte $14^{\circ}49'13''$ y Longitud Oeste $89^{\circ}22'24''$, a una altitud de 450.10 metros sobre el nivel del mar (14).
- 5.1.9 Concepción Las Minas: Situada a 49 Kms. al Sur de Chiquimula por la carretera hacia la frontera de El Salvador; en las coordenadas Latitud Norte $14^{\circ}31'15''$ y Longitud Oeste $89^{\circ}27'26''$, a una altitud de 750 metros sobre el nivel del mar (14).

5.2 Descripción de los Sitios Experimentales:

Según el sistema de clasificación de Holdridge, Chiquimula corresponde a la zona Sub-tropical Seca. El sitio experimental El Ingeniero, Chiquimula, corresponde a la zona de Vida Monte Espinoso Subtropical. Los municipios de Camotán, Jocotán, San José La Arada, San Juan Ermita, San Jacinto, Quezaltepeque, Ipala y Concepción Las Minas; corresponden a la zona de Vida de Bosque Seco Subtropical (3).

5.3 Material Genético:

Es importante hacer notar que para seleccionar los geno-

tipos que se evaluaron, se tomaron en cuenta aquellos materiales que en anteriores evaluaciones mostraron buena precocidad y/o tolerancia en condiciones de sequía, para las cuales han sido creados en centros de producción agrícola del ICTA. También se incluyó el H-3 por ser un híbrido comercial de precocidad intermedia muy usado en estas condiciones y también el maíz criollo (Arriquín) que es la variedad testigo representativa de la zona y por consiguiente la más adaptada a las condiciones prevaecientes del área.

Los genotipos de maíz que se sometieron a evaluación son:

- B-3 Variedad de polinización libre de grano blanco y dentado, tardía y tolerante a sequía; formada con las 10 mejores familias del ICTA B-1 evaluados en 1976, bajo condiciones de sequía drástica en Jutiapa.
- B-7 Variedad de polinización libre, blanca, tardía y tolerante genéticamente a la sequía.
- B-1 Variedad que proviene del Tuxpeño (planta baja), intermedia, de grano blanco, grandes y dentados. Este genotipo fue desarrollado por el ICTA; adaptado a las zonas tropicales comprendidas entre 0-1000 metros sobre el nivel del mar.

- B-5 Variedad de polinización libre de grano cristalino, de poco follaje, formada con los segregantes blancos de una población amarillo cristalino, cuyo comportamiento bajo condiciones de sequía drástica fue sobresaliente.
- B-9 Es una selección de la población Jutiapa 7930.
- B-11 Originario de la población PILSABAK 7930.
- RM-1 Originario de una población resistente a Mildiu.
- B-15 Originario de la población BDTP (Blanco dentado tropical precoz).
- Maicito: Variedad criolla precoz, de polinización libre, de grano blanco.
- Arriquín: Es la variedad criolla por excelencia del lugar, se caracteriza por ser de color blanco, de grano pequeño; muy precoz, su altura es de 2.10 metros, se acostumbra sembrar en lugares laderosos sin ningún manejo o tecnología especial.
- HB-11 Es un híbrido de reciente creación del ICTA, en el cual utilizando técnicas avanzadas de mejoramiento de maíz, se ha logrado integrar tipo de planta bajo, precocidad y alto rendimiento. Se recomienda su cultivo para regiones situadas de 0 a 1000 metros sobre el nivel del mar.

H-3 Es un híbrido de cruza doble con tipo de grano semicristalino y de color blanco, altura de planta 2.30 metros, período vegetativo de 90 días a la dobla. Está formado por 4 líneas endogámicas de diferente origen, su período vegetativo es de intermedio a relativamente precoz. Fue producido en el CENTA en 1960.

5.4 Manejo de los Experimentos:

- 5.4.1 **Diseño Experimental:** El diseño experimental que se utilizó por localidad es el de bloques al azar con doce tratamientos y cuatro repeticiones.
- 5.4.2 **Parcela Experimental:** El tamaño de la parcela experimental fue de 3 metros de largo por 6.30 metros de ancho, cubriendo un área de 18.90 metros cuadrados; se sembraron 7 surcos de 3 metros de largo. La distancia entre surcos fue de 0.90 metros y entre posturas de 0.50 metros.

Se cosechó una parcela neta de 5 surcos centrales de 3 metros de largo, dejando 0.25 metros en cada extremo, obteniéndose una área neta de 13.50 metros cuadrados.

5.4.3 Entrada y Disposición de las Parcelas Experimentales en el campo:

En el cuadro 2 se presentan los materiales evaluados y su respectivo número de entrada en el diseño de campo, y en el cuadro 3 se ilustra la disposición de las parcelas experimentales en el campo.

5.5 Manejo del Cultivo:

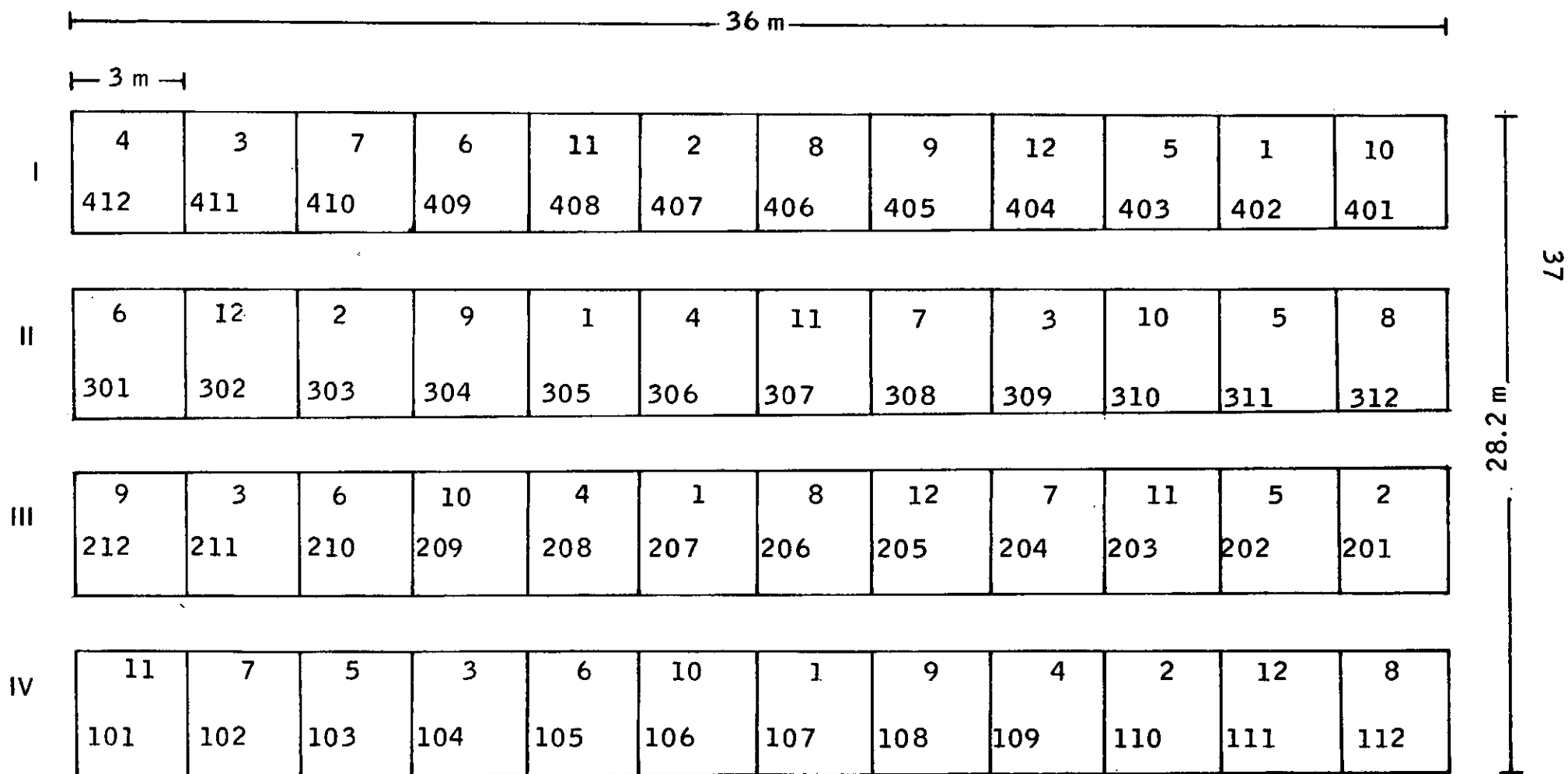
5.5.1 Fechas en que se efectuó la siembra en cada una de las localidades evaluadas, durante el año 1982.

Localidad	Fecha de siembra
Ipala	24 de mayo
San Jacinto	25 de mayo
Concepción Las Minas	26 de mayo
Quezaltepeque	26 de mayo
Jocotán	27 de mayo
Camotán	27 de mayo
San Juan Ermita	2 de junio
San José La Arada	4 de junio
Chiquimula	14 de junio

CUADRO 2. Variedades e híbridos de maíz precoces y/o tolerantes a sequía, evaluados en 9 localidades del Departamento de Chiquimula y sus respectivos números de entrada en el diseño de campo.

ENTRADA	NOMBRE
1	B-3
2	B-5
3	B-9
4	B-11
5	B-15
6	RM-1
7	B-1
8	HB-11
9	H-3
10	Maicito
11	B-7
12	Criollo

CUADRO 3. Disposición de las parcelas experimentales en el campo, de las variedades e híbridos de maíz precoces y/o tolerantes a sequía, evaluados en 9 localidades del departamento de Chiquimula, 1982.



5.5.2 Granos por postura: Se sembraron 3 granos por postura, después de la primera limpia se realizó un raleo dejando únicamente 2 plantas por postura, obteniéndose una población de 44,444 plantas por hectárea.

5.5.3 Fertilización: Basados en el análisis de muestras de suelos de cada localidad por el Laboratorio de suelos del ICTA, se efectuó la fertilización de la siguiente manera:

Localidad	Fórmula	qq/Mz.	Epoca de Aplicación
Concepción	20-20-0	2.5	Momento Siembra
Las Minas	46-0-0	1.5	al candealeo
San José La Arada	46-0-0	1.0	momento siembra
	46-0-0	1.5	al candealeo
San Jacinto	46-0-0	1.0	momento siembra
	46-0-0	1.5	al candealeo
Quezaltepeque	15-15-15	3.0	momento siembra
	46-0-0	1.5	al candealeo
Camotán	20-20-0	2.5	momento siembra
	46-0-0	1.5	al candealeo
Jocotán	15-15-15	3.0	momento siembra
	46-0-0	1.5	al candealeo

Ipala	15-15-15	3.0	momento siembra
	46-0-0	1.5	al candealeo
San Juan Ermita	15-15-15	3.0	momento siembra
	46-0-0	1.5	al candealeo
Chiquimula	16-20-0	2.5	momento siembra
	46-0-0	1.5	al candealeo

5.5.4 Riego: Los experimentos se condujeron en condiciones de precipitación pluvial.

5.5.5 Control de Malezas: Se realizaron 2 limpieas manuales, la primera a los 15 días después de la siembra y la segunda a los 35 días después de la siembra.

5.5.6 Control de Insectos: Para el control de insectos del suelo se utilizaron 45 Kg/ha de Aldrín en polvo al momento de la siembra, aplicado en banda y para el control del gusano cogollero (Spodoptera frugiperda), se aplicaron 6.3 kg/ha de Volaton granulado.

5.6 Toma de Datos:

- 5.6.1 Conteo del número de plantas existentes en cada una de las parcelas a partir del 5to. día después de la siembra hasta que estuvo germinado el 100% del ensayo.
- 5.6.2 Días a Flor: Número de días desde la siembra hasta la aparición del 50% de los estigmas.
- 5.6.3 Altura de Planta: Altura promedio de una muestra al azar de 10 plantas, con competencia completa, desde el nivel del suelo hasta la base de la espiga, panoja o inflorescencia masculina.
- 5.6.4 Altura de Mazorca: De una muestra al azar de 10 plantas con competencia completa, en cada parcela experimental, se midió la altura existente del nivel del suelo, al entrenudo de inserción de la mazorca más alta (si hay dos mazorcas).
- 5.6.5 Acame a la Cosecha:
- Raíz: Número de plantas con inclinación de tallo mayor de 30° con respecto a la vertical.
- Tallo: Número de plantas con tallo quebrado bajo la mazorca.

- 5.6.6 **Peso de Campo:** Peso de grano expresado en kilogramos por parcela neta.
- 5.6.7 **Plantas Cosechadas:** Número total de plantas a la cosecha, incluyendo plantas estériles (sin mazorca).
- 5.6.8 **Número de Mazorcas cosechadas:** número total de mazorcas cosechadas incluyendo aquellas podridas.
- 5.6.9 **Mazorcas Podridas:** Se acumuló el porcentaje de pudrición en cada una de las mazorcas cosechadas y se anotó el total de pudrición en número de mazorcas.
- 5.6.10 **Mazorcas Punta Descubierta:** Se anotó el número de mazorcas que presentaron punta descubierta en cada parcela.
- 5.6.11 **Porcentaje de Humedad:** En el momento de la cosecha se determinó el porcentaje de humedad de grano de las mazorcas de una muestra al azar de 10 mazorcas en cada parcela neta.
- 5.6.12 **Rendimiento por Parcela:** El peso del grano con humedad de campo, se convirtió a un rendimiento en TM/ha al 14% de humedad.

$$\text{Peso grano al 14\% de humedad} = PC \times \frac{10,000}{13.50} \times \frac{100-HC}{100-HD}$$

PC = Peso de Campo

HC = Humedad de Campo

HD = Humedad deseada.

5.7 Análisis Estadístico:

5.7.1 Se realizó un análisis de varianza de rendimiento para cada localidad, de acuerdo al siguiente modelo matemático:

Variables

a) Bloques $i = 1, \dots, a = 4$

b) Tratamientos $j = 1, \dots, b = 12$

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \epsilon_{ij}$$

μ = Efecto de la media general

β_i = " del i-ésimo bloque

α_j = " del j-ésimo tratamiento

ϵ_{ij} = " del error del i-ésimo bloque

y el j-ésimo tratamiento.

5.7.2 Se realizó un análisis de varianza para rendimiento combinado para 7 localidades; de acuerdo con el siguiente modelo matemático:

Variables

- a) Bloques $i = 1, \dots, a = 4$
 b) Localidad $j = 1, \dots, b = 9$
 c) Tratamiento $k = 1, \dots, c = 12$

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

μ = Efecto de la media general

β_i = " del i-ésimo bloque

α_j = " de la j-ésima localidad

γ_k = " del k-ésimo tratamiento

$(\alpha\gamma)_{jk}$ = " de la interacción de la j-ésima localidad por el k-ésimo tratamiento.

ϵ_{ijk} = Efecto del error del i-ésimo bloque, j-ésima localidad y k-ésimo tratamiento.

- 5.7.3 Se realizaron pruebas de comparación múltiple para medias de rendimiento mediante Tukey, para cada una de las fuentes de variación significativas.

6. RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 4 se presenta un resumen del análisis de Varianza para rendimiento de los materiales evaluados por localidad. Nótese que en las localidades de Concepción Las Minas, Quezaltepeque, San José La Arada y Camotán la fuente de variación Tratamientos es no significativa; lo que denota que los genotipos se comportaron de manera similar dentro de cada una de estas localidades. Situación contraria se presentó en Jocotán, San Jacinto e Ipala en donde sí existió una alta significancia para la fuente de variación tratamientos, lo que indica la diversidad genética de los materiales evaluados dentro de cada una de estas tres localidades. Los coeficientes de variación de cada localidad varían de 15.57 a 35.35%, debido principalmente a las condiciones marginales en que fueron conducidos los ensayos.

Las gráficas 2 y 3 muestran la precipitación pluvial durante el ciclo de cultivo, en las localidades evaluadas durante el año 1982. En la gráfica 2 puede observarse que en Concepción Las Minas, antes y al inicio del período de floración, del 30 de junio al 15 de julio se precipitó únicamente 1 mm en un solo día; dentro y posterior a la floración

CUADRO 4.

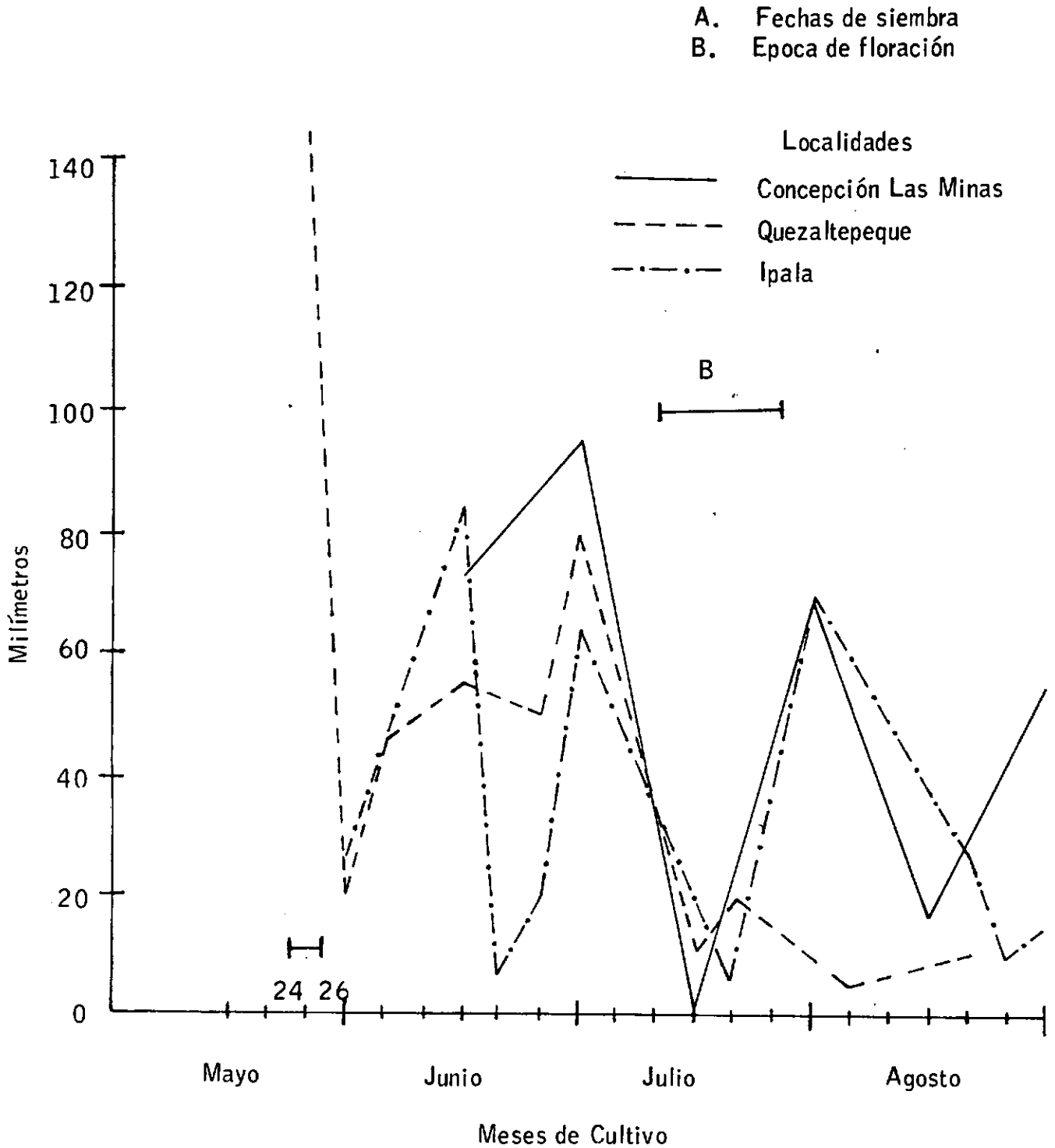
Resumen del análisis de Varianza para rendimiento por localidad de 11 variedades e híbridos blancos de maíz precoces y/o tolerantes a sequía evaluados en siete localidades del departamento de Chiquimula. 1982.

F. V	Localidades						
	Concepción Las Minas.	Quezaltepeque	San José La Arada	Camotán	Jocotán	San Jacinto	Ipala
	C.M.	C. M.	C.M.	C.M.	C. M.	C.M.	C.M.
Bloques	0.18 N.S.	1.52 * *	0.22 N.S.	0.24 N.S.	0.57**	0.35 N.S.	0.85 **
Tratamientos	0.48 N. S.	0.25 N.S.	0.38 N.S.	0.13 N.S.	0.36**	0.69 **	0.80 **
Error	0.26	0.17	0.19	0.13	0.05	0.17	0.18
C.V. %	20.76	21.59	22.14	35.35	18.04	15.57	22.30

se acumularon 69.5 mm de lluvia durante 15 días y durante los siguientes 15 días se acumularon 17 mm. En la localidad de Quezaltepeque, en el período del 30 de junio al 15 de julio se reportaron 10 mm de lluvia, precipitados el día 15; dentro de la época de floración se acumularon 20 mm durante los días 17 y 20 y posteriormente a la misma, llovió hasta el 1o. de agosto únicamente 5 mm; y del 6 al 20 de agosto se acumularon 10 mm de lluvia, precipitados los días 17 y 20. En la localidad de Ipala, como puede observarse, antes y dentro de la época de floración, del 30 de junio al 20 de julio se precipitaron 6 mm únicamente el día 17, lo cual indica que las lluvias se presentaron 7 días después de iniciada la floración, dándose un período de sequía de 16 días; posterior a la misma se precipitaron 79 mm durante 11 días; y del 1 al 15 de agosto no se dieron acumulaciones de lluvia.

La gráfica 3 de precipitación pluvial muestra que en Camotán, anterior a la época de floración en el período del 1 al 10 de julio, se precipitaron 3.3 mm el día 5; posteriormente se acumularon 25.6 mm dentro de la época de floración; y del 26 al 31 de julio se precipitaron 27 mm luego durante los siguientes 5 días se acumularon 11.9 mm de lluvia. En la localidad de San José La Arada, antes de la floración,

GRAFICA 2. Precipitación Pluvial para las localidades de Concepción Las Minas, Quezaltepeque e Ipala, 1982.

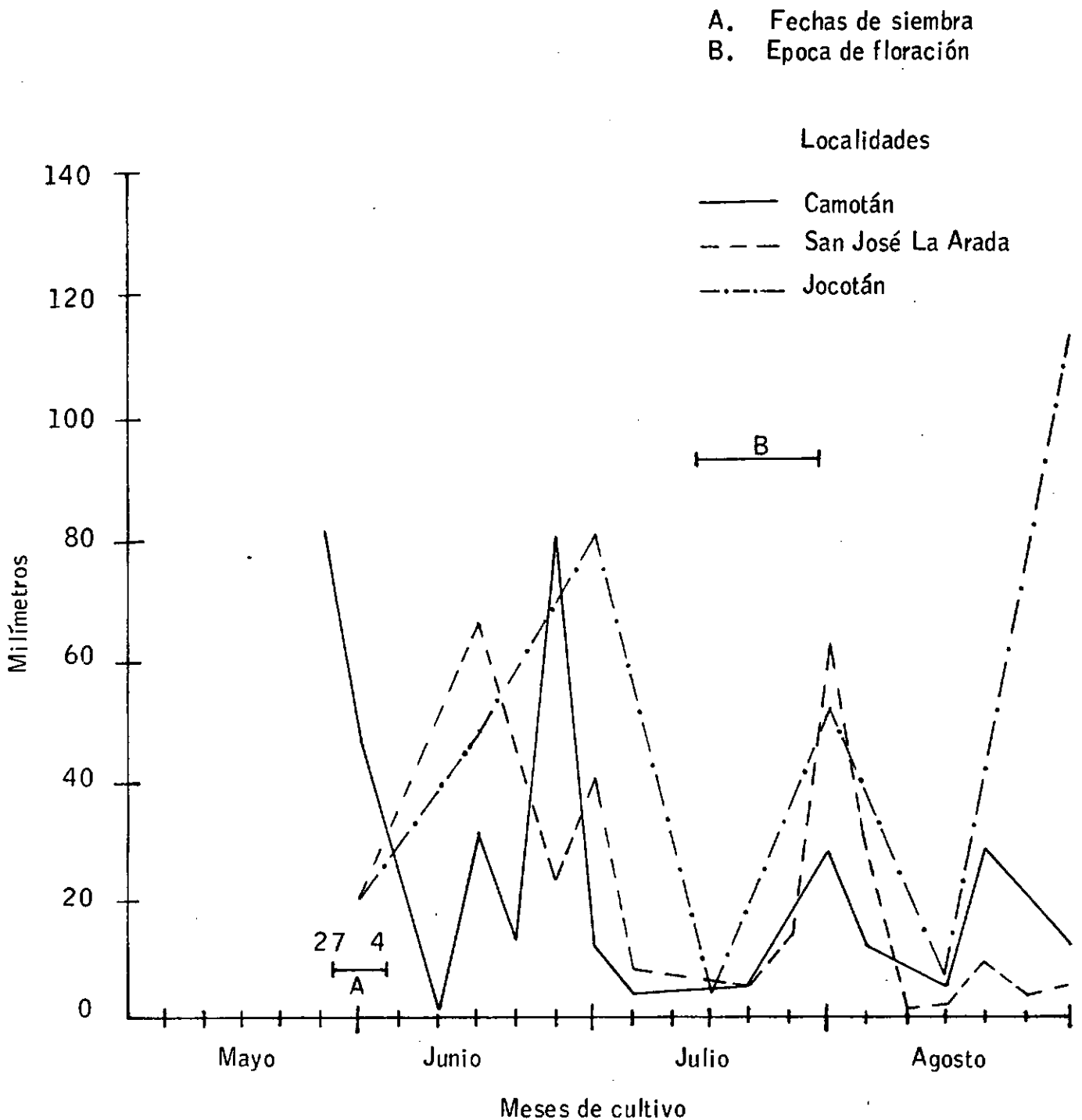


FUENTE: Registros Pluviométricos Equipo Prueba y Transferencia de Tecnología, Sub-región VII-3, ICTA, 1982.

del 1 al 20 de julio, se acumularon 13 mm de lluvia, precipitados los días 5 y 17; luego se acumularon 76 mm dentro de la época de floración y posteriormente del 1 al 15 de agosto se precipitaron 31.5 mm de lluvia. En la localidad de Jocotán antes y dentro de la época de floración se acumularon 4 mm durante los primeros 15 días de julio, posteriormente del 16 al 31 de julio se precipitaron 52 mm y del 1 al 15 de agosto se acumularon únicamente 8 mm de lluvia. Esto demuestra que durante este ciclo agrícola las lluvias fueron escasas y su distribución errática, lo que implica que los materiales evaluados fueron sometidos a una fuerte presión de sequía, principalmente durante el período anterior y dentro de la época de floración, así como también durante el llenado del grano, por lo que, se considera que las condiciones fueron apropiadas para la evaluación precocidad y/o tolerancia a sequía.

Sin embargo la drástica sequía que se presentó en la región afectó severamente el comportamiento de los materiales evaluados, especialmente en las localidades de Chiquimula y San Juan Ermita, de las cuales no se reportan datos de rendimiento. Esto puede verificarse al observar la gráfica 4 de precipitación pluvial durante los meses de cultivo, la cual demuestra que en ambas localidades la precipitación fue escasa y su distribución errática. En la localidad de Chiquimula del 30 de junio al 15 de

GRAFICA 3. Precipitación Pluvial para las localidades de Camotán, San José La Arada y Jocotán, 1982.



FUENTE: Registros Pluviométricos Equipo Prueba y Transferencia de Tecnología, Sub-región VII-3, ICTA, 1982.

Julio no hubo precipitación; en los siguientes 5 días se acumularon 18 mm; del 21 al 30 de julio se precipitaron 62 mm; pero dentro de la época de floración, como lo demuestra la gráfica 5 (precipitación pluvial diaria durante los meses críticos de julio y agosto), no se registró ninguna precipitación durante 20 días en el período del 31 de julio al 19 de agosto; posteriormente el día 20 de agosto, 9 días después de la floración llovieron 12 mm; seguido de un período de 11 días en el cual únicamente se acumularon 9 mm de lluvia.

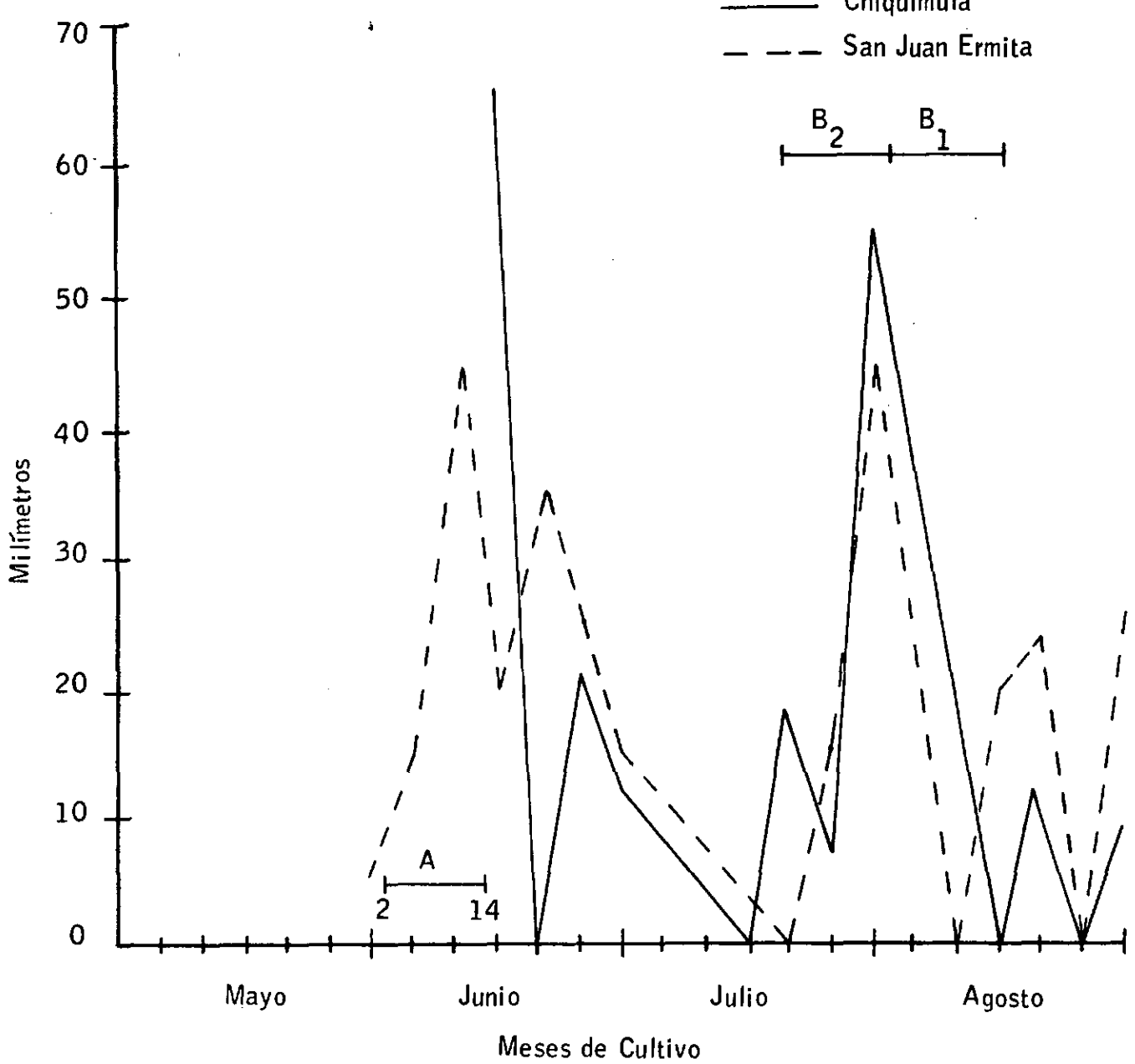
Similar situación se manifestó en la localidad de San Juan Ermita (gráfica 4), en donde se observa que las lluvias durante el mes de junio se dieron con regularidad; pero durante los meses de julio y agosto, éstas fueron escasas y mal distribuidas; ya que antes y dentro de la época de floración, se presentó un período de sequía de 24 días (del 1 al 24 de julio); lo que puede comprobarse al observar la gráfica 6 (precipitación pluvial diaria durante los meses críticos de julio y agosto); en el cual el desarrollo vegetativo de los materiales y la floración se vieron afectados; las lluvias se presentaron 6 días después de iniciada la floración, acumulándose 60 mm en un lapso de 6 días (del 25 al 31 de julio). Sin embargo los materiales no se recuperaron de los daños sufridos por la fuerte presión de sequía, de-

GRAFICA 4. Precipitación Pluvial para las localidades de Chiquimula y San Juan Ermita, 1982.

A. Fechas de siembra
 B. Epoca de floración

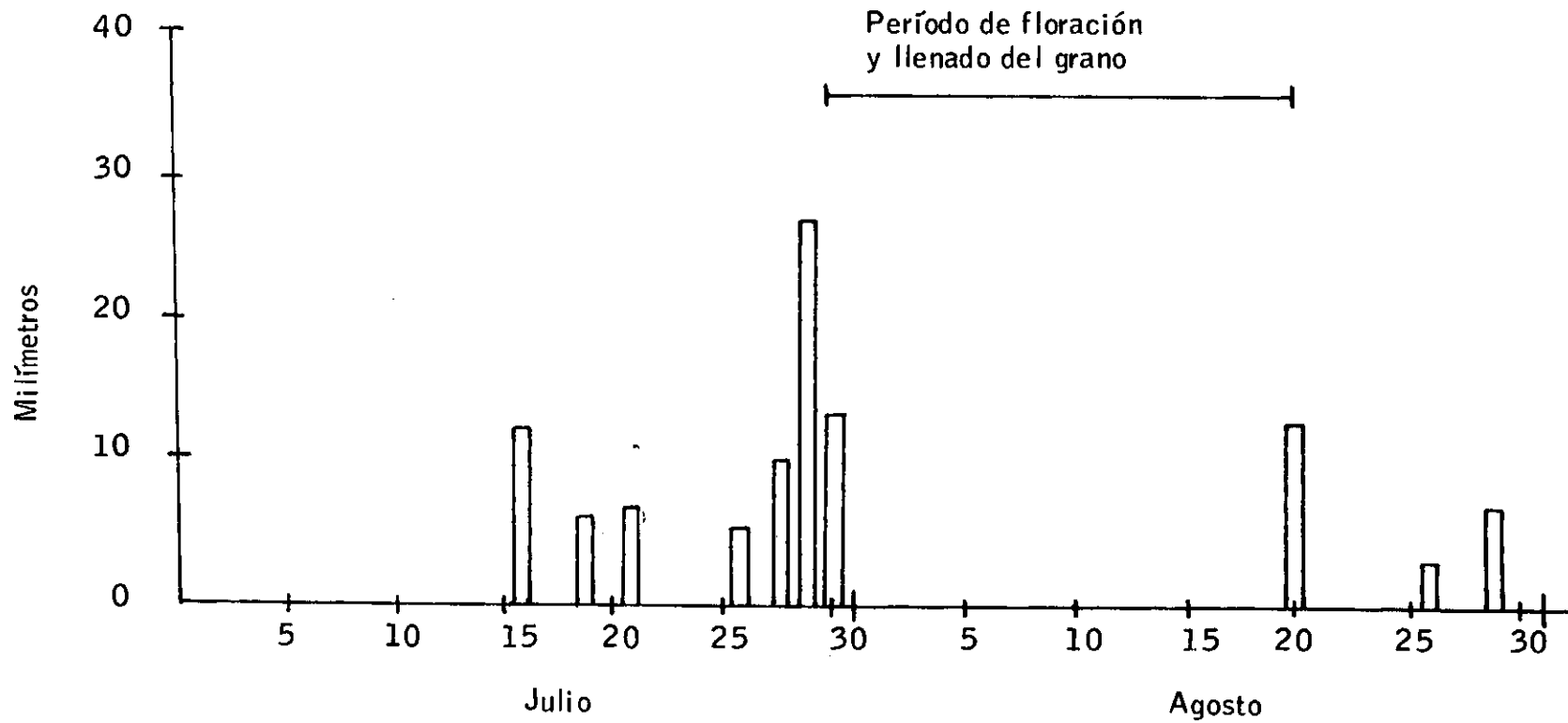
Localidades

— Chiquimula
 - - - San Juan Ermita



FUENTE: Registros Pluviométricos Equipo Prueba y Transferencia de Tecnología, Sub-región VII-3, ICTA, 1982.

GRAFICA 5. Precipitación Pluvial diaria, durante los meses de Julio y Agosto (meses críticos) para la localidad de Chiquimula, 1982.



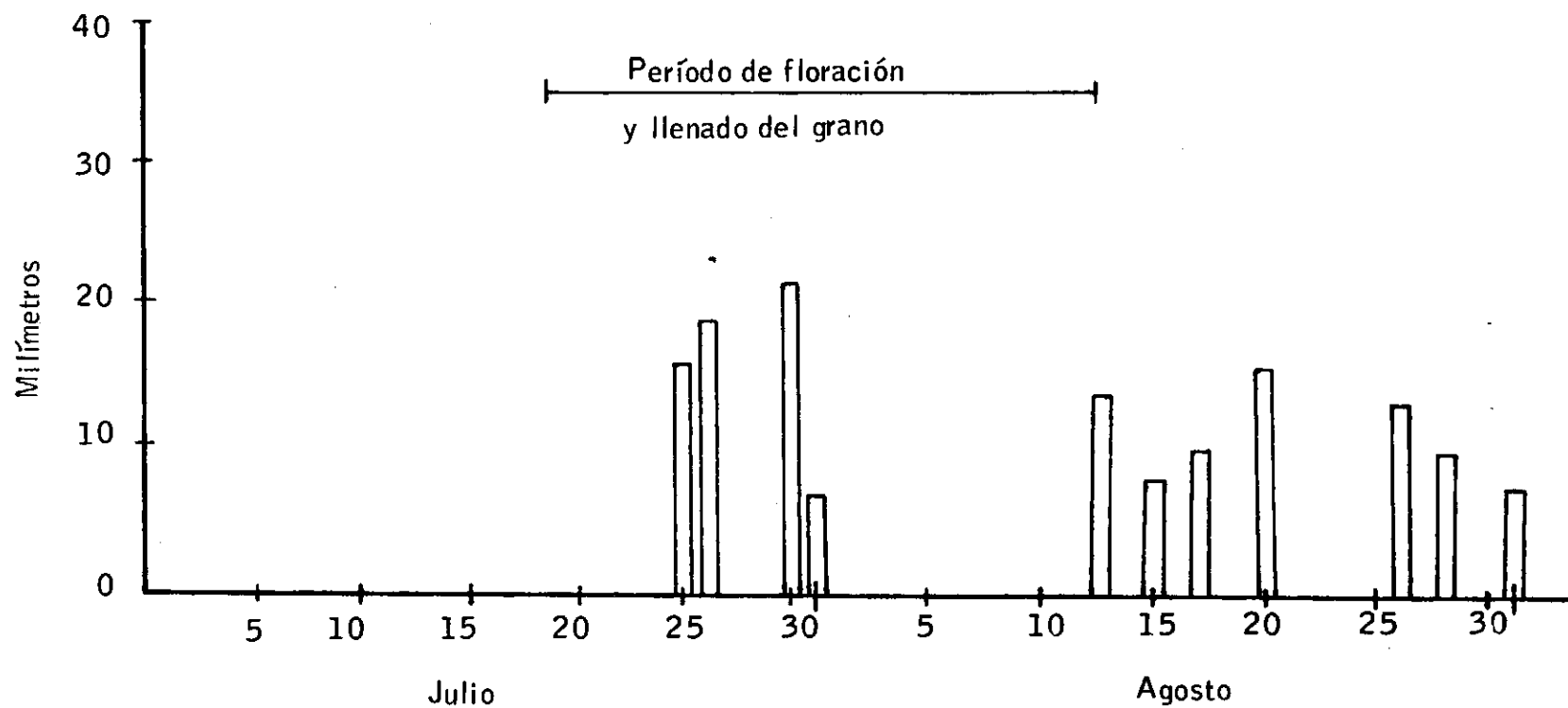
FUENTE: Registros Pluviométricos Equipo Prueba y Transferencia de Tecnología, Sub-región VII-3, ICTA, 1982.

bido a que posteriormente vino un período de sequía de 13 días (del 1 al 13 de agosto); que no permitió la formación y llenado del grano, seguidamente se acumularon 70 mm de lluvia durante 18 días (del 14 al 31 de agosto).

En el cuadro 5 se presentan los rendimientos promedios de los genotipos, a través de las 7 localidades, excepto el B-9, del cual no se reportan datos de rendimiento debido a que tuvo problemas de germinación y la población obtenida no fue representativa. Se puede observar que los rendimientos difieren a través de las localidades, obteniéndose los más altos en San Jacinto y Concepción Las Minas con valores promedios de 2.68 y 2.44 TM/ha, respectivamente. Los más bajos rendimientos se obtuvieron en Camotán variando entre 0.84 y 1.46 TM/ha y un promedio de 1.09 TM/ha; situación que se justifica al observar la gráfica 3 que demuestra que en esta localidad se presentó una fuerte presión de sequía.

También en el cuadro 5 se muestran los rendimientos promedios de las 7 localidades. Estos varían de 1.56 a 2.19 TM/ha que corresponden al híbrido HB-11 y a la variedad B-11, respectivamente.

GRAFICA 6. Precipitación Pluvial diaria, durante los meses de Julio y Agosto (meses críticos) para la localidad de San Juan Ermita, 1982.



FUENTE: Registros Pluviométricos Equipo Prueba y Transferencia de Tecnología, Sub-región VII-3, ICTA, 1982.

Los maíces híbridos HB-11 y H-3 obtuvieron los más bajos rendimientos, debido principalmente a las condiciones de humedad limitada que se presentaron este año, situación que no les permitió expresar su alto potencial genético de rendimiento.

La comparación múltiple de medias de rendimiento mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para la localidad de Jocotán, se presenta en el cuadro 6. En él puede apreciarse un grupo de 5 variedades que se comportaron estadísticamente igual, con rendimiento de 1.37 para B-1 y 1.85 para B-7, superando al criollo Arriquín y al híbrido comercial H-3 hasta en 57% y 48%, respectivamente.

En el cuadro 7 se presenta la comparación múltiple de medias de rendimiento para la localidad de San Jacinto, aquí la prueba de Tukey agrupa a 7 variedades las cuales se comportaron estadísticamente igual, incluyendo al criollo Arriquín en tercer lugar superado por Maicito y B-11 hasta en 0.40 TM/ha, lo cual representa el 13% más en rendimiento. Así también el híbrido comercial H-3 fue superado por este grupo de variedades hasta en 54% más en rendimiento.

La comparación múltiple de medias de rendimiento para la localidad de Ipala, se muestra en el cuadro 8. Aquí podemos ver un total

CUADRO 5. Rendimiento promedio de 11 variedades e híbridos blancos de maíz precoces y/o tolerantes a sequía, evaluados en 7 localidades del Departamento de Chiquimula, 1982.

Genotipo	Localidades							\bar{X} TM/ha
	Concepción Las Minas	Quezaltepeque	San José La Arada	Camotán	Jocotán	San Jacinto	Ipala	
B-3	2.20	2.89	1.51	1.04	0.99	2.42	1.50	1.79
B-5	2.85	2.11	1.92	0.90	1.45	2.92	2.21	2.05
B-11	2.65	2.21	2.22	1.05	1.40	3.21	2.61	2.19
B-15	2.93	2.00	2.26	1.22	1.62	2.81	2.44	2.18
RM-1	2.78	1.65	1.93	1.10	0.88	2.78	1.95	1.86
B-1	2.38	2.05	1.89	1.28	1.37	2.17	1.50	1.80
HB-11	2.28	1.43	1.87	1.46	1.26	2.29	1.09	1.56
H-3	1.78	1.81	1.56	0.85	1.25	2.18	1.78	1.60
Maicito	2.48	1.83	2.13	0.84	0.89	3.37	2.24	1.96
B-7	2.38	2.11	1.86	1.17	1.85	2.39	1.86	1.95
Criollo	2.13	1.67	2.57	1.06	1.18	2.97	1.94	1.93
\bar{X}	2.44	1.98	1.97	1.09	1.29	2.68	1.92	1.90

* Rendimiento de grano al 14% de humedad.

CUADRO 6. Comparación múltiple de medias de rendimiento de 11 variedades e híbridos de maíz precoces y/o tolerantes a sequía, evaluados en la localidad de Jocotán, 1982.

Genotipo	* Rendimiento Promedio TM/ha	Prueba de Túkey al 5%
B-7	1.85	
B-15	1.62	
B-5	1.45	
B-11	1.40	
B-1	1.37	
HB-11	1.26	
H-3	1.25	
Arriquín	1.18	
B-3	0.99	
Maicito	0.89	
RM-1	0.88	

* Rendimiento de grano al 14% de humedad.

CUADRO 7. Comparación múltiple de medias de rendimiento de 11 variedades e híbridos de maíz precoces y/o tolerantes a sequía, evaluados en la localidad de San Jacinto, 1982.

Genotipo	* Rendimiento Promedio TM/ha	Prueba de Tukey al 5%
Maicito	3.37	
B-11	3.20	
Arriquín	2.97	
B-5	2.92	
B-15	2.81	
RM-1	2.78	
B-3	2.42	
B-7	2.34	
HB-11	2.29	
H-3	2.19	
B-1	2.18	

* Rendimiento de grano al 14% de humedad.

de 8 materiales cuyo comportamiento estadístico fue igual, reportando rendimiento de 1.78 a 2.61 TM/ha, incluyendo al criollo Arriquín en sexto lugar, y al híbrido comercial H - 3 en octavo lugar, con el menor valor; superados por la variedad B-11 en 35 y 47% más en rendimiento, respectivamente.

El cuadro 9 ilustra el ANDEVA combinado para rendimiento de los materiales en las 7 localidades evaluadas. De las fuentes de variación: Localidades es altamente significativa, lo cual denota el comportamiento diferencial de los ambientes evaluados, que fue debido principalmente a la diferencia de precipitaciones de cada localidad; Tratamientos, por su alta significancia nos indica la variabilidad genética de los materiales y por lo tanto su comportamiento diferencial; la interacción Tratamientos x Localidades es altamente significativa, lo cual nos indica que los materiales se comportaron de manera distinta a través de las localidades evaluadas. El coeficiente de Variación fue de 23.30% el cual es aceptable, considerando las condiciones marginales en que fue evaluada la investigación.

En el cuadro 10 se presenta la comparación múltiple de medias de rendimiento para localidades, en el cual se observa que éstas formaron

CUADRO 8. Comparación múltiple de medias de rendimiento de 11 variedades e híbridos de maíz precoces y/o tolerantes a sequía, evaluados en la localidad de Ipala, 1982.

Genotipo	* Rendimiento Promedio TM/ha	Prueba de Tukey al 5%
B-11	2.61	
B-15	2.44	
Maicito	2.24	
B-5	2.21	
RM-1	1.95	
Arriquín	1.94	
B-7	1.86	
H-3	1.78	
B-1	1.50	
B-3	1.50	
HB-11	1.09	

* Rendimiento de grano al 14% de humedad.

CUADRO 9. Análisis de Varianza combinado para rendimiento de 11 variedades e híbridos blancos de maíz precoces y/o tolerantes a sequía, evaluados en siete localidades del Departamento de Chiquimula, 1982.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	F		Sig.
					0.05	0.01	
Localidades	6	91.31	5.21	78.40	2.14	2.90	* *
Tratamientos	10	11.88	1.18	6.08	1.87	2.41	* *
Trat. X Localidades	60	22.40	0.373	1.92	1.40	1.60	* *
Bloques X Localidad	21	9.55	0.454	2.34	1.62	1.97	* *
Error	210	40.79	0.194				
Total	307	195.93					
C. V. 23.30%							

tres grupos que difieren entre sí, siendo las localidades de San Jacinto y Concepción Las Minas, las que se comportaron estadísticamente igual, mostrando las más altas medias con 2.68 y 2.44 TM/ha, respectivamente.

La comparación múltiple de medias de rendimiento de 11 materiales evaluados en 7 localidades, se muestra en el cuadro 11. En él puede verse que los materiales B-11, B-15, B-5, Maicito, B-7 Criollo Arriquín y RM-1; se comportaron estadísticamente igual, reportándose éstos las medias de rendimiento más altas variando de 1.86 a 2.19 TM/ha. El criollo Arriquín fue superado por B-11, B-15, B-5, Maicito y B-7 hasta en 0.26 TM/ha, lo cual representa 13% más en rendimiento. Los híbridos HB-11 y H-3 con los más bajos rendimientos de 1.56 y 1.60 TM/ha respectivamente; fueron superados ampliamente por las variedades, lo que nos demuestra que maíces híbridos no deben utilizarse en áreas donde las condiciones de humedad óptima no pueden ser controladas, es decir, donde la precipitación pluvial puede ser escasa y su distribución errática.

La comparación múltiple de medias de rendimiento para la inter-

CUADRO 10. Comparación múltiple de medias de rendimiento para siete localidades de evaluación de 11 variedades e híbridos de maíz precoces y/o tolerantes a sequía, Chiquimula, 1982.

Localidad	* Rendimiento Promedio TM/ha	Prueba de Tukey al 5%
San Jacinto	2.68	I
Concepción Las Minas	2.44	I
Quezaltepeque	1.98	I
San José La Arada	1.97	I
Ipala	1.92	I
Jocotán	1.29	I
Camotán	1.09	I

* Rendimiento de grano al 14% de humedad.

CUADRO 11. Comparación múltiple de medias de rendimiento de 11 variedades e híbridos de maíz precoces y/o tolerantes a sequía, evaluados en siete localidades del Departamento de Chiquimula. 1982.

Genotipos	* Rendimiento Promedio TM/ha	Prueba de Tukey al 5%	% de rendimiento respecto a	
			H-3	Arriquín
B-11	2.19		137	113
B-15	2.18		136	112
B-5	2.05		128	106
Maicito	1.96		123	102
B-7	1.95		122	101
Arriquín	1.93		121	100
RM-1	1.86		116	96
B-1	1.80		113	93
B-3	1.79		112	93
H-3	1.60		100	83
HB-11	1.56		98	81

* Rendimiento de grano al 14% de humedad.

acción tratamientos x localidades puede observarse en el cuadro 12. Esta nos muestra una serie de 21 interacciones que se comportaron estadísticamente igual reportando los más altos rendimientos, variando de 2.28 a 3.37 TM/ha, correspondiendo éstos a las interacciones: HB-11/Concepción Las Minas y Maicito/ San Jacinto, respectivamente. Como puede observarse, las variedades precoces B-11 y B-15 mostraron una mejor estabilidad a través de las localidades evaluadas; la variedad criolla Arriquín mostró menos estabilidad, mientras que el híbrido comercial H-3 es aún menos estable ya que no alcanza ningún lugar en el primer grupo de la prueba de Tukey.

Las características agronómicas se ilustran en el cuadro 13, donde puede apreciarse que los materiales presentaron un rango de 47 a 58 días a la floración femenina, resultando las variedades Maicito, B-11 y B-15 ser más precoces que los demás, con 47, 49 y 50 días, respectivamente, mientras que el criollo Arriquín presentó 51 y el híbrido comercial H-3, 56 días.

Como puede observarse, los materiales precoces superaron el rendimiento de los tardíos; tales como el híbrido comercial H-3, B-3 y HB-11 que presentaron un rango entre 56 y 58 días a la floración femenina.

CUADRO 12. Comparación múltiple de medias de rendimiento para la interacción tratamientos x localidades, de 11 variedades e híbridos de maíz precoces y/o tolerantes a sequía, evaluados en 7 localidades del Departamento de Chiquimula, 1982.

Genotipo	Localidad	* Rendimiento TM/ha	Prueba de Tukey al 5%
Maicito	San Jacinto	3.37	
B-11	San Jacinto	3.21	
Criollo	San Jacinto	2.97	
B-15	Concepción Las Minas	2.93	
B-5	San Jacinto	2.92	
B-3	Quezaltepeque	2.89	
B-5	Concepción Las Minas	2.85	
B-15	San Jacinto	2.81	
RM-1	Concepción Las Minas	2.78	
RM-1	San Jacinto	2.78	
B-11	Concepción Las Minas	2.65	
B-11	Ipala	2.61	
Criollo	San José La Arada	2.57	
Maicito	Concepción Las Minas	2.48	
B-15	Ipala	2.44	
B-3	San Jacinto	2.42	
B-7	San Jacinto	2.39	
B-7	Concepción Las Minas	2.38	
B-1	Concepción Las Minas	2.38	
HB-11	San Jacinto	2.29	
HB-11	Concepción Las Minas	2.28	
B-15	San José La Arada	2.26	
Maicito	Ipala	2.24	
B-11	San José La Arada	2.22	
B-11	Quezaltepeque	2.21	
B-5	Ipala	2.21	
B-3	Concepción Las Minas	2.20	
H-3	San Jacinto	2.18	
B-1	San Jacinto	2.17	
Criollo	Concepción Las Minas	2.13	
Maicito	San José La Arada	2.13	
B-5	Quezaltepeque	2.11	
B-7	Quezaltepeque	2.11	
B-1	Quezaltepeque	2.05	

Continuación cuadro 12.

B-15	Quezaltepeque	2.00
RM-1	Ipala	1.95
Criollo	Ipala	1.94
RM-1	San José La Arada	1.93
B-5	San José La Arada	1.92
B-1	San José La Arada	1.89
HB-11	San José La Arada	1.87
B-7	San José La Arada	1.86
B-7	Ipala	1.86
B-7	Jocotán	1.85
Maicito	Quezaltepeque	1.83
H-3	Quezaltepeque	1.81
H-3	Concepción Las Minas	1.78
H-3	Ipala	1.78
Criollo	Quezaltepeque	1.67
RM-1	Quezaltepeque	1.65
B-15	Jocotán	1.62
H-3	San José La Arada	1.56
B-3	San José La Arada	1.51
B-3	Ipala	1.50
B-1	Ipala	1.50
HB-11	Camotán	1.46
B-5	Jocotán	1.45
HB-11	Quezaltepeque	1.43
B-11	Jocotán	1.40
B-1	Jocotán	1.37
B-1	Camotán	1.28
HB-11	Jocotán	1.26
H-3	Jocotán	1.25
B-15	Camotán	1.22
Criollo	Jocotán	1.18
B-7	Camotán	1.17
RM-1	Camotán	1.10
HB-11	Ipala	1.09
Criollo	Camotán	1.06
B-11	Camotán	1.05
B-3	Camotán	1.04
B-3	Jocotán	0.99
B-5	Camotán	0.90
Maicito	Jocotán	0.89
RM-1	Jocotán	0.88
H-3	Camotán	0.85
Maicito	Camotán	0.84

* Rendimiento de grano al 14% de humedad.

Los maíces criollo Arriquín y el testigo híbrido comercial H-3 alcanzaron alturas de planta de 1.84 y 1.74 metros y alturas de mazorca de 0.96 y 0.88 metros, respectivamente; siendo estos los de mayor altura, mientras que el B-11 y RM-1 alcanzaron las menores alturas de planta con 1.42 y 1.49 metros y una altura de mazorca de 0.67 y 0.78 metros, respectivamente.

Con respecto al porcentaje de punta descubierta en mazorcas, el menor índice lo presentaron los materiales: criollo Arriquín, Maicito y B-1 con 2.56, 2.63 y 2.70 por ciento, respectivamente; mientras que la variedad B-3 presentó 6.06 por ciento, siendo éste el mayor de los porcentajes. En cuanto a por ciento de mazorcas podridas, la variedad B-7 presentó el menor porcentaje con 5.56% y el RM-1 y el híbrido comercial H-3 reportaron el mayor porcentaje, siendo estos 11.11 y 9.38% respectivamente. Los materiales B-11 y B-15 ocuparon el 4o. lugar de menores porcentajes con 7.89 por ciento lo cual representa el 16% menos que el testigo comercial H-3.

CUADRO 13. Características agronómicas de 11 variedades é híbridos de maíz precoces y/o tolerantes a sequía, evaluados en siete localidades del departamento de Chiquimula, 1982.

Genotipo	Días a flor	Altura planta m	Altura mazorca m	% mazorcas descubiertas	% mazorcas podridas
B-3	57	1.51	0.74	6.06	9.09
B-5	55	1.55	0.74	5.13	7.69
B-11	49	1.42	0.67	5.26	7.89
B-15	50	1.50	0.78	5.26	7.89
RM-1	53	1.49	0.78	2.78	11.11
B-1	55	1.59	0.81	2.70	8.11
HB-11	58	1.63	0.70	6.06	6.06
H-3	56	1.74	0.88	3.13	9.38
Maicito	47	1.61	0.81	2.63	7.89
B-7	54	1.63	0.72	2.78	5.56
Arriquín	51	1.84	0.96	2.56	7.69

7. C O N C L U S I O N E S

1. El comportamiento de la precipitación pluvial durante 1982 en el departamento de Chiquimula, fue adecuada para evaluar precocidad y/o tolerancia a sequía, ya que existió una fuerte presión de ésta.
2. Los rendimientos obtenidos fueron bajos variando de 1.56 a 2.19 TM/ha, los cuales corresponden al híbrido HB-11 y a la variedad precoz B-11, respectivamente.
3. Las variedades precoces B-11 y B-15 mostraron la mayor estabilidad y los mejores rendimientos con 2.19 y 2.18 TM/ha, superando al criollo Arriquín y al testigo comercial H-3 en 13 y 37% y 12 y 36% más en rendimiento, respectivamente. Por el contrario los híbridos HB-11 y H-3 presentaron las más bajas medias de rendimiento con 1.56 y 1.60 TM/ha, respectivamente.
4. Se observaron variedades precoces tales como: B-11 y B-15, con características agronómicas deseables como: 1 a 2 días más precoces; altura de planta y mazorcas menores hasta en 0.42 y 0.29 metros, respectivamente, en relación al criollo Arriquín; los porcentajes de punta descubierta en mazorcas y mazorcas podridas son aceptables presentando 5.26 y 5.26% y 7.89 y 7.89%, respectivamente. La variedad B-5 alcanzó la floración femenina a los 55 días, mostrando buen comportamiento en condiciones de sequía drástica.

8. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda continuar la investigación en la región con los materiales precoces y/o tolerantes a sequía más prometedores, con el objeto de someter estos materiales a condiciones de humedad limitada y óptima que puedan presentarse a través de varios años y por lo tanto llegar a la selección del material o materiales que respondan mejor a ambas condiciones.
2. Para futuras investigaciones en busca de materiales precoces y/o tolerantes a sequía se recomienda excluir los maíces híbridos, por ser más exigentes a condiciones óptimas de humedad y no responder en forma aceptable a condiciones de agricultura marginal.

9. BIBLIOGRAFIA

1. AOOENBOS, J. y KASSAM, A. H. Efecto del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, 1979. pp. 107-110.
2. CORDOVA, H. y POEY, F. Evaluación de la población ICTA B-1 C₅ bajo condiciones de sequía drástica. Informe Programa de Maíz. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, 1976. pp. 69-75.
3. CRUZ, J. R. DE LA. Clasificación de zonas de vida de Guatemala basada en el sistema de clasificación de Holdridge. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, SCIDA, 1979. pp. 7-8.
4. FISCHER, K.S. Potential for genetic improvement in the performance of maize grown under limited moisture. México, International Center for Improvement Corn and Wheat Paper, 1977. p. 9.
5. GONZALEZ, V. A. Análisis cuatitativo de aperturas estomatal, rendimiento y otras variables en maíz sometido a riego y a sequía. Tesis Ing. Agr. Chapingo, México, Escuela Nacional de Agricultura, 1972. p. 108.
6. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. III Censo Agropecuario. Guatemala, 1979. s.p.

7. -----, INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. Informe Anual 1976. Programa de Producción de Maíz. Guatemala, 1976. 116 p.
8. -----, Informe Anual 1977. Programa de Producción de Maíz. Guatemala, 1977. 213 p.
9. -----, Informe Anual 1978-79. Programa de Producción de Maíz. Guatemala, 1979. pp. 109-119.
10. -----, Informe Anual 1979. Programa de Producción de Maíz. Guatemala, 1979. pp. 130-136.
11. -----, Informe Anual 1980. Programa de Producción de Maíz. Guatemala, 1980. 321 p.
12. -----, Informe Anual 1981. Programa de Producción de Maíz. Guatemala, 1981. pp. 185-190.
13. -----, Informe Anual 1981. Programa de Producción de Maíz. Subregión VII-3. Guatemala, 1981. s.p.
14. -----, INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. Diccionario geográfico de Guatemala. 2a. Ed. Guatemala, 1976. p. 739.
15. -----, INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Informes Anuales 1970-81. Departamento de Chiquimula. Guatemala, 1982. s.p.
16. HUME, D. J. y CAMPBELL, D. M. Accumulation and traslocation of soluble solids in corn stalks. Can. J. Plant. Soil 52: 363-368. 1972.

17. JOHNSON, R. M. et al. Corn Plant Maturity. I. Changes in dry matter and protein distribution in corn plants. Agron. Jour. 58: 151-153. 1966.
18. JURGENS, S. K., JOHNSON, R. R. and BAYER, J. S. Dry matter production and traslocation in maize subyeted to drought during grainfill. AGJUAT 70 (4): 668-682. 1978.
19. Mc PEARSON, H. G. and BAYER, J. S. Regulation of grain yield by photosynthesis in maize subyeted to a water deficiency. Agron. Journ. 69: 717-718. 1977.
20. MERCK, E. F. Evaluación de rendimiento y estabilidad de 17 materiales experimentales de maíz (Zea mays L.) en el Suroriente del país, Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1977. 75 p.
21. MUNOZ, O. A. Selecciones en maíz bajo sequía, riego y temporal. IN: Congreso Mexicano de Fitogenética 5° - México, 8-10. Febrero 1973. Resúmenes. México, 1973. pp. 38-39.
22. NAVARRO, A. R. Evaluación de genotipos precoces de maíz (Zea mays L.) y/o tolerantes a sequía. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1980. 42 p.
23. NULSEN, R. A. and THURTELL, G. W. Recovery of corn leaf water potential after severe water stress. AGJUAT 70 (6): 903-906. 1979.

24. OLIVET, F. J. Evaluación de genotipos de maíz (Zea Mays L.) precoces y/o tolerantes a sequía en tres fechas de siembra y tres años. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1982. 58 p.
25. OZAETA, M. y CORDOVA, H. Evaluación y selección de materiales resistentes a sequía, I. Diferentes criterios de selección. II. Híbridos precoces. En : Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios, 24a. San Salvador, El Salvador, 10-14 Julio, 1978. San Salvador, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria, 1978. pp. 18/1-7.
26. PAUL, I. Evaluación de variedades e híbridos precoces de maíz, (Zea mays L.) Seleccionados bajo condiciones de humedad limitada. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1979. 58 p.
27. SOTO, G. J., CORDOVA, H. y OZAETA, M. Evaluación de familias de maíz tolerantes a sequía bajo condiciones de humedad óptima y sequía drástica en el subtrópico seco de Guatemala. En: Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios, 28a. San José, Costa Rica, 22-26 Marzo, 1982. s.p.

Vo. Bo.

Ega Ramirez

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1543

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

"IMPRIMASE"

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'C. A. Castañeda S.'.



ING. AGR. CESAR A. CASTAÑEDA S.
D E C A N O