

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA



EVALUACION DE GENOTIPOS PRECOCES DE MAIZ

(Zea mays L.) Y/O TOLERANTES A SEQUIA

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la
FACULTAD DE AGRONOMIA
de la Universidad de San Carlos de Guatemala

POR

AMADO ROBERTO NAVARRO ALVARADO

En el acto de su investidura como
INGENIERO AGRONOMO
En el Grado Académico de
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Noviembre 1980

10. 10.
01
T(465)
C.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Rector en Funciones

LIC. ROMEO ALVARADO POLANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano
Vocal 1o.
Vocal 2o.
Vocal 3o.
Vocal 4o.
Vocal 5o.
Secretario

Dr. Antonio Sandoval Sagastume
Ing. Agr. Carlos Orlando Arjona
Ing. Agr. Salvador Castillo O.
Ing. Agr. Rudy Villatoro
Ing. Agr. Efraín Medina
Prof. Edgar Franco Rivera
Ing. Agr. Carlos N. Salcedo

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano
Examinador
Examinador
Examinador
Secretario

Dr. Antonio Sandoval Sagastume
Ing. Agr. Salvador Castillo O.
Ing. Agr. Eduardo Ibáñez
Ing. Agr. César Castañeda
Ing. Agr. Leonel Coronado

Guatemala, octubre de 1980

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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 GENOTIPOS PRECOCES DE MAIZ (Zea mays L.) Y/O TOLERANTES A SEQUIA.

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.

Atentamente,

AMADO ROBERTO NAVARRO ALVARADO

Guatemala, 8 de septiembre de 1980.

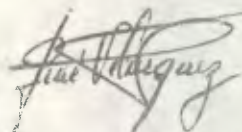
Señor Decano
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Su Despacho.

Señor Decano:

Tengo a bien dirigirme a usted para hacer de su conocimiento que atendiendo la designación que me hiciera dicho Decano, he asesorado el trabajo de Tesis del universitario Amado Roberto Navarro Alvarado, intitulado "EVALUACIÓN DE GENOTIPOS PRECOCES DE MAIZ (*Zea mays* L.) Y/O TOLERANTES A SEQUÍA".

Concluida la asesoría, considero que dicho trabajo de Tesis, constituye un valioso aporte a la agricultura nacional y al haber sido concluido reúne los requisitos para la aprobación correspondiente.

Sin otro particular, me suscribo atentamente.



Ing. R. René Velásquez Morales.

c.c.: Archivo.

SECTOR PUBLICO AGRICOLA
INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS
5a. Av. 12-31, Zona 9 - Edificio «El Cortez», 2o. y 3er. Niveles
Teléfonos 321985 - 310581 - 67935
Guatemala, C. A.

22 de septiembre de 1980

Dr. Antonio Sandoval S.,
Decano de la Facultad de Agronomía
Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Guatemala

Señor Decano:

Por este medio tengo a bien dirigirme a usted para manifestarle que de acuerdo al nombramiento recibido a asesorar la tesis titulada "EVALUACION DE GENOTIPOS PRECOCES DE MAIZ (Zea mays L.) Y/O TOLERANTES A SEQUIA", la cual fue realizada por el Ingeniero Infieri Amado Roberto Navarro Alvarado, y que después de haber concluido y analizado la he encontrado satisfactoria para llenar los requisitos exigidos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para optar el título de Ingeniero Agrónomo.

Atentamente,


Hugo S. Córdova
GENETISTA PROGRAMA DE MAIZ
Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola

HS/Crrg

ACTO QUE DEDICO

A DIOS TODOPODEROSO

A MIS PADRES

ROBERTO AMADO NAVARRO

ANITA ALVARADO DE NAVARRO

TESIS QUE DEDICO

A MI PATRIA GUATEMALA

AL INSTITUTO NACIONAL CENTRAL PARA VARONES

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

AL CAMPESINO GUATEMALTECO

AGRADECIMIENTO

A los Ings. Agrs. M.C. ROBERTO RENE VELASQUEZ y HUGO SALVADOR CORDOVA, asesores del presente trabajo, por sus acertadas observaciones y su valiosa orientación.

A los Ings. Agrs. Mario Ozaeta, Marco A. MARTINEZ y MARIO MELGAR, por la ayuda brindada en la realización del presente trabajo.

Al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA, por permitir realizar el presente estudio.

RESUMEN

En vista de que en nuestro país existen zonas donde la precipitación es errática, escasa y mal distribuida, este trabajo tiene como objetivo observar el comportamiento de variedades e híbridos precoces, seleccionados bajo condiciones de sequía, con el fin de conocer su adaptación y sensibilidad a los cambios ambientales.

Los experimentos de prueba de variedades e híbridos efectuados durante 1979 fueron llevados a cabo en 11 localidades. Debido a las condiciones de humedad que prevalecieron en este año, no permitió realmente exponer las variedades durante su floración a condiciones de humedad mínima. Por lo que no se pudo identificar genotipos resistentes y/o tolerantes a sequía.

Sin embargo, se observó que las variedades ICTA B-5, B-3, (Pre x Criollo)B5, V-3 x B-5 mostraron excelentes características agronómicas que fueron superiores al testigo (H-3), siendo iguales en rendimiento.

Las variedades Taverón x Maicito y Maicito su comportamiento fue estable y consistente.

En lo que respecta a la correlación entre días a flor se determinó que en general no existe ninguna asociación; aunque en algunas localidades sí se manifestó asociación.

La variedad (Pre x Criollo)B5 mostró la mayor eficiencia relativa (42.00 kg de grano/día), siendo ésta mayor que el testigo H-3 que obtuvo (32.90 kg de grano/día, presentando el primer mayor rendimiento y más precocidad.

CONTENIDO

	Hoja
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVO	2
3. HIPOTESIS	2
4. REVISION DE LITERATURA	3
4.1 Sequía y precocidad	3
4.2 Análisis de estabilidad	8
5. MATERIALES Y METODOS	15
5.1 Material genético	15
5.2 Diseño y parcela experimental	15
5.3 Sitios experimentales	15
5.4 Manejo del cultivo	19
5.5 Toma de datos	20
5.6 Análisis estadístico	20
5.6.1 Análisis de varianza	20
5.6.2 Análisis combinado	22
5.6.3 Análisis de estabilidad	23
5.6.4 Interpretación de los parámetros	25
6. RESULTADOS Y DISCUSION	26
6.1 Análisis de varianza individual	26
6.2 Análisis combinado de estabilidad	26
6.3 Análisis de varianza combinado	35
6.4 Prueba de Tuckey	35
6.5 Correlación simple entre rendimiento Vrs días a flor femenina	38
7. CONCLUSIONES	40
8. BIBLIOGRAFIA	41
9. APENDICE	43

INDICE DE CUADROS

No.		Hoja
1	Identificación del material genético utilizado en el presente trabajo	16
2	Características edáficas y climatológicas de las localidades donde se establecieron los ensayos, Guatemala	17
3	Distribución de precipitación de los 11 municipios donde fueron establecidos los experimentos, Guatemala.	18
4	Distribución de precipitación para el municipio de Jutiapa de 10 años	19
5	Análisis de Varianza apropiado para bloques al azar	21
6	Esquema de análisis de varianza combinado bajo un diseño de bloques al azar	23
7	Esquema del análisis de varianza apropiado para la estimación de los parámetros de estabilidad	24
8	Tabla de clasificación para interpretar parámetros	25
9	Análisis de varianza para rendimiento en grano al 15% de humedad. Guatemala	27
10	Medias de rendimiento é índices ambientales de los genotipos evaluados en las 11 localidades	28
11	Análisis de varianza para estabilidad de 12 genotipos, evaluados en 11 ambientes	29
12	Medias de rendimiento, prueba de Tuckey y parámetros de estabilidad de 12 materiales de maíz evaluados en 11 ambientes.	31
13	Comparación de medias de rendimiento y días a flor femenina de variedades tolerantes a sequía evaluadas en el año 78-79.	33
14	Medias de rendimiento de dos años de estudio, días a flor y kilogramos de grano/día, de variedades tolerantes a sequía	34
15	Análisis combinado para días a flor femenina de 12 materiales de maíz evaluados	36
16	Medias de días a flor femenina, prueba de Tuckey y rendimiento	37

17	Coeficiente de correlación entre rendimiento y días a floración femenina de 12 materiales	39
----	---	----

ANEXO

1	Fechas de siembra y cosecha de las 11 localidades donde fueron evaluados los 12 genotipos de maíz. Guatemala, 1979	1
2	Rendimientos y características agronómicas de materiales precoces de maíz, evaluados en 11 ambientes. Guatemala, 1979.	2

1. INTRODUCCION

En Guatemala la alimentación se basa en pocos cereales, siendo el maíz (Zea mays L.) el alimento básico en la dieta de la mayoría de los guatemaltecos, principalmente en el área rural.

A pesar de ser un cultivo de suma importancia en la alimentación humana, los rendimientos que actualmente se obtienen son bajos, debido a varias causas; dentro de las cuales destaca el uso y manejo inadecuado de variedades para cada región.

Existen en nuestro país condiciones climatológicas y edáficas contrastantes que hacen necesaria la formación y promoción de variedades e híbridos adecuados, tendientes a resolver la problemática del cultivo en cada región. En el Oriente y Nororiente de Guatemala la principal limitante para el desarrollo del cultivo es la escasa y mala distribución de las lluvias.

Actualmente los fitomejoradores han hecho esfuerzos para obtener materiales genéticos que satisfagan las características antes mencionadas. En Guatemala el Programa de Maíz del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA, ha formado un grupo de variedades experimentales para utilizarse en estas regiones del país, donde se encuentran condiciones climatológicas adversas en lo referente a humedad.

Sin embargo antes de que éstas sean recomendadas para su uso comercial, se hace necesario observar su comportamiento en diferentes localidades; por tal motivo, se plantea la presente investigación con el siguiente objetivo e hipótesis.

2. OBJETIVO

- 2.1 Observar el comportamiento de variedades e híbridos precoces, seleccionados bajo condiciones de sequía, con el fin de conocer su adaptación y sensibilidad a los cambios ambientales.

3. HIPOTESIS

- 3.1 Entre los genotipos evaluados existen algunos que responden favorablemente a las condiciones adversas de humedad.

4. REVISION DE LITERATURA

4.1 SEQUIA Y PRECOCIDAD

Robins y Domingo citados por González (1972), determinaron que es esencial la humedad durante la floración para obtener un máximo rendimiento, pues la deficiencia en ese período causa una reducción irreversible en el rendimiento.

Johnson et al, Daynard et al, Hume et al citados por Paul (1978), han demostrado que los tallos de maíz a menudo pierden materia seca a medida que el grano madura, particularmente cuando el ambiente resulta desfavorable (sequía extrema) durante el período de secado de grano.

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

González (1972), evaluó en México variedades de maíz bajo riego, sequía y otras variables. Y determinó 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 que la disminución del rendimiento por efecto de la sequía, varían de acuerdo con el genotipo, hechos que 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 riego como en la condición de sequía, a fin de detectar aquellos genotipos que puedan dar buen rendimiento en años de buen temporal y en años de temporal con fuerte canícula.

Muñoz (1972), efectuó estudios en México sobre los factores genéticos del rendimiento por separado al seleccionar bajo sequía. Y determinó que las selecciones hechas bajo sequía mostraron ganancias en rendimiento, no así en las selecciones bajo riego.

Córdova y Poey (1976), evaluaron en el Suroriente de Guatemala, bajo condiciones de sequía drástica 250 familias de la población ICTA B-1 C4, cuyo origen proviene de la raza Tuxpeño. La media de la población fue de 1872 Kg/ha, mientras que el rendimiento de las 10 mejores familias fue 3190 Kg/ha. Indican que el mayor rendimiento logrado con las familias seleccionadas puede explicarse en base a mecanismo de la planta para contrarestar o escapar a la sequía.

Cole y Seiler (1977), evaluaron 19 variedades para determinar el efecto de sequía, variedad y edad de la hoja sobre el tamaño de la hoja y densidad de las hojas en remolacha. Reportando que todos los parámetros fueron afectados por la sequía y edad de la hoja. No detectaron diferencias significativas entre variedades, excepto para longitud de hoja y ninguna de las interacciones edad x variedad fueron significativas. Debido a la sequía se redujo el tamaño de la hoja.

Estos datos confirman resultados anteriores donde se re-

porta que los parámetros de las hojas son poco afectadas por diferencias genéticas; mientras que el tiempo de iniciación y factores ambientales determinan sustancialmente el tamaño de la hoja y peso específico de la hoja de remolacha.

Cutler et al (1977), investigaron las respuestas del algodón a deficiencias de agua en tratar de encontrar adaptaciones fisiológicas que reduzcan el efecto de sequía. Observando que plantas expuestas a repetidas deficiencias de agua se adaptaron a condiciones de sequía y sus estomas no cerraban a presiones de deficiencia de -30 BARS. Y también que las hojas de las plantas adaptadas poseían células más pequeñas y pared celular más gruesa en comparación con la de los testigos que no expresaron esta característica. Debido a esto las plantas adaptadas perdieron menor agua por decremento unitario en el potencial de la hoja.

Hanson et al (1977), evaluaron en centeno dos variedades; una adaptada a la sequía y una susceptible, sometiendo a presiones de sequía durante el desarrollo del cultivo; encontrando que las hojas que estaban sujetas a sequía mostraron una muerte más rápida en las hojas, debido a la disminución del status del agua.

Determinando que niveles muy altos de prolina (75 Moles/hoja) fueron síntomas de un déficit interno de agua, concluyendo que altos niveles de acumulación de prolina no existe correlación positiva con resistencia a sequía, pero pueden caracterizar plantas sensibles a sequía.

Eck y Musick (1977), determinaron patrones de concentración y acumulación de nutrimentos y materia seca con o sin presión de sequía. Las presiones de sequía redujeron la con-

centración de nitrógeno y fósforo en las hojas, aumentándose en el tallo y panículas. En las plántulas sin presión de sequía la acumulación de materia seca procedió a paso continuo a partir de los 40 días post-siembra hasta alcanzar la madurez fisiológica. Detectando que períodos de 10 ó 12 días no afectaron el rendimiento de grano, pero períodos de 24 días en el estado de bota o a principios de la floración, redujeron el rendimiento en un 27%. Sin embargo, períodos de 24 días que comienzan al inicio del llenado del grano sólo redujeron el rendimiento en un 12%.

Mc Pherson y Bayer citados por Paul (1978), estudiaron el rendimiento de grano en maíz por medio de la fotosíntesis bajo condiciones de humedad diferente y concluyeron: que la traslocación de nutrientes se inhibe menos que la fotosíntesis durante períodos prolongados de sequía; en tanto que la acumulación total de fotosíntesis logra controlar el rendimiento y hacer que el proceso de floración no se interrumpa. Pero para que la traslocación continúe siempre, dependerá de la acumulación de fotosintatos antes del llenado del grano.

Fisher citado por Paul (1978), evaluó 85 familias del onceavo ciclo de selección para rendimiento y altura de planta de la población Tuxpeño-1, bajo tres condiciones diferentes de riego: riego ilimitado, intermedio y sequía severa en tres repeticiones. La media de rendimiento de las familias seleccionadas fue 6.1, 4.4 y 1.5 Ton/ha para los tres niveles que se probaron respectivamente. Al hacer el análisis se demostró que sí existía varianza genética para rendimiento de grano en los tres niveles, y que el comportamiento de algunas familias difiere entre niveles de humedad. Para condiciones de sequía drástica existen genotipos superiores, mientras que las selecciones hechas bajo condiciones de humedad ilimitada

no todas se comportaron mejor que la media de la población bajo sequía.

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

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

Paul (1978), evaluó 18 variedades e híbridos sembrados en tres fechas y en tres localidades diferentes. Y observó que los materiales seleccionados por su resistencia a sequía fueron los que mostraron los mejores rendimientos, bajo condiciones de humedad mínima. El rendimiento promedio de las tres fechas fue 4.19 Ton/ha, dato que es superior al citado por Poey y Córdova (1976) de materiales evaluados bajo condiciones de sequía de 3.19 Ton/ha. Comprobó que un maíz con menos días a maduración fisiológica, con relación a los tradicionales bajo condiciones de humedad mínima, obtuvieron un mayor rendimiento.

Nulsen y Thurtell (1979), dicen que el re-establecimiento 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 se disminuye, entonces la producción de la planta puede ser incrementada. Observando 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 sometían a presiones por abajo de -11 BARS, el tiempo de recuperación osciló entre 95 y 300 minutos.

Según Fisher, citado por Paul (1978), la resistencia o tolerancia a la sequía parte de las siguientes posibilidades:

1. Mecanismo fisiológico o morfológico de la planta.
2. Caracteres génicos que dan a la planta resistencia a sequía.

4.2 ANALISIS DE ESTABILIDAD

La amplia variación ambiental y cultural que existe en muchos países de América Latina, hacen necesaria la obtención de variedades de maíz, dentro de una región ecológica y socialmente definida, a la mayor parte de las situaciones que se presentan en estos continentes (Márquez y Córdova, 1977).

Cuando varios genotipos se evalúan en diferentes localidades por varios años, las estimas de los componentes de varianza proveen la información de la importancia relativa de la interacción genotipo x localidad, genotipo x año y genotipo x localidad x año. La prueba de comportamiento de variedades cuando se analizan de la manera convencional ofrecen la información sobre la interacción genotipo-ambiente, pero no dan una idea de la estabilidad de las variedades evaluadas. (Córdova y otros, 1977).

De ahí, que el análisis de estabilidad utilizado, es un buen instrumento en la identificación de germoplasma de gran potencial para los programas de mejoramiento. En base a la interpretación de los parámetros de estabilidad, según Carballó y Marquéz citado por Paul (1978), se clasifica a una variedad como "estable" cuando su coeficiente de regresión (B) es igual a 1 y su desviación de regresión igual a 0; además por tener una alta media de rendimiento en relación con el resto de variedades.

Lerner citado por Córdova (1978), llama "homeostasis genética" a la capacidad de una población para mantener su frecuencia génica en una situación óptima de valor adaptativo, y asocia la uniformidad fenotípica a través de los ambientes con una mayor heterocigocidad.

Sprague y Jamkins (1943) y Allard (1961), citados por Paul (1978) coinciden en que la mayor diversidad genética (cruzas simples en maíz por ejemplo), dota a las plantaciones de mayor estabilidad que las hace idóneas para utilizarse también en ambientes desfavorables. Mejía, citado por Paul (1978), encontró en híbridos con el mismo grado de heterocigocidad, diferencias en su estabilidad descartando a la heterocigocidad como causa única para explicar la homeostasis.

Allard y Bradshaw citados por Córdova (1978), describen dos formas a través de las cuales una variedad puede exhibir estabilidad: amortiguamiento poblacional; la variedad puede estar constituida de varios genotipos, cada uno adaptado a un rango de ambientes un tanto diferente y Amortiguamiento individual; los individuos mismos pueden tener también amortiguamiento, de manera que cada miembro de la población esté

bien adaptado a un amplio rango de condiciones ambientales. De esta forma, las poblaciones genéticas homogéneas: homocigóticas o heterocigóticas (líneas puras y cruza simples, respectivamente), dependerán obviamente del amortiguamiento individual para tener una producción estable, mientras que tanto el amortiguamiento individual como el poblacional podrán estar presentes en poblaciones heterogéneas.

Smith et al, usando los parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell citado por Córdova (1978), encontraron coeficientes de regresión mayores que 1 en genotipos de soya de alto rendimiento y viceversa.

Russell y Eberhart también citados por Córdova (1978), al comparar líneas endogámicas de maíz prolíficas con sus cruza simples, encontraron que los genotipos no prolíficos fueron los que midieron menos en ambientes pobres y los que más alto rendimiento tuvieron en ambientes favorables, sucediendo lo contrario con los genotipos prolíficos.

Eberhart y Russell citados por Córdova (1978), postulan que aunque la estabilidad de una cruza doble proviene de la mezcla de genotipos también parece ser que está bajo control genético; o sea que ciertos genotipos pueden mostrar mayor estabilidad que otros, de manera que pueden obtenerse cruza simples genéticamente estables de mayor rendimiento que las cruza dobles. En su investigación encontraron dichas cruza simples tan estables como cualquier cruza doble, sugiriendo que, puesto que las cruza simples difieren en su habilidad de respuestas a condiciones ambientales más favorables, la suma de cuadrados de desviaciones de regresión parecería ser el parámetro más importante, y que es probable que estén involucrados en esa estabilidad todos los tipos de acción génica.

Martínez et al citados por Paul (1978), estudiaron la estabilidad de dos variedades de maíz y sus progenies F_1 , F_2 y F_4 . La mayor adaptabilidad fue demostrada por F_1 y la menor F_4 , sugiriendo los autores el uso de poblaciones heterocigóticas y heterogéneas para reducir el valor de la interacción genotipo-ambiente.

Carballo y Márquez citados por Córdova (1978), en su trabajo sobre estimación de parámetros de estabilidad en variedades de maíz, hacen notar que en el grupo de variedades de alto rendimiento, los coeficientes de regresión (B) no difieren mucho de 1 o son superiores a éste; en tanto que el grupo de bajo rendimiento, los coeficientes (B) no difieren de 1 o son inferiores a este valor.

Con respecto al parámetro S^2_d , en el grupo bajo, 9 de 16 estimaciones (56%) son estadísticamente significativas, mientras que en el grupo alto sólo lo son 5 de 16 (31%).

Reich y Atkins citados por Córdova (1978), estudiaron en sorgo el comportamiento de líneas y de híbridos, y de mezclas de pares de líneas y de híbridos en 9 ambientes, durante dos años. Sus resultados indicaron mayor "estabilidad", según la definición de Eberhart y Russell (1956), en las mezclas de híbridos ($B = 0.96$), las que también tuvieron las mayores medias y ocuparon el segundo lugar en cuanto a más bajas desviaciones de regresión.

En las otras poblaciones, para rendimiento, siguieron a las mezclas de híbridos, los híbridos, las mezclas de líneas y las líneas; para el coeficiente B sólo el de las mezclas de líneas, difirió de 1 significativamente ($B = 1.09$); y para las

desviaciones de regresión fueron más bajas también en las mezclas de líneas, luego en las líneas y por último en los híbridos. Su conclusión principal fue que las mezclas de líneas fueron las poblaciones más "estables" de las estudiadas.

Mejía citado por Córdova (1978), evaluó 5 mestizos del tipo línea x H-28 y el híbrido H-28 en 10 ambientes, resultantes de combinar varias localidades durante 3 años. En sus resultados se ve que la asociación sugerida por Carballo y Márquez (1970) entre medias y coeficientes B, también está presente, si bien no se estimó la correlación estadística.

Jowett citado por Córdova (1978), estimó en sorgo de grano los parámetros de estabilidad en líneas, cruza simple y cruza de 3 líneas.

Encontró menor estabilidad en las líneas y no encontró diferencias entre los dos tipos de cruza. Como este autor usó el término "estabilidad"; según Eberhart y Russell (1966), en realidad tuvo mayor estabilidad en las líneas ($B = 0.81$) y menor en los dos tipos de híbridos ($B = 1.09$ para las cruza de 3 líneas y $B = 1.11$ para la cruz simple).

Baihaki et al citados por Córdova (1978), evaluaron 44 líneas y 4 cultivos de soya durante 3 años en dos localidades. De la interacción genotipo x ambiente local, aproximadamente el 50%, al 25% fueron contribuidas por los grupos de bajo, medio y alto rendimiento, respectivamente. En relación al coeficiente de regresión B, el valor promedio de los grupos de rendimiento alto y medio no difirieron entre sí, pero ambos fueron superiores al respectivo valor del grupo bajo. El promedio de B del grupo alto fue significativamente menor que 1. Los promedios de las desviaciones de regresión (S^2_d)

no difirieron significativamente entre sí. Por otra parte, la regresión significativa de B sobre las medias de las líneas indicó "que el tamaño de los parámetros de regresión está relacionado linealmente con las medias de las líneas". Concluyen que en general, el grupo de rendimiento medio fue el más "estable", y el rendimiento bajo el menos "estable" es el original de Eberhart y Russell (1966); de acuerdo con las aclaraciones que hemos hecho sobre este concepto, en realidad el grupo medio resultó sensible y el grupo bajo subsensible o el más estable.

Merck (1977), menciona que los híbridos y variedades que responden mejor en ambientes favorables no se comportan así en ambientes desfavorables, por lo que concluyen que: los híbridos HB-17, HA-22, H-5 y la variedad B-3 é ICTA A-2 responden mejor en ambientes desfavorables dando una respuesta consistente. Debido a que llevan condicionados genes tolerantes a sequía siendo su respuesta por lo tanto buena en esos ambientes. Mientras que los híbridos T-101, HB-19, HA-24, HA-28, responden mejor en ambientes favorables, dando una respuesta consistente ya que éstos fueron creados bajo condiciones de ambientes favorables, por lo que su respuesta es buena en estos ambientes. Además indica que los criollos de la región responden mejor en ambientes desfavorables, aunque su respuesta es inconsistente y su rendimiento promedio fue el más bajo. Según el análisis de estabilidad este autor indica que la variedad ICTA B-3 puede sustituir a ICTA B-1 y a criollos en el Oriente del país, ya que fue creada para condiciones de sequía.

Dardón y Córdova citados por Paul (1978), estimaron parámetros de estabilidad en el comportamiento de variedades de maíz (Zea mays L.) en la zona baja en Guatemala, para va-

riedades experimentales se obtuvieron los siguientes resultados: TCB 11 superó a los criollos con 54% de rendimiento, fue 30 centímetros más bajo y tuvo 14% menos de acame, sus parámetros de estabilidad la clasifica como una variedad que posee buena respuesta a todos los ambientes.

TCA-24 fue el mejor híbrido amarillo, superó a los criollos en 1.4 Ton/ha, y al X-304 en 280 Kg/ha, habiendo sido clasificado como una variedad estable. En las variedades comerciales, el T-101 superó a las variedades criollas con rendimientos de 1.4 Ton/ha y su comportamiento fue sobresaliente en la mayoría de las localidades donde fue evaluado, responde relativamente mejor en ambientes favorables (bi 1).

La Máquina 7422, al ser una variedad estable ofrece a los agricultores menor riesgo en su producción, aunque su rendimiento fue similar al H-5, las características agronómicas fueron superiores y rindió 700 Kg más que los criollos.

5. MATERIALES Y METODOS

5.1 MATERIAL GENETICO

Se evaluaron 12 variedades e híbridos de maíz de grano blanco, cuyo origen se describe en el Cuadro 1.

5.2 DISEÑO Y PARCELA EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Para todas las variedades la parcela experimental estuvo constituida por cuatro surcos de 5.00 metros de largo y 0.90 metros de ancho. Cada tratamiento ocupó un área de 18.00 metros cuadrados. La parcela neta a cosechar fueron los dos surcos centrales (9.90 mts^2).

5.3 SITIOS EXPERIMENTALES

Los genotipos fueron evaluados en 11 localidades diferentes y cuyas características edáficas y climatológicas se detallan en el Cuadro 2 y 3. Además, 10 de estos genotipos en estudio fueron evaluados en seis ambientes diferentes en el año de 1978; localizadas en el departamento de Jutiapa (3) y El Salvador, C.A. (3). Observando que la precipitación pluvial para el departamento de Jutiapa es errática, según se detalla en el Cuadro 4.

CUADRO 1. Identificación del material genético utilizado en el presente trabajo

Genealogía	Origen	Precodidad
(Pre x Criollo) B5 B-7	1a. Retrocruza de Precoces x Criollo hacia B-5	Intermedia
V-3 x B-5	1a. Retrocruza V-3 x B-5	Tardía
ICTA B-3	Proviene de las 10 mejores familias de ICTA B-1 seleccionadas para tolerancia y rendimiento	Tardía
Taverón	Variedad criolla, proviene del CENTA, El Salvador	Precoz
Arriquín	Variedad criolla de Oriente de Guatemala	Intermedia
ICTA B-5	Variedad de polinización libre, formada con los segregantes blancos de una población precoz amarilla	Intermedia
Maicito	Variedad criolla de polinización libre, proviene del CENTA, El Salvador	Precoz
Taverón x Maicito	Cruza intervarietal	Precoz
Taverón x Cincuentaño	Cruza intervarietal	Precoz
H-3	Híbrido de cruza doble, formado de cuatro líneas endogámicas de origen diferente. Proviene del CENTA, El Salvador	Intermedia
Cincuentaño	Variedad criolla. Proviene del CENTA. El Salvador	Precoz
Zanzareño	Variedad criolla. Proviene del CENTA, El Salvador	Precoz

CUADRO 2. Características edáficas y climatológicas de las localidades donde se establecieron los ensayos. Guatemala, 1979

Municipios	Altura mts s.n.m.	Preci- pitación $\bar{x}$ Anual mm	Tempe- ratura $\bar{x}$ Anual °C	Textura
Chiquimulilla	710	2835.0	--	Franco Arcilloso
Pasaco	15	1935.0	--	Arcilloso
Teculután	---	976.1	27	Franco Arcillo-are- noso
Estanzuela	210	756.3	27	Franco Arcilloso
Gualán	129	777.8	27	Franco Arenoso
Fragua	210	756.3	27	Franco Arenoso
Asunción Mita	478	1357.0	27	Arcilloso
Tempisque	890	991.6	24	Franco Arcilloso
Comunes	980	1103.3	23	Franco Arcilloso
Jocote	980	1103.3	23	Franco Arcillo-are- noso
Matilisquate	900	1320.0	22	Franco Arcilloso

CUADRO 3. Distribución de precipitación de los 11 municipios donde fueron establecidos los experimentos. Guatemala, 1979

(m.m. de lluvia)

Localidad	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep- tiembre	Octubre	Noviem- bre	Total
Chiquimulilla	-----	200.5	578.5	286.25	559.25	632.0	578.75	-----	2835.0
Pasaco	-----	95.0	473.71	186.94	442.72	410.98	278.39	47.0	1935.0
Teculután	142.0	122.9	143.9	176.5	188.5	202.2	-----	9.1	976.1
Estanzuela	90.0	76.5	83.1	143.8	139.3	188.8	28.8	-----	756.3
Gualán	69.0	55.7	106.0	175.6	371.5	-----	-----	-----	777.8
Fragua	90.0	76.5	83.1	143.8	139.3	188.8	28.8	-----	756.3
Asunción Mita	86.7	144.5	187.7	186.0	186.2	257.8	167.7	140.4	1357.0
Tempisque	94.7	77.0	120.6	165.9	170.2	214.6	148.6	-----	991.6
Comunes	63.0	85.8	172.9	138.5	189.7	297.3	140.1	16.0	1103.3
Jocote	63.0	85.8	172.9	138.5	189.7	297.3	140.1	16.0	1103.3
Matilisguate	39.0	193.0	240.0	220.0	209.0	261.0	158.0	-----	1320.0

FUENTE: Boletines Meteorológicos INSIVUMEH.

CUADRO 4. Distribución de precipitación para el municipio de Jutiapa de 10 años (mm.)

Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
44.4	152.6	253.3	166.3*	173.2	258.8

* Julio, mes crítico.

En el mes de julio de 1978 la precipitación fue de 38 mm; notándose la escasa precipitación que prevaleció.

FUENTE: (17)

5.4 MANEJO DEL CULTIVO

La fertilización de nitrógeno se hizo en dos aplicaciones a razón de 75 Kg/ha, usando como fuente Urea. Mientras que para el fósforo se aplicó 40 Kg/ha al momento de la siembra.

Para el control de insectos del suelo y del follaje se usaron productos comerciales en las dosis recomendadas. Las fechas de siembra y cosecha varían para cada localidad según se presenta en el Cuadro 1 del apéndice.

5.5 TOMA DE DATOS

1. Días a flor. Se consideró cuando se presentó el 50 % de la inflorescencia femenina.
2. Altura de Planta. Se muestrearon 10 plantas por parcela; midiendo la distancia desde el suelo a la base de la inflorescencia masculina.
3. Altura de la mazorca. Se tomó una muestra de 10 plantas por parcela, midiendo la distancia del suelo al nudo de la mazorca más alta.
4. Acame de raíz y tallo. El primer dato se consideró cuando la planta presentó una inclinación de 30° con respecto a la vertical. Sin embargo, el otro se tomó por el número de tallos quebrados bajo la mazorca.
5. Rendimiento por parcela. En el momento de la cosecha se tomó el peso de la mazorca de todas las plantas existentes en cada parcela neta.
6. Peso de olote por muestra. Se tomaron cinco mazoreas al azar y se pesó el olote con el objeto de conocer el % de desgrane.

5.6 ANALISIS ESTADISTICO

5.6.1 Análisis de Varianza

Se efectuó un análisis de varianza para rendimiento de cada ambiente. El modelo del diseño de bloques al azar, con

el cual se realizó el análisis fue el siguiente:

$$X_{ij} = U + V_i + R_j + E_{ij}$$

En donde:

$i = 1, 2, \dots, V$

$V = 12$ variedades

$j = 1, 2, \dots, r$

$r = 4$ repeticiones

X_{ij} Es el valor del carácter estudiado de la parcela con i -ésimo tratamiento en la j -ésima repetición

U Es la media general del carácter medido

V_i Es el efecto de la i -ésima variedad

R_j Es el efecto de la j -ésima repetición

E_{ij} Efectos aleatorios asociados a la ij -ésima observación

En el Cuadro 5 se presenta el análisis efectuado.

CUADRO 5. Análisis de varianza apropiada para bloques al azar

Fuente de Variación	G.L.	Esperanza de C.M.
Repeticiones	$(r-1)$	
Variedades	$(V-1)$	$\sigma_e^2 + r \frac{(\sum v_i^2)}{V-1}$
Error	$(r-1)(V-1)$	σ_e^2
Total	$(rV-1)$	

$r =$ Repeticiones

$V =$ Variedades

$e =$ error

5.6.2 Análisis Combinado

Para determinar con mayor exactitud el comportamiento de días a flor del material evaluado en las distintas localidades, donde se montaron los diferentes ensayos. Se realizó bajo el diseño de bloques al azar, cuyo modelo de efectos aleatorios es el siguiente.

$$X_{ijk} = \mu + V_i + LK + (VL)_{ik} + R_j(K) + E_{ijk}$$

X_{ijk} Es el valor del carácter estudiado de la parcela, con la i -ésima variedad en la j -ésima repetición y en la K -ésima localidad

μ Es la media general del carácter

V_i Es el efecto de la i -ésima variedad

LK Es el efecto de la K -ésima localidad

$R_j(K)$ Es el efecto de la j -ésima repetición dentro de la K -ésima localidad

$(VL)_{ik}$ Es el efecto de la ik -ésima observación asociada a la interacción, variedad x localidad.

E_{ijk} Efecto aleatorio asociado a la ijk -ésima observación

$i = 1.2.....v; \quad v = \text{variedades}$

$j = 1.2.....r; \quad r = \text{repeticiones}$

$K = 1.2.....k; \quad k = \text{localidad}$

$L = 1.2.....R; \quad R = \text{Rendimiento}$

En el Cuadro 6 se presenta el esquema del análisis de varianza combinado.

CUADRO 6. Esquema del análisis de varianza combinado bajo un diseño de bloques al azar

Fuente de Variación	G.L.	Esperanza de Cuadrados Medios
Localidad	(L-1)	
Rep. (Loc)	L(r-1)	
Variedad	(V-1)	$\sigma_e^2 + r\sigma_{VL}^2 + r'L \frac{(\sum V_i^2)}{V-1}$
Var x Loc	(v-1) (L-1)	$\sigma_e^2 + r\sigma_{VL}^2$
Error	L(r-1) (v-1)	σ_e^2

r = repeticiones

v = variedades

e = error

5.6.3 Análisis de Estabilidad

Se efectuó para evaluar el comportamiento de las distintas variedades, bajo ambientes diferentes. El modelo matemático propuesto por Eberhard y Russell (1966), para estimar estos parámetros es el siguiente:

$$Y_{ij} = U_i + B_i I_j + S_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} Es la media varietal de la i-ésima variedad en el j-ésimo ambiente.

U_i Es la media de la i-ésima variedad sobre todos los ambientes.

B_i Es el coeficiente de regresión que mide la respuesta de la i-ésima variedad de diferentes ambientes.

S_{ij} Es la desviación de regresión de la i-ésima variedad en el j-ésimo ambiente.

I_j Es el índice ambiental obtenido de substraer el rendimiento promedio de todas las variedades en todos los ambientes del rendimiento promedio de todas las variedades en un ambiente particular.

CUADRO 7. Esquema del análisis de varianza apropiado para la estimación de los parámetros de estabilidad (b_i y Sd_i^2)

Fuentes de Variación	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio
Total	$nv-1$	$\sum_i \sum_j Y_{ij}^2 - F_6$	CM_1
Variedades (V)	$v-1$ $n-1$	$\frac{1}{n} \sum_i Y_i^2 - F_6$	
Ambientes (A)	$(V-1)(N-1)$	$\sum_i \sum_j Y_{ij}^2 - Y_i^2/n$	
Ambiente (LINEAL)	1	$\frac{1}{V} (\sum_j Y_j I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
V x A (Lineal)	$V-1$	$\sum_i (\sum_j Y_{ij} I_j)^2 / \sum_j I_j^2 - SCA(LIN)$	CM_2
Desviaciones Ponderadas	$V(N-2)$	$\sum_i \sum_j d_{ij}^2$	CM_3
Variedad 1	$(N-2)$	$(\sum_i Y_{ij}^2 - \frac{(Y_i)^2}{n}) - (\sum_j Y_{ij} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
Variedad V	$N-2$	$(\sum_j Y_{Vj}^2 - \frac{Y_i^2}{n}) - (\sum_j Y_{Vj} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
Error Ponderado	$N(R-1)(V-1)$		

n = ambientes

v = variedades

Y_i = Es la media varietal en la i -ésima variedad

Y_j = Es la media varietal en la j -ésima repetición

Y_{ij} = Es la media varietal en la i -ésima variedad en el j -ésimo ambiente

5.6.4 Interpretación de los Parámetros

Para una mejor interpretación de los parámetros se hace uso de la tabla de clasificación propuesta por Carballo y Márquez, que se presenta en el Cuadro 8, quienes en función de los diferentes valores que pueden tomar los coeficientes de regresión y las desviaciones de la regresión clasifican a las variedades de esta manera.

CUADRO 8. Tabla de clasificación para interpretar parámetros

Categoría	Coefficiente de Regresión	Desviaciones de Regresión	Descripción
a)	$b_i = 1$	$S_{di}^2 = 0$	Variedad estable
b)	$b_i = 1$	$S_{di}^2 > 0$	Buena respuesta en todos los ambientes, inconsistente
c)	$b_i < 1$	$S_{di}^2 = 0$	Responde mejor en ambientes desfavorables, consistente
d)	$b_i < 1$	$S_{di}^2 > 0$	Responde mejor en ambientes desfavorables, inconsistente
e)	$b_i > 1$	$S_{di}^2 = 0$	Responde mejor en buenos ambientes, consistente
f)	$b_i > 1$	$S_{di}^2 > 0$	Responde mejor en buenos ambientes, inconsistente

6. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1 ANALISIS DE VARIANZA INDIVIDUAL

El Cuadro 9, muestra los análisis de varianza para rendimiento, de las 11 localidades en estudio. En tres de las localidades no hubo diferencia estadística. Sin embargo, en siete de ellas existió diferencias altamente significativas a excepción de la localidad El Jocote (Quezada) que fue significativa entre variedades. Esto indica que en la mayoría de los ambientes las variedades responden en diferente magnitud. Nótese que en las localidades con alturas de 890-980 mts s.n.m., no hubo diferencias entre variedades.

Los coeficientes de variación de los 11 ambientes en forma individual son relativamente bajos; lo cual da confiabilidad a los resultados de esta investigación, oscilando entre 12 y 27.85%.

6.2 ANALISIS COMBINADO DE ESTABILIDAD

En el Cuadro 10, se presentan las medias de rendimiento por ambiente; así como los índices ambientales, en donde se observan valores de -0.81 a 1.78 Ton/ha para El Jocote (Quezada)(2) y Gualán (Zacapa) (8), respectivamente. Esto indica que hubo oportunidad de muestrear ambientes ricos y pobres. La variación de las medias de rendimiento por localidad (2.1 hasta 4.7), nos indican la fuerte interacción genética ambiental de los genotipos en estudio.

En el Cuadro 11, se presenta el ANDEVA de estabilidad en donde puede verse existió una fuerte interacción genotipo ambiente; indicando que hubo un comportamiento diferencial

CUADRO 9. ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTOS EN GRANO AL 15% DE HUMEDAD
DE 11 EXPERIMENTOS, REALIZADOS EN GUATEMALA. 1979

Fuente Variación	L O C A L I D A D E S										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Variedad	1.23 NS	2.12 *	1.4217 NS	1.118 NS	2.96 **	20.47 **	4.523 **	12.38 **	6.07 **	12.61 **	3.96 **
Repeticiones	5.68 **	3.03 *	2.8297 NS	3.68 *	0.05 NS	0.51 NS	14.65 **	0.89 NS	0.95 NS	2.43 NS	1.16 NS
Error	0.301	0.368	0.329	0.474	0.391	0.19	0.2307	0.33	0.15	0.115	0.85
C. V.	2.0	27.85	24.71	19.67	20.85	14.00	14.00	12.00	18.00	12.00	22.00

NS = NO SIGNIFICATIVO

* = SIGNIFICATIVO AL 5%

** = SIGNIFICATIVO AL 1%

CUADRO 10. Medias de rendimiento e índices ambientales de los genotipos evaluados en las 11 localidades.

GENEALOGIA	-----L O C A L I D A D E S -----											$\bar{x}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
(Pre x Criollo)B5	2873	2479	2771	3406	3119	3745	3945	4776	2379	3038	2945	3225
V-3 x V5	3141	2992	2766	2859	3758	4137	4623	6204	2623	3591	2250	3540
ICTA B-3	2149	2081	2357	3830	3981	3907	4115	5602	2972	3864	3205	3460
Taverón	2404	2127	1614	3072	2080	1949	2589	4111	1802	1936	1670	2305
Arriquín	2550	1833	2126	3503	2392	2564	2737	4314	1959	2705	2401	2644
ICTA B-5	2461	1971	2519	3931	3149	3713	4441	5144	2207	2927	3250	3247
Maicito	2620	2698	2142	3534	3030	3359	3364	4548	1870	2496	2189	2900
Taverón x Maicito	2732	1928	2302	4059	2867	2936	3361	4944	2132	2990	2374	2965
Taverón x Cincuentaño	2981	2301	2166	3491	3134	2427	2972	4093	2707	2853	1934	2824
H-3	2950	1482	2476	3380	2807	5272	5222	6530	2530	3200	3383	3566
Cincuentaño	2977	2193	1989	3123	3238	2113	2316	3279	1558	1878	1605	2388
Zanzareño	2382	1794	2670	3797	2481	2406	2796	3405	1435	2286	2089	2504
Y.j	2.685	2.156	2.324	3.503	3.00	3.211	3.54	4.745	2.181	2.814	2.441	
I.j	-0.279	-0.81	-0.64	0.54	0.04	0.25	0.58	1.78	-0.78	-0.15	-0.52	

Y.j = Promedio ambiental.

I.j = Índice ambiental.

CUADRO 11. Análisis de varianza para estabilidad de 12 genotipos, evaluados en 11 ambientes. Guatemala, 1979

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t 1%	Sig.
Total	131	121.4	0.926			
Variedades (V)	11	24.12	2.19	CM ₁	12.48	2.40
Ambiente (A)	10	97.30	9.73			**
V x A	110					
Amb (LINEAL)	1	0.5				
V x A (LINEAL)	11	77.88	7.08	CM ₂	40.00	2.40
Desviaciones Ponderadas	108	18.98	0.18	CM ₃		**
Var. 1	9	0.24	0.027	0.33	2.46	N.S.
2	9	2.84	0.315	3.89	2.46	**
3	9	2.10	0.233	2.88	2.46	**
4	9	1.07	0.118	1.47	2.46	N.S.
5	9	0.57	0.063	0.78	2.46	N.S.
6	9	1.03	0.114	1.41	2.46	N.S.
7	9	0.57	0.063	0.78	2.46	N.S.
8	9	0.40	0.044	0.55	2.46	N.S.
9	9	1.16	0.129	1.59	2.46	N.S.
10	9	4.93	0.548	6.76	2.46	**
11	9	2.35	0.261	3.22	2.46	**
12	9	1.71	0.190	2.34	2.46	*
Error Ponderado	363		0.081			

MDS = 0.394

C.V. = 9.60

relativo entre variedades de acuerdo a los ambientes. Para variedades se encontró alta significancia; lo que era de esperarse, dado que el origen genético de los materiales es distinto. El porcentaje de ambientes pobres y ricos fue de 54 y 46%, respectivamente.

El Cuadro 12, nos muestra las medias de rendimiento, la prueba de Tuckey y parámetros de estabilidad de los 12 materiales evaluados.

Al efectuar la prueba de Tuckey entre medias de rendimiento, seis de las variedades resultaron sobresalientes e iguales estadísticamente al 5% de probabilidad, con rendimientos entre 3.5 - 2.9 Ton/ha. Siendo estos los siguientes: H-3, V-3 x B-5, ICTA B-3, ICTA B-5, (Pre x Criollo)B5, Taverón x Maicito; superando al Taverón con rendimientos hasta de 1.2 y 0.7 Ton/ha.

Las variedades que responden a ambientes favorables como desfavorables en forma consistente son: ICTA B-5, (Pre x Criollo)B5 y Taverón x Maicito, con rendimientos similares al H-3. El coeficiente de regresión de éste fue significativamente diferente de 1 y desviación de regresión diferente de cero; que lo hace aparecer como un híbrido inestable e inconsistente.

De acuerdo a la clasificación propuesta por Carballo y Márquez (1970), se determinó que la variedad Taverón x Maicito es una variedad estable y consistente con $b_i = 1.12$ y $Sd_i^2 = 0.04$. También la variedad Maicito se comportó como estable y consistente aunque su rendimiento es diferente al H-3.

CUADRO 12. Medias de rendimiento, prueba de Tukey y parámetros de estabilidad de 12 materiales de maíz evaluados en 11 ambientes, Guatemala, 1979

Genealogía	Rendimiento Ton/Ha	Coeficiente de Reg. Bi	Desviaciones Reg. Sdi ²
H-3	3.566	1.71 **	0.466 **
V-3 x B-5	3.540	1.29 *	2.234 **
ICTA B-3	3.460	1.22 N.S.	0.154 **
ICTA B-5	3.247	1.21 N.S.	0.033 N.S.
(Pre x Criollo)B5	3.225	0.89 N.S.	0.054 N.S.
Taverón x Maicito	2.965	1.12 N.S.	0.04 N.S.
Maicito	2.900	0.96 N.S.	0.017 N.S.
Taverón x Cincuentaño	2.824	0.68 *	0.048 N.S.
Arriquín	2.644	0.87 N.S.	0.018 N.S.
Zanzareño	2.504	0.69 *	0.109 *
Cincuentaño	2.388	0.56 *	0.180 **
Taverón	2.305	0.86 N.S.	0.038 N.S.

Dentro de una misma barra, indica que no difieren estadísticamente una de otra al 5% de probabilidad.

Sin embargo debe considerarse que la precipitación pluvial en este ciclo agrícola no fue muy apropiado para evaluar resistencia a sequía, en donde el híbrido H-3 no tuvo limitaciones para expresar su rendimiento sin deficiencias de humedad y posiblemente si hubiera existido una escasa y/o mala distribución de las lluvias los materiales que se han seleccionado para resistencia a sequía lo hubieran superado.

En 1978 se evaluaron 10 de estos genotipos, los cuales se presentan en el Cuadro 13, con datos para los dos años y en el Cuadro 14, el comportamiento promedio de los dos ciclos. Puede apreciarse que en 1978 los nueve materiales seleccionados por su resistencia o tolerancia a sequía que coincidieron en los dos ciclos tienen una media de rendimiento superior al H-3. Debido a que en este ciclo sí se presentaron condiciones de humedad limitada. En los datos promedio de las dos localidades se identifican cuatro genotipos, tales como: V-3 x B-5, (Pre x Criollo)B₅, ICTA B-3, ICTA B-5, con rendimientos superiores al H-3.

Además en el Cuadro 14, se presenta la eficiencia relativa de los materiales en estudio; y una forma de medir ésta es relacionar la cantidad de grano/día producida durante el período en que el cultivo permanece en el campo, en este estudio se realizó el presente análisis combinando los datos de rendimiento de 1978-1979 de 17 localidades. Estos resultados muestran que la variedad (Pre x Criollo)B₅ fue la que obtuvo la mayor eficiencia relativa (42.00 Kg de grano/día), siendo ésta mayor que el testigo H-3 que produjo (32.90 Kg de grano/día); presentando el primero mayor rendimiento y más precocidad, lo cual asegura menor riesgo para el agricultor que lo cultive. Dentro de las variedades precoces Taverón x Maicito mostró

CUADRO 13. Comparación de medias de rendimiento y días a flor femenina de variedades tolerantes a sequía evaluadas en el año 1978 - 1979

Genealogía	1978		1979	
	Rendimiento Ton/ha	Días a flor fe- menina	Rendimiento Ton/ha	Días a flor fe- menina
(Pre x Criollo)B5	5.22 (1)	57	3.22 (5)	54
V-3 x B-5	5.20 (2)	60	3.54 (2)	56
ICTA B-3	4.66 (3)	64	3.46 (3)	57
ICTA B-5	4.56 (4)	59	2.30 (10)	50
Taverón x Maicito	4.24 (5)	51	3.25 (4)	54
Taverón x Cincuentaño	4.19 (6)	48	2.90 (7)	49
Maicito	4.18 (7)	51	2.96 (6)	49
Taverón	3.93 (8)	53	2.82 (8)	49
Cincuentaño	3.77 (9)	47	2.38 (9)	45
H-3	3.68 (10)	61	3.56 (1)	56

CUADRO 14. Medias de rendimiento de dos años de estudio, kilogramos de grano/día, días a flor y cosecha de variedades tolerantes a sequía evaluadas en el año 78-79.

Genealogía	Rendimiento Ton/ha	Días a flor fe- menina	Días a Cose- cha	Kg de Grano/día
V-3 x B-5	4.37	58	110	39.72
(Pre x Criollo)B5	4.22	55	100	42.20
ICTA B-3	3.83	60	110	34.81
ICTA B-5	3.90	56	110	35.45
H-3	3.64	58	110	32.90
Taverón x Maicito	3.60	50	90	40.00
Maicito	3.54	50	90	39.33
Taverón x Cincuentaño	3.50	48	88	39.77
Taverón	3.11	51	90	34.55
Cincuentaño	3.07	46	86	35.70

la mejor eficiencia relativa (39.77 Kg de grano/día) con un rendimiento de 3.50 Ton/ha; similar al rendimiento promedio del H-3 pero con un período vegetativo de 88 días, comparado con 110 días del H-3, lo cual asegura una producción óptima bajo condiciones de precipitación errática.

El ICTA B-3 y el ICTA B-5 presentan una eficiencia relativa intermedia de 34.81 y 35.45 Kg de grano/día respectivamente, y con rendimientos de 3.83 y 3.90 Ton/ha superiores al rendimiento promedio del H-3 y períodos vegetativos iguales al H-3.

6.3 ANÁLISIS DE VARIANZA COMBINADO

Puede observarse en el Cuadro 15, que hay diferencias altamente significativas entre variedades, debido a que su origen genético es distinto. Para Var x Loc se encontró alta significancia, indicando que su comportamiento fue diferente entre variedades de acuerdo a los ambientes.

6.4 PRUEBA DE TUKEY

En base a esto se efectuó la prueba de Tukey que se presenta en el Cuadro 16. Comparando los rendimientos con días a flor puede verse (Cuadro 16) que en general los genotipos significativamente superiores en rendimiento son los que se presentan (Cuadro 12) como significativamente más tardíos. Lo deseable sería identificar genotipos precoces y rendidores; con esta característica únicamente puede distinguirse Taverón x Maicito que a pesar de encontrarse en el grupo significativa-

CUADRO 15. Análisis combinado para días a flor femenina de 12 materiales de maíz evaluados. Guatemala, 1979

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F Cal	F Tab
Localidad	9	9065.2	1007.24	380.78	**
Reps (Loc)	30	9249.6	308.24	116.56	**
Variedades	11	6347.7	577.06	218.15	**
VAR X LOC	99	2501.4	25.77	9.55	**
Error	330	872.9	2.64		
Total	479				

** Significativo al 1%.

N.S. No Significativo.

CUADRO 16. Medias de días a flor femenina, prueba de Tuckey y rendimiento de 12 materiales de maíz evaluados en 10 ambientes. Guatemala, 1979

Genealogía	Días a flor Femenina	Rendi- miento Kg/ha
ICTA B-3	57	3460
V-3 x B-5	56	3540
H-3	56	3566
Arriquín	55	2644
(Pre x Criollo)B5	54	3225
ICTA B-5	54	3247
Zanzareño	50	2504
Taverón	49	2305
Taverón x Cincuentaño	49	2824
Taverón x Maicito	49	2965
Maicito	49	2900
Cincuentaño	45	2388

Dentro de una misma barra, indica que no difieren estadísticamente una de otra al 5% de probabilidad.

mente con menos días a floración aparece (Cuadro 14) donde el grupo significativamente superior en rendimiento y que reúne dos características importantes que desean conjuntarse; considerando que esta cruz resultó ser estable y consistente en su rendimiento en las 11 localidades evaluadas.

6.5 CORRELACION SIMPLE ENTRE RENDIMIENTO VRS DIAS A FLOR FEMENINA

Puede verse en el Cuadro 17, que 10 de las localidades evaluadas, solamente en seis ambientes existió correlación positiva, en las cuatro localidades restantes no hubo correlación; debido a la altura sobre el nivel del mar o a la variación tan enorme en los datos de floración. Es de hacer mención que solamente 10 localidades se evaluaron ya que en la localidad de Matilisquate (Jutiapa), se perdieron los datos de floración.

Al hacer el análisis total de los 10 ambientes, se tuvo una correlación de (-0.06679); lo que nos indica que entre días a flor femenina y rendimiento, no existe ninguna asociación; siendo estos valores independientes.

Según González (1977), dice que los días a floración no tienen relación con el rendimiento de maíz bajo sequía, como lo indica la ausencia de correlación entre días a floración y el rendimiento. Los resultados anteriores pueden interpretarse como que ambos caracteres (Rendimiento y días a flor) están gobernados por sistemas genéticos diferentes.

CUADRO 17. Coeficiente de correlación entre rendimiento y días a floración femenina de 12 materiales

Localidad	Rendimiento Vrs D.F.
Quezada (Jocote)	0.0319
Quezada (Comunes)	0.0298
Jutiapa (Tempisque Agua Blanca)	-0.0370
Jutiapa (Asunción Mita)	0.1084
Zacapa (Estanzuela)	0.5151 (*)
Zacapa (Teculután)	0.6369 (*)
Zacapa (Gualán)	0.5950 (*)
Chiquimulilla (Santa Rosa)	0.3428 (*)
Pasaco (Jutiapa)	0.5582 (*)
Zacapa (Fragua)	0.5554 (*)
Correlación General de 10 ambientes	-0.06679 (N.S.)

NOTA: Valor significativo por ser mayor o igual (* -1.96), de acuerdo con la prueba de T.

7. CONCLUSIONES

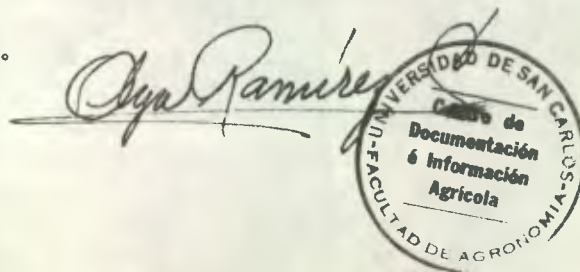
1. Debido a que las condiciones de humedad que se presentaron en el año de 1979 fueron buenas, no se observó si materiales seleccionados para resistencia a sequía mostraban mejor respuesta bajo condiciones de humedad mínima.
2. Las variedades ICTA B-5, B-3, (Pre x Criollo)B5, V-3 x B-5 mostraron excelentes características agronómicas superiores que el 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 (Pre x Criollo)B5, mostró la mayor eficiencia relativa de (42.00 Kg de grano/día), siendo superior al testigo H-3 (32.90 Kg de grano/día). La variedad Taverón x Cincuentaño fue la más eficiente de las variedades precoces superando al testigo.

8. BIBLIOGRAFIA

1. BRAUER, O. Fitogenética aplicada. México, Limusa-Wiley, 1969. pp. 38-388.
2. COCHRAN, W. G. y COX, G. M. Diseños experimentales. México, Trillas, 1974. pp. 132-145.
3. COLE, D. F. and SEILER, G. J. Effect of cultivar, moisture stress, and leaf age on several leaf parameters of sugarbeet (Beta vulgaris L.) leaves. In American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of América. Agronomy Abstracts. 1977 Annual meeting. Los Angeles, California 13-18 Noviembre 1977. Los Angeles, American Society of Agronomy, 1977. p. 82.
4. CORDOVA, H.S. Uso de parámetros de estabilidad para evaluar el comportamiento de variedades. Guatemala, ICTA, 1978. 35 p.
5. ----- y POEY, F. Evaluación de la población ICTA B-1 C5 bajo condiciones de sequía drástica. Informe Programa de Maíz, Guatemala, ICTA, 1976. pp. 69-75.
6. ----- Evaluación y selección de materiales tolerantes a sequía. Informe Anual 1977. Programa de Maíz. Guatemala, ICTA, 1977. pp. 95-105.
7. CUTLER, J., RAINS, D.W. and LOOMIS, R. S. Manifestation of drought adaptation in cotton. In American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of América. Agronomy Abstracts. 1977 Annual meeting. Los Angeles, California 13-18 Noviembre 1977. Los Angeles, American Society of Agronomy, 1977. p 83.
8. ECK, H. V. and MUSICK, J. T. Plant water stress effects on nutrient concentration, nutrient accumulation, and yield of irrigated grain sorghum. In American Society of Agronomy, Crop Science Society of América, Soil Science Society of America. Agronomy Abstracts. 1977 Annual meeting. Los Angeles, California 13-18 Noviembre 1977. Los Angeles, American Society of Agronomy, 1977. p 83.

9. GONZALEZ, E. Estudio preliminar del comportamiento de variedades precoces de maíz bajo condiciones de temporal de los valles altos de México. Chapingo, México, Escuela Nacional de Agricultura, 1973. 108 p.
10. GONZALEZ, V.A. Análisis cuantitativo de apertura 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.
11. HANSON, A. D., REDERSEN, A. R. and EVERSON, E. H. Evaluation of proline accumulation as an index of drought-resistance in Barley. In American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of América. Agronomy Abstracts. 1977 Annual meeting. Los Angeles, California 13-18 Noviembre 1977. Los Angeles, American Society of Agronomy, 1977. p 85.
12. JURGENS, S. K., JOHNSON, R. R. and BAYER, J. S. Dry matter production and translocation in maize subjected to drought during grainfill. AGJUAT 70(4): 768-682. 1978.
13. MERCK, E.F. Evaluación de rendimiento y estabilidad de 17 materiales experimentales de maíz (Zea mays L.) en el Suroriente del país, Jutiapa, 1977. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1977. 75 p.
14. MUÑOZ, O. A. Selecciones en maíz bajo sequía, riego y temporal. In Congreso Mexicano de Fitogenética 5o. México, 8-10 Febrero 1973. Resúmenes. México, 1973. pp 38-39.
15. -----, MARQUEZ, F. y ORTIZ, J. Estudio preliminar sobre un método de selección para resistencia a sequía en maíz. Agrociencia, No. 11: 15-27. 1973.
16. NULSEN, R. A. and THURTELL, G. W. Recovery of corn leaf water potential after severe water stress. - AGJUAT 70(6): 903-906. 1979.
17. PAUL, I. Evaluación de variedades e híbridos precoces (Zea mays L.) seleccionados bajo condiciones limitadas de humedad. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1978. 57 p.

Vo. Bo.



A P E N D I C E

CUADRO No. 1:

Fechas de cosecha y siembra
de 12 genotipos de maíz.

CUADRO No. 2:

Rendimiento y características
agronómicas de materiales
precoces de maíz.

CUADRO 1. Fechas de siembra y cosecha de las 11 localidades donde fueron evaluados los 12 genotipos de maíz. Guatemala. 1979

Localidad	Municipio	Departamento	Siembra	Cosecha
1	Matilisguate	Jutiapa	30-V -79	24-X -79
2	El Jocote Quezada	Jutiapa	2 -V -79	15-X -79
3	Los Comunes Quezada	Jutiapa	29-V -79	29-X -79
4	Tempisque Agua Blanca	Jutiapa	2-VI-79	24-X -79
5	Asunción Mita	Jutiapa	5-VI-79	2-X -79
6	Estanzuela	Zacapa	29-V -79	23-X -79
7	Teculután	Zacapa	8-VI-79	14-X -79
8	Gualán	Zacapa	18-VI-79	10-X -79
9	Chiquimulilla	Sta. Rosa	15-V -79	8-X -79
10	Pasaco	Jutiapa	23-V-79	6-XI-79
11	Fragua	Zacapa	19-V -79	9-X -79

CUADRO 2. Rendimiento y características agronómicas de materiales precoces de maíz, evaluados en 11 ambientes. Guatemala, 1979

Genealogía	Días a Flor	Rendi- miento Ton/ha	Altura Planta cms	% Mazorca	
				Descu- bierta	Podri- da
(Pre x Criollo)B5	54	3.22	178	3.3	15
V-3 x B-5	56	3.54	194	5.6	12
ICTA B-3	57	3.46	177	3.3	13
Taverón	49	2.30	197	3.4	18
Arriquín	55	2.64	226	2.9	13
ICTA B-5	54	3.24	195	4.0	15
Maicito	49	2.90	205	3.8	12
Taverón x Maicito	48	2.96	194	2.9	14
Taverón x Cincuentaño	49	2.82	190	2.8	14
H-3	55	3.56	217	1.9	10
Cincuentaño	45	2.38	174	2.9	14
Zanzareño	50	2.50	200	2.9	19

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

"IMPRIMASE"



ING. AGR. CARLOS ORLANDO ARJONA
DECANO EN FUNCIONES