

01  
T (380)  
c. 3

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**Rector**

**Lic. Saúl Osorio Paz**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**Decano  
Vocal 1o.  
Vocal 2o.  
Vocal 3o.  
Vocal 4o.  
Vocal 5o.  
Secretario a. i.**

**Ing. Agr. Rodolfo D. Estrada G.  
Ing. Agr. Rodolfo D. Estrada G.  
Dr. Antonio Sandoval S.  
Ing. Agr. Sergio Mollinedo B.  
Br. Juan Miguel Irías  
P. A. Giovanni Reyes  
Ing. Agr. Oscar González**

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN  
GENERAL PRIVADO**

**Decano  
Examinador  
Examinador  
Examinador  
Secretario**

**Ing. Agr. Rodolfo D. Estrada G.  
Dr. Antonio Sandoval S.  
Ing. Agr. MSc. Carlos H. Aguirre  
Ing. Agr. Gilberto Santamaría  
Ing. Agr. Leonel Coronado C.**

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

Guatemala, 22 de Diciembre de 1978.

Señor Decano de la  
Facultad de Agronomía  
Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.  
Su Despacho

Señor Decano:

Tengo el honor de dirigirme a Ud. para hacer de su conocimiento, que atendiendo la designación que ese Decanato me hiciera, he asesorado al universitario Emilio F. Merck C., para la elaboración de su trabajo de tesis intitulado: EVA—LUACION DE RENDIMIENTO Y ESTABILIDAD DE 17 VARIEDADES EXPERIMENTALES DE MAIZ (*Zea mays* L.), EN EL DEPARTAMENTO DE JUTIAPA, como requisito final para optar el título de Ingeniero Agrónomo.

Finalmente concluída la asesoría requerida, informo a usted que considero la tesis calificada para merecer la aprobación de la Honorable Junta Directiva de la Facultad, pues constituye una importante aportación al conocimiento, en bien de la Agricultura Nacional.

Reiterando las muestras de mi consideración,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Agr. Otto Francisco Dardón Cruz

Asesor

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia 039/2/79.

Asunto .....

Guatemala, febrero 27 de 1979.

Señor Decano de la  
Facultad de Agronomía  
Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.  
Presente.

Señor Decano:

Atentamente me dirijo a usted para comunicarle que de acuerdo con disposición del Decanato, he asesorado al estudiante Emilio F. Merck C. en el desarrollo de su trabajo de tesis titulado "EVALUACION DE RENDIMIENTO Y ESTABILIDAD DE 17 MATERIALES EXPERIMENTALES DE MAIZ (Zea mays L), bajo condiciones del sur oriente DEL PAIS. JUTIAPA 1,977".

Concluido el trabajo y efectuada su revisión, no me resta más que solicitar su aprobación para que sea publicado.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. MSc. Carlos H. Aguirre C.  
Director Depto. de Horticuultura.

ASESOR



CHAC/rcdem.

**A C T O   Q U E   D E D I C O**

**A LA MADRE NATURALEZA:**

Suprema creación, fuente inagotable de vida

**A MIS PADRES:**

María Cos  
Enrique Merck G.

Por sus esfuerzos y dedicación  
he logrado lo que soy

**A MI ABUELITA:**

Cruz Cos  
Agradecimiento eterno

**A MI ESPOSA:**

Dely B. de Merck  
Con todo mi amor

**A MI HIJITA:**

Emily Johana  
Con ternura y cariño

**A MIS HERMANOS:**

Juan  
Enrique  
José Antonio  
Nury  
Kirsten

**A MIS TIOS**

**A Don Rafael Barrera, Sra. y familia.**

Con todo respeto.

**A MIS AMIGOS**

## **TESIS QUE DEDICO**

- A: LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS**
  
- A: MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION  
DE BACHILLERES**
  
- AL: PERSONAL TECNICO Y ADMINISTRATIVO DEL CENTRO  
DE PRODUCCION AGRICOLA DE ORIENTE, JUTIAPA,  
ICTA.**
  
- A: MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO DEL ICTA.**
  
- A: MIS ASESORES**
  
- A: MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION DE LA FACULTAD  
DE AGRONOMIA**
  
- AL: AGRICULTOR DE JUTIAPA**

## AGRADECIMIENTO

Quiero dejar constancia de mi agradecimiento a las siguientes personas y entidades que de una u otra forma me prestaron colaboración en la realización del presente trabajo de tesis:

- A:** Ings. Agrs. Mario R. Ozaeta M., Otto F. Dardón C., Carlos H. Aguirre C. y Hugo S. Córdova O.; por su valiosa colaboración, entusiasmo, orientación y sugerencias que fueron valiosas para la realización de este trabajo de tesis.
- AL:** Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA.
- AL:** Programa de Prueba de Tecnología de la región VI del ICTA., que tuvo a su cargo los experimentos en los distintos municipios de Jutiapa durante 1977, en especial al Ing. Marco A. Martínez encargado de área de la subregión 3, así como a los compañeros de trabajo Ing. Ildeberto Martínez C. y Roberto Navarro.
- A:** Mi esposa Dely de Merck por su constante ayuda en la realización del presente trabajo.
- A:** Marco Horacio García H. por su valiosa colaboración en el trabajo de mecanografía de esta tesis.

Guatemala, marzo de 1979

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

En cumplimiento con lo establecido por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el presente trabajo de tesis titulado: "EVALUACION DE RENDIMIENTO Y ESTABILIDAD DE 17 MATERIALES EXPERIMENTALES DE MAIZ (Zea mays L.), EN EL SUR ORIENTE DEL PAIS. JUTIAPA, 1977", como último requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Con el presente trabajo pretendo contribuir aunque sea en minima parte al conocimiento y desarrollo de nuestra agricultura.

En espera que el presente estudio merezca vuestra aprobación me es grato suscribirme muy respetuosamente.

(f) *Emilio Francisco Merck Cos*  
Emilio Francisco Merck Cos  
Bachiller en Cc. y Ll.

## INDICE

- I Introducción
- II Objetivos
- III Revisión de literatura
  - 1. Mejoramiento genético del maíz
  - 2. Importancia de los parámetros de estabilidad
  - 3. Modelos estadísticos para analizar la estabilidad
  - 4. Planteamiento para describir el comportamiento de variedades
  - 5. Comportamiento de híbridos y variedades
  - 6. Estudios prácticos sobre parámetros de estabilidad
- IV. Materiales y Métodos
  - 1. Material experimental
  - 2. Características agronómicas
  - 3. Unidades experimentales
  - 4. Manejo de los experimentos
  - 5. Localización de sitios experimentales
  - 6. Clases de suelos donde se efectuaron experimentos
  - 7. Precipitación pluvial de sitios experimentales
  - 8. Cálculo de rendimiento.
  - 9. Métodos estadísticos.
  - 10. Modelos Análisis combinado
  - 11. Modelo para cálculo de parámetros de estabilidad
  - 12. Interpretación de los parámetros de estabilidad
  - 13. Comparación múltiple de medias
- V Resultados
  - 1. Características agronómicas estudiadas
  - 2. Análisis de rendimiento
  - 3. Análisis combinado
  - 4. Clasificación de las distintas variedades según parámetros de estabilidad.
  - 5. Interpretación de las curvas de regresión de Rendimiento sobre índice ambientales
- VI Discusión
- VII Conclusiones

VIII. Recomendaciones

IX. Bibliografía

X. Apendice.

Cuadros de rendimiento promedio de 17 variedades experimentales y comparación de medias por la prueba de DUCAN de experimentos que resultaron significativos.

#### LISTA DE CUADROS

- Cuadro No. 1. Posición Fisiográfica, material madre y características de los suelos de los municipios donde se efectuaron ensayos de variedades experimentales
- Cuadro No. 2. Análisis de varianza apropiado para bloques al azar.
- Cuadro No. 3. Análisis de varianza combinado bajo un diseño de bloques al azar.
- Cuadro No. 4. Análisis de varianza apropiado para estimación de los parámetros de estabilidad
- Cuadro No. 5. Características agronómicas de 17 variedades experimentales de maíz (*Zea mays* L.) en 12 experimentos efectuados en el Depto. de Jutiapa 1977
- Cuadro No. 6. Rendimiento x de 17 variedades experimentales evaluadas en 12 experimentos en el Depto. de Jutiapa, 1977.
- Cuadro No. 7. Resultados de varianza para rendimiento de grano al 15o/o de humedad de 12 experimentos realizados en el Depto. de Jutiapa, 1977.
- Cuadro No. 8. Resultados de análisis de varianza combinado para 17 variedades de maíz en 12 localidades, Jutiapa, 1977
- Cuadro No. 9. Comparación entre medias varietales de 17 variedades en 12 localidades, Jutiapa, 1977.
- CUADRO No. 10. Rendimiento x en grano al 15o/o de humedad de 17 variedades experimentales de maíz evaluadas en 12 ambientes de prueba para

el cálculo de parámetros de estabilidad.

- Cuadro No. 11. Resultados del análisis de varianza para el cálculo de parámetros de estabilidad de 17 variedades experimentales en 12 ambientes de prueba. Jutiapa, 1977.
- Cuadro No. 12. Rendimiento promedio y parámetros de estabilidad de 17 variedades experimentales
- Gráfica A y B. Líneas de Regresión de rendimiento sobre índices ambientales de 17 variedades evaluadas en 12 ambientes de Prueba en el Depto. de Jutiapa, 1977. 45 y 46.

## I. INTRODUCCION

Es obvio que todos los esfuerzos que se realizan en fitomejoramiento, específicamente en maíz, con el fin de encontrar variedades, o híbridos más rendidores y más resistentes a plagas, enfermedades y a condiciones ambientales desfavorables; son algunos de los pasos que se dan en el Programa de Maíz del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, (ICTA) ya que este cultivo constituye el alimento básico en la dieta de la mayoría de guatemaltecos.

Por tal razón dicho Instituto realiza investigaciones en el sur oriente del país, donde los esfuerzos realizados han sido muy relevantes.

Para el año agrícola 1974-1975, (10), en el departamento de Jutiapa se produjeron 64,852 Tons. de maíz con un rendimiento promedio de 1.68 Ton./Há., produciéndose el 9.83o/o de la producción nacional, segundo lugar en rendimiento por área y para el período 1975-1976, se produjeron 61,146 Tons. para un rendimiento promedio de 1.73 Ton./Há., produciéndose el 9.57o/o de la producción nacional, tercer lugar en producción por departamento y quinto lugar en rendimiento por área.

Esta región presenta una gran diversidad de condiciones ambientales que son consecuencia de la topografía accidentada, variaciones en altitud, tipos de suelo, temperatura, precipitación escasa, errática y mal distribuida. Para estas condiciones ecológicas, es necesario producir variedades mejoradas con un amplio rango de adaptabilidad; lo cual se refleja en el comportamiento promedio de cada variedad cuando es cultivada bajo las diferentes condiciones ambientales de la región.

El cultivo del maíz es de vital importancia en esta región ya que es base de la alimentación de sus habitantes; existiendo en la actualidad muchos agricultores que han mostrado gran interés por cultivar el nuevo material mejorado de maíz producido por ICTA para lograr mejores producciones, contribuyendo de esta manera a llenar en parte los requerimientos del mercado de oferta y demanda de maíz en Guatemala y a mejorar la situación económica del pequeño y mediano agricultor del oriente del país.

## II. OBJETIVOS

Los objetivos principales del presente estudio son:

- 1.- Evaluar el comportamiento de nuevos híbridos y variedades de maíz producidos por I.C.T.A. y determinar su adaptabilidad en los distintos ambientes de prueba en varios lugares de Jutiapa.
- 2.- Seleccionar los mejores materiales respecto a rendimiento y adaptabilidad para en un futuro sustituir los materiales criollos.

Los anteriores objetivos nos permitieron plantear las hipótesis estadísticas siguientes:

- 1.- Algunos materiales a probarse son adaptables y altamente productivos bajo los distintos ambientes de prueba.
- 2.- Algunos materiales a probarse se comportan igualmente en los diferentes ambientes.

### III. REVISION DE LITERATURA

#### A) MEJORAMIENTO GENETICO DEL MAIZ:

Brauer 1969 (3), considera que lo más importante que se busca en la aplicación práctica de la fitogenética es producir más por unidad de superficie mediante la obtención de variedades de plantas más eficientes, capaces de aprovechar mejor el agua, los fertilizantes, el clima y que sean más resistentes a los daños causados por factores externos.

Los esfuerzos tecnológicos de ICTA, (9), para desarrollar semillas mejoradas de maíz están orientados hacia la formación de variedades de libre polinización e híbridos. Ambos tipos de semillas ofrecen ventajas para los diferentes sistemas de producción de Guatemala toda vez que sus procesos de desarrollo se complementan.

Los métodos para formar variedades se basan principalmente en la selección y evaluación familiar de poblaciones con potencial genético reconocido para cada zona o región; no obstante que también existe un esquema bien definido cuyo objetivo es formar variedades sintéticas en base a recombinaciones de cruza simples de familias o líneas provenientes del esquema de formación de híbridos, (10). Los programas para formar híbridos se fundamentan en la formación de líneas puras, siguiendo procesos de endogamia durante los cuales se tratan de aumentar y fijar las frecuencias genéticas que contribuyen al rendimiento y adaptabilidad. Los híbridos formados podrán ser de líneas, familias, variedades o combinaciones de estas estructuras.

El buen comportamiento de híbridos y variedades de maíz en una región (8), depende de la capacidad de adaptación de los mismos. Esta capacidad se refleja en el comportamiento de cada variedad cuando se cultiva bajo diferentes condiciones medio-ambientales dentro de una región.

Márquez (15), considera que una vez que se ha seguido un sistema de mejoramiento, en donde la selección que se ha llevado a cabo tiene como fin reducir al mínimo los efectos de la interacción, el material que se obtenga no se puede recomendar en forma inmediata.

Para ello, dice el autor, deberá hacerse una selección posterior más exigente por medio de la cual se definan aquellas variedades que revistan una superioridad realmente sobresaliente; así como las indicadas para cada condición específica ya sea ambiental, social o económica. Todo lo anterior, concluye, se logra a través de un proceso de experimentación agrícola que incluye entre otros: siembra de ensayos de rendimiento que tienen como objetivo principal, evaluar las variedades de maíz determinando cuales son las que tienen un mejor comportamiento en cada localidad y midiendo el rango de adaptabilidad de las mismas cuando son sembradas bajo condiciones diversas de medio ambiente.

ICTA (9) en 1975, evaluó en 6 municipios del departamento de Jutiapa 7 variedades de maíz con el objeto de determinar si alguno de los híbridos o de las variedades de polinización libre, deberían sustituir a las variedades locales. Los materiales probados fueron:

H-5, pioner, X105 A, H-3, ICTA Tropical 101, Pioner X 304-A, ICTA B1C4 y criollos. La adaptabilidad del material en estudio a las distintas condiciones climáticas y de suelo indicaron, que H-5 tuvo un rango mayor de adaptabilidad que las otras variedades e híbridos. Esto se determinó en base a que H-5 siempre acusó un rendimiento mayor en la mayoría de los lugares de prueba, pero sin estimar una medida de la estabilidad de las variedades evaluadas.

Dentro de los experimentos uniformes del Programa Cooperativo Centroamericano de mejoramiento de cultivos alimenticios, PCCMCA y del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, CIMMYT, se evaluaron en 1975, 36 variedades e híbridos en 13 localidades de Centro América; dentro de estas variedades aparecen:

H-5		Con 4173 Kg/Ha de rendimiento promedio
CENTA	M-1 B	Con 3892 Kg/Ha de rendimiento promedio
ICTA	T-101	Con 3745 Kg/Ha de rendimiento promedio
ICTA	B1C4	Con 3356 Kg/Ha de rendimiento promedio
H-3		Con 2794 Kg/Ha de rendimiento promedio

Lo cual es consistente con los resultados obtenidos por ICTA en ese mismo año, (9).

Para el año 1976, Salguero (15), evaluó en 11 localidades de Jutiapa 10 variedades de híbridos dentro de los que aparecen:

H-5		3500 Kg/Ha de Rendimiento Promedio
CENTA	M-1 B	3120 Kg/Ha de Rendimiento Promedio
ICTA	T-101	3070 Kg/Ha de Rendimiento Promedio
ICTA	B1C4	3330 Kg/Ha de Rendimiento Promedio
H-3		3000 Kg/Ha de Rendimiento Promedio

Durante 1977 se efectuaron 12 ensayos de finca de 17 materiales experimentales de maíz en siete municipios del Depto. de Jutiapa, los cuales se analizan en el presente trabajo; este material se encuentra aún en fase experimental por lo que el presente trabajo es un estudio preliminar para la producción de híbridos y variedades mejoradas. En este trabajo además de hacer un análisis de rendimiento, se hace un análisis de Estabilidad llegando a considerar los parámetros que determinan la estabilidad de cada uno de los materiales en estudio.

## 2.- IMPORTANCIA DE LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD

Los parámetros de estabilidad (6), son el coeficiente de Regresión (bi) y las desviaciones de Regresión ( $S^2_{di}$ ) de cada una de las variedades o híbridos.

La importancia de éstos estriba en identificar a los mejores materiales por su rendimiento cuando se les cultiva en diferentes condiciones ambientales, lo cual permite de acuerdo a las características climatológicas y socioeconómicas de la región en que se trabaja, recomendar los mejores genotipos que muestran un alto comportamiento promedio.

Además de lo anterior, los parámetros de estabilidad son de primordial importancia en mejoramiento genético ya que son una buena herramienta en la selección de genotipos para ambientes pobres (baja fertilidad, escasa disponibilidad de agua, etc.) y genotipos para ambientes ricos (alta fertilidad, buena disponibilidad de agua, etc.), aspectos, que proporcionarán una buena rentabilidad tanto al productor con pocos recursos, como para el productor que cuente con las técnicas de producción más avanzadas.

Los parámetros de estabilidad son un medio para determinar los mejores genotipos para determinar condición.

## 3.- MODELOS ESTADISTICOS PARA ANALIZAR LA ESTABILIDAD

Muchos investigadores han propuesto métodos estadísticos para analizar la adaptabilidad y estabilidad de variedades. Plasted y Peterson, citados por Camacho (2), Propusieron 2 métodos. Uno de ellos consiste en analizar las variedades por pares para estimar el comportamiento de interacción en cada una de todas las combinaciones posibles de pares; el promedio de estos estimativos permite determinar la estabilidad relativa de cada una de las variedades.

Otro método consiste en omitir sucesivamente una de las variedades en el análisis combinado para calcular el componente de interacción en las variedades restantes; a mayor magnitud del componente estimado, corresponde una mayor estabilidad de la variedad omitida.

Finley y Wilkinson, citados también por Camacho (2), usaron el análisis de regresión para estudiar la adaptabilidad de una colección de 800 variedades de cebada. Con este método la estabilidad se mide según el valor del coeficiente de regresión, que relaciona el rendimiento de cada variedad con el promedio de todas las variedades en todos los ambientes.

Un método similar al anterior fue usado por Eberhart y Russell citados por Córdoba (5); para investigar la estabilidad de diferentes cruzamientos simples y triples de maíz. Estos autores establecieron un modelo estadístico que permite estimar no sólo el coeficiente de regresión sino la varianza debida a las desviaciones del modelo lineal, la cual constituye otro parámetro de estabilidad.

El modelo mencionado define los parámetros de estabilidad que pueden ser usados para describir el comportamiento de una variedad sobre una serie de ambientes. Dicho modelo es el siguiente:

$$Y_{ij} = V_i + B_i l_j + D_{ij}$$

- $Y_{ij}$  Es la media varietal de la  $i$ -ésima variedad en el  $j$ -ésimo ambiente ( $i = 1, 2, \dots, V; j = 1, 2, \dots, n$ ).
- $V_i$  La media de la  $i$ -ésima variedad a través de todos los ambientes.
- $B_i$  Coeficiente de regresión que mide la respuesta de la  $i$ -ésima variedad a los diferentes ambientes.
- $l_j$  Índice ambiental obtenido como la media de todas las variedades en el  $j$ -ésimo ambiente menos la media general.
- $D_{ij}$  La desviación de regresión de la  $i$ -ésima variedad en el  $j$ -ésimo ambiente.

Rem et al, citados por Córdova (5), proponen una modificación al método propuesto por Eberhart y Russell, la cual esencialmente consiste en sustituir la respuesta varietal promedio por índice genotípico que se obtiene como desviación de la media varietal con respecto a la media general para todos los ambientes.

Márquez, citado por Arias (1), estudió la relación entre la interacción genotipo-ambiente y los parámetros de estabilidad representado en forma gráfica modelos con interacción genotipo-ambiente y sin ella.

Para una variedad sembrada en varios ambientes, el modelo sin interacción es representado como una línea de regresión con valores genotípicos sobre índices ambientales con una pendiente igual a 1 y sin desviaciones de regresión. En el modelo con interacción, ninguna de esas condiciones se cumplen.

El término de interacción, continúa el mismo autor, es la desviación de los valores genotípicos actuales de la línea de regresión con una pendiente igual a 1, y un segmento es la desviación de los valores genotípicos de la línea de regresión ajustada con una pendiente diferente de 1, siendo una variedad estable aquella que no interacciona con los ambientes.

Robbertse, citado por Arias (1), menciona también el método basado en la línea de regresión para poder predecir la adaptación de diferentes variedades o híbridos de maíz y menciona que estudiando correlaciones múltiples y regresiones que se realizaron en una serie de variables para poder predecir cual de los componentes de rendimiento influía más en la adaptabilidad, encontró que el 89% de la varianza en el rendimiento de una variedad específica es predicha para el rendimiento medio del ensayo.

#### 4.- PLANTEAMIENTO PARA DESCRIBIR EL COMPORTAMIENTO DE VARIEDADES.

Márquez, citado por Arias (1), afirma que desde el punto de vista convencional y lógico, algo que es estable no interacciona con los ambientes y señala que probablemente una forma más apropiada de definir una variedad estable sería por la respuesta dada por su coeficiente de regresión ( $b$ ) y sus desviaciones de regresión ( $S^2_{di}$ ), porque este parámetro es una función utilizada en los ensayos de rendimiento.

Arias (1), también cita a Hansen, quién ha utilizado el concepto convencional de estabilidad y ha definido un genotipo estable como aquel que tiene la mínima variabilidad cuando crece en "L" ambientes.

Eberhart y Russell, citados por Córdova (5), definen una variedad estable como aquella que responde a diferentes medios ambientes con una media de rendimiento alta, un coeficiente de regresión igual a 1 y desviaciones de regresión al cuadrado iguales a 0.

Carballo citado por Salguero (15), al igual que los autores antes mencionados, clasifica a las variedades en función de los distintos valores que pueden tomar los coeficientes de regresión y las desviaciones de regresión. Una variedad cuyo coeficiente de regresión sea igual a 1 y su desviación de regresión igual 0, será una variedad estable.

En relación al comportamiento o respuesta de una variedad a diferentes medios ambientes, Córdova (5), establece que "una variedad deseable sería aquella que tuviera una media de rendimiento alta en todos los ambientes donde se siembra y que su genotipo no interaccione con el medio ambiente medido por los parámetros de estabilidad".

#### 5.- COMPORTAMIENTO DE HIBRIDOS Y VARIEDADES

Row y Andrew citados por Camacho (2), realizaron estudios de estabilidad fenotípica con diversas poblaciones de maíz y encontraron que la interacción era mayor en líneas e híbridos que en poblaciones segregantes; esto naturalmente puede ser debido a diferencias de los grupos en habilidad para explotar ambientes favorables.

Arias (1) cita a Chidda y Leng, quienes al sembrar un grupo de tres variedades de polinización libre y tres híbridos de maíz en tres diferentes estaciones, encontraron que en general los híbridos rindieron más que las variedades en cada estación en que se desarrollaron; mientras que Olivieri y Parrini citados por Salguero (15), al usar el método estadístico sugerido por Freedman y Perkin's en la evaluación de 7 variedades durante 3 años, confirmaron la aplicación de dicho método para explicar la interacción genotipo-ambiente; además se encontró que los híbridos fueron más variables en rendimiento que las variedades de polinización libre, pero con alto rendimiento en el promedio. Esto se explica como un resultado

de la capacidad de los híbridos a responder a condiciones favorables.

Arias (1) cita a Chidda y Leng, quienes al sembrar un grupo de tres variedades de polinización libre y tres híbridos de maíz en tres diferentes estaciones, encontraron que en general los híbridos rindieron más que las variedades en cada estación en que se desarrollaron; mientras que Olivieri y Parrini citados por Salguero (15), al usar el método estadístico sugerido por Freedman y Perkin's en la evaluación de 7 variedades durante 3 años, confirmaron la aplicación de dicho método para explicar la interacción genotipo-ambiente; además se encontró que los híbridos fueron más variables en rendimiento en el promedio. Esto se explica como un resultado de la capacidad de los híbridos a responder a condiciones favorables.

Sharma et al citados por Arias (1), llevaron a cabo 2 experimentos en los cuales utilizaron híbridos compuestos y variedades locales, sembrados en distintas localidades y años. Encontraron que los compuestos superaron a los híbridos; aunque las diferencias no fueron significativas, y los coeficientes de regresión indicaron que los compuestos en el segundo experimento tuvieron similar estabilidad fenotípica que los híbridos.

## 6.- ESTUDIOS PRACTICOS SOBRE PARAMETROS DE ESTABILIDAD

Muchos fitomejoradores le han dedicado atención al efecto que el medio ambiente pueda ejercer sobre la estructura fenotípica de individuos y poblaciones de plantas cultivadas.

Camacho (2); cita a Sprogue y Federer, quienes obtuvieron estimativos del componente de interacción en experimentos con maíz, y lo usaron en el cómputo del avance genético bajo diferentes combinaciones del ambiente. De sus estudios concluyeron que una situación óptima podría obtenerse usando una replicación por localidad y aumentando el número de localidades y de años para probar los materiales seleccionados.

Sevilla y Sánchez, citados por Arias (1); al probar un grupo de 9 híbridos y 9 sintéticos de maíz durante 10 años en 3 localidades, observaron que los incrementos en la heredabilidad fueron más notables cuando se incrementó el número de localidades y años, pero no para el caso de las repeticiones. Mencionan que el número óptimo de repeticiones parece ser 4, el número de años de prueba de 2 a 3 y el número de localidades de 3 a 4.

Martínez et al citados por Salguero (15), estudiaron el comportamiento de 2 variedades de maíz y sus progenies F1, F2, y F3, para las variables rendimiento, peso de grano, número de mazorcas por planta y número de granos por mazorca. La mayor estabilidad fue para la variable rendimiento y número de mazorcas por planta; una mayor adaptación fue mostrada por la progenie F1 y la menor en la F3.

Los autores sugieren el uso de poblaciones heterocigóticas y heterogéneas para reducir el valor de la interacción genotipo ambiente.

Russel y Eberhart, citados por Córdova (5); al comprar líneas en dogámicas de maíz prolíficas y no prolíficas con sus cruza simples, encontraron que los

genotipos de prolíficos fueron los que menos rindieron en ambientes pobres y los que más alto rendimiento tuvieron en ambientes favorables.

En el caso de los individuos no prolíficos, los más altos rendimientos se obtuvieron en ambientes pobres y los más bajos en ambientes favorables.

Córdova (5), estimó el efecto del número de líneas endogámicas sobre el rendimiento y estabilidad de las variedades sintéticas derivadas en maíz. Los sintéticos de maíz formados y evaluados provenían de las cruzas posibles entre 8 líneas endogámicas S4 seleccionadas por su aptitud combinatoria, de un total de 20 líneas evaluadas para tal característica en base a sus cruzas posibles. De acuerdo a la definición de variedad estable, se consideró como tal, al sintético de 8 líneas ya que su media de rendimiento es elevada, su coeficiente de regresión igual a 1 y sus desviaciones de regresión iguales a 0; esto lo clasifica como una variedad estable. Por otra parte Prior y Russell citados por el mismo autor (5), estudiaron la estabilidad del rendimiento de híbridos de maíz prolíficos con densidades de población que variaron entre 20,000 y 72,000 plantas por hectárea, en ambientes con potencial de rendimiento de 65 a 96 quintales por hectárea. Cuatro tipos de híbridos con 7 híbridos en cada grupo se sembraron en 6 densidades de población en 8 ambientes (dos localidades en cuatro años), los tipos de híbridos fueron:

- 1.- No prolíficos, élite.
- 2.- Primer ciclo, prolífico.
- 3.- Segundo ciclo o élite, prolífico
- 4.- Cruzas entre élite, no prolífico y primer ciclo, con líneas endogámicas como padres.

El potencial de rendimiento de los híbridos élite prolífico fue igual o mayor que el de los otros tipos probados. Los híbridos élite prolífico rindieron más uniformemente, sobre el rango de densidades probadas, que los híbridos élite no prolíficos y el grupo de los híbridos prolíficos de primer ciclo.

Los mismos autores recomiendan el uso de altas densidades de población en el desarrollo y evaluación de los programas de mejoramiento, para dar una mejor oportunidad para combinar la prolificidad y potencial genético de rendimiento a altas densidades de población.

También el estudio del efecto ambiental en relación con la estructura genotípica de individuos y poblaciones de plantas ha sido objeto de mucha atención por investigadores como Johnson, et al citados por Camacho (2); quienes estudiaron varias características agronómicas en soya en diferentes localidades y años. Encontraron que ciertos caracteres como contenido de aceite y altura de planta eran más consistentes que el rendimiento en los diversos ambientes.

En estudios similares realizados en avena por Jensen, citado por Camacho (2), recomienda el uso de variedades multilineales para asegurar mayor estabilidad de la producción y mejor adaptabilidad a las condiciones variables del ambiente; finalmente concluye, que la constitución genotípica de estas variedades podría

cambiarse en el transcurso del tiempo sin variar su apariencia externa, mediante la adición o sustracción de líneas en la mezcla original. Considerándose finalmente que las metas más importantes en la investigación deben ser la obtención de un genotipo que proporcione los más altos rendimientos en ambientes pobres; así como un genotipo que proporcione los rendimientos más elevados cuando se le cultive en buenos ambientes y utilizando toda la tecnología actualmente recomendada. Así el genotipo que cumpla con estas dos condiciones se le considera estable.

## IV. MATERIALES Y METODOS

### 1.- MATERIAL EXPERIMENTAL:

Se evaluaron 17 materiales de maíz, de los cuales 12 son híbridos y 5 variedades de polinización libre; sus características proporcionadas por el programa de maíz de I.C.T.A. (6), (8), son:

- 1.1.- Variedades de polinización libre
- 1.1.1.- Across 7423

Es una variedad de polinización libre formada con las 10 mejores familias de la población de maíz blanco cristalino-1, evaluada en 6 países tropicales durante 1974; Tipo de grano blanco, casi cristalino, de zonas tropicales bajas con madurez intermedia y plantas relativamente baja, tolerante a la mayor parte de enfermedades foliares comunes; posee menos follaje que muchos tipos tropicales. Esta variedad proviene del Centro Internacional de Mejoramiento de maíz y Trigo CIMMYT.

#### 1.1.2.- ICTA B1-C5.-

Es una variedad de polinización libre para zonas tropicales bajas; su tipo de grano es blanco dentado, su período vegetativo es medianamente tardío y su altura de planta se ha reducido sustancialmente en comparación con los materiales que le dieron origen; su follaje y tallo es relativamente abundante y muestra una tolerancia aceptable a la mayoría de enfermedades foliares.

Esta variedad proviene del onceavo ciclo de selección Tuxpeño, y mejorada en ICTA por 5 ciclos más.

#### 1.- 1.3.- ICTA - B-3

Variedad de polinización libre de grano blanco dentado, su origen proviene de la población Tuxpeño formada con las 10 mejores familias de ICTA-B1, cuya respuesta fue superior bajo condiciones de sequía drástica (Jutiapa), período vegetativo de intermedio a tardío. Posee abundante follaje y sus tallos son vigorosos y resistentes al acame.

#### 1.1.4.- CRIOLLOS

Todos ellos precoces y de bajo rendimiento tienen el inconveniente también de ser muy altos y por tanto susceptibles al acame.

#### 1.1.5.- ICTA – A 2

Variedad de polinización libre de grano amarillo cristalino a semi-cristalino cuyo origen es el sintético de seis líneas. Planta y mazorca altas período vegetativo precoz a intermedio; esta variedad posee una excelente aptitud combinatoria.

#### 1.2.- HIBRIDOS

##### 1.2.1.- ICTA TROPICAL 101

Es un híbrido intervarietal de grano blanco semicristalino cuyos progenitores son: Tuxpeño planta baja y Eto blanco, materiales introducidos de CIMMYT. Se caracteriza por tener su área de adaptabilidad entre 0 y 3,000 pies sobre el nivel del mar. Su período vegetativo oscila entre 115 y 120 días de la siembra a la cosecha.

##### 1.2.2.- H-5

Híbrido de cruz a doble, cuyas líneas endogámicas provienen de germoplasma básicamente tuxpeño. Aunque su altura de planta es considerablemente más alta (2.6 a 2.7 mts.) posee un sistema radicular bastante profundo y tallos vigorosos, sin embargo es afectado por vientos fuertes.

Su tipo de grano es blanco dentado y su período vegetativo es medianamente tardío. Fue producido en 1964 por el programa de maíz del CENTA, El Salvador.

##### 1.2.3.- HB-13

Es un híbrido triple de grano blanco semicristalino con un período vegetativo de precoz a intermedio; altura de planta baja con mazorca localizada en el medio inferior de la altura total de la planta, resultando su posición bastante uniforme, siendo tolerante al acame. Este híbrido fue desarrollado por el Programa de maíz de I.C.T.A. siendo cruza triples formadas con una cruz simple y una familia.

1.2.5.- HB-11 híbrido triple de grano blanco semicristalino con un período vegetativo de precoz a intermedio, altura de planta baja, mazorca localizada en el medio inferior de la altura total de la planta resultando su posición bastante uniforme; es tolerante al acame. Este híbrido fue desarrollado por el Programa de maíz de I.C.T.A., siendo cruza triples formadas con una cruz simple y una familia.

##### 1.2.6.- HB-19

Híbrido triple, resultado de una cruz a dos variedades con una familia; su

grano blanco es semidentado, período vegetativo intermedio, altura de planta y mazorca intermedia con tallos vigorosos tolerantes al acame.

#### 1.2.7.- HB-17

Híbrido triple, resultado de una cruce de dos variedades con una familia; su grano es blanco semidentado, período vegetativo intermedio, altura de planta y mazorca intermedia con tallos vigorosos tolerantes al acame.

#### 1.2.8.- HB-21.-

Híbrido de grano blanco dentado cuyos progenitores son una variedad de polinización libre (compuesto-2) con una familia. Su período vegetativo es intermedio, altura de planta y mazorca intermedia con tallos vigorosos lo cual le hace tolerante al acame, poco follaje.

#### 1.2.9.- HA-22

Es un híbrido de grano amarillo cristalino cuyo progenitor es ICTA A-2 (Variedad de polinización libre) con una familia, la altura de planta y mazorca es intermedia.

#### 1.2.10.- HA-24

Es un híbrido de grano amarillo semicristalino cuyos progenitores son ICTA A-2, (Variedad de plinización libre) con una familia, su altura de planta y mazorca así como su período vegetativo son intermedios, floración uniforme, tallos vigorosos tolerantes al acame, así mismo también a enfermedades foliares.

#### 1.2.11- HA-28

Híbrido de grano amarillo semicristalino cuyos progenitores son ICTA—A 2 (variedad de polinización libre) con una familia; su altura de planta, mazorca y período vegetativo es intermedio, su floración es uniforme con tallos vigorosos lo que le hace ser tolerantes al acame. Es también tolerante a enfermedades foliares.

## 2. CARACTERISTICAS AGRONOMICAS

En ICTA respecto a fitomejoramiento se está siguiendo una meta definida como lo es la búsqueda de plantas de menor altura para que resistan al acame, precoces o intermedias en su ciclo vegetativo. Tallos vigorosos, altura de mazorca uniforme y finalmente que esta sea bien cubierta por los brácteas o tuzas para evitar entrada de prásitos o insectos que causen daños.

Las anteriores características agronómicas deben ser mostradas por las plantas en su fase de desarrollo vegetativo y durante todos los ciclos en que se estén probando al cabo de 2 ó 3 años consecutivos.

Córdova (5) considera que el medio ambiente ejerce gran influencia sobre el comportamiento del vegetal en este caso, sobre las variedades evaluadas por lo que es necesario comprobar si estas características se mejoran con los años.

### 3.- UNIDADES EXPERIMENTALES

Las unidades experimentales quedaron definidas de la siguiente manera:

Cuatro surcos de maíz separados a 0.90 mts. con una longitud de 5 m. Cada unidad experimental o tratamiento ocupó un área de 18.00 M<sup>2</sup>, (5.00 x 3.60 m.). La parcela neta cosechada fue de 9.90 M<sup>2</sup>. (5.50 m. largo surco x 1.80 m. ancho); se cosecharon los dos surcos centrales y para efectos de cálculo se les dió 0.50 mts. de largo de más, por el espacio que ocupa la planta en las puntas del surco. Finalmente se dejaron calles de 1.5 mts. de ancho entre repeticiones y el área total del ensayo fue de 1506.6 metros cuadrados.

### 4.- MENEJO DE LOS EXPERIMENTOS

- 4.1 Preparación del terreno,  
Se realizó de acuerdo a la practicada por el agricultor.
- 4.2 Siembras:

Los ensayos se sembraron del 15 de mayo al 15 de junio de 1977. Las distancias de siembra fueron de 0.90 mts. entre surcos y 0.50 mts. entre posturas (dos plantas por postura). Se aplicó Volatón granulado a la siembra a razón de 80 Lbs. por manzana para controlar insectos del suelo.

- 4.3 Fertilización.

Se realizaron tres aplicaciones de nitrógeno a razón de 100 Kg/Ha.

- 1a. Aplicación 30 Kg/Ha con la siembra al fondo del surco.
- 2a. Aplicación 45 Kg/Ha a los 25 días al pie de la mata.
- 3a. Aplicación 25 Kg/Ha a los 50 días al pie de la mata.

La fuente utilizada fue Urea. Además se hizo una aplicación de fósforo a razón de 60 Kg/Ha en forma de Triple superfosfato con la siembra y al fondo del surco, igual que la Urea y el Volatón.

#### 4.4.- CONTROL DE MALAS HIERBAS Y PLAGAS:

La primera limpia se realizó entre los 15 y 20 días después de la siembra y la segunda entre los 35 y 42 días. Se controló el cogollero *Spodoptera frugiperda*, con tamarón y Iannate en aspersiones y con volatón granulado.

#### 4.5.- COSECHA:

Se realizó entre los 130 a 140 días después de la siembra; inmediatamente después se determinó la humedad del grano para expresar los rendimientos en base a humedad uniforme del 150/o.

### 5.- LOCALIZACION DE LOS SITIOS EXPERIMENTALES

MUNICIPIO	No. de Experimento efectuado.
Jutiapa	Exp. No. 14
El Progreso	Exp. No. 15
El Progreso	Exp. No. 16
Quezada	Exp. No. 17
Asunción Mita	Exp. No. 18
Jalpatagua	Exp. No. 20
Santa Catarina Mita	Exp. No. 22
Santa Catarina Mita	Exp. No. 23
Moyuta	Exp. No. 24
Moyuta	Exp. No. 26
Moyuta	Exp. No. 28
Moyuta	Exp. No. 30

#### 5.- SUELOS DE JUTIAPA SEGUN SU AGRUPACION

- 5.1.- Suelos de la Altiplanicie Central
- 5.1.1.- Suelos desarrollados sobre materiales volcánicos de color claro en pendiente inclinada.
  - 5.1.1.A- Ayarza
  - 5.1.1.B- Jalapa
  - 5.1.1.C- Pinula
- 5.1.2.- Suelos desarrollados sobre materiales mixtos de color oscuro, en

- pendiente inclinados;
- 5.1.2.A.- Jilotepeque
  - 5.1.2.B.- Mongoy
  - 5.1.2.C.- Moyuta
  - 5.1.2.D.- Suchitán
  - 5.1.3.- Suelos desarrollados sobre rocas sedimentarias en pendientes inclinada:
    - 5.1.3.A.- Sansare
    - 5.1.3.B.- Subinal
    - 5.1.3.C.- Talquesal
  - 5.1.4.- Suelos desarrollados sobre terrenos casi planos o moderadamente inclinados:
    - 5.1.4.A.- Comapa
    - 5.1.4.B.- Culma
    - 5.1.4.C.- Chicaj
    - 5.1.4.D.- Güija
    - 5.1.4.E.- Mita
    - 5.1.4.F.- Quezada.

## 5.2.- SUELOS DEL LITORAL DEL PACIFICO

- 5.2.1.- Suelos bien drenados:
  - Tiquisate.
- 5.2.2.- Suelos mal drenados:
  - Tecojate
  - Papaturro.

## 5.3.- CLASES MISCELANEAS DE TERRENO

- Arena playa del mar
- Suelos aluviales no diferenciados
- Suelos de los Valles no diferenciados.

6. Clases de suelos donde se realizaron Ensayos de Variedades Experimentales de Maíz.

Municipios donde se realizaron ensayos de Variedades Experimentales (17 Var.) durante 1977, y Clases de suelos; Las siglas 5.1.4.A, 5.2.1., Etc. identifica la clase de suelo de sitios experimentales, la descripción esta en inciso anterior 5.



POSICION FISIOGRAFICA, MATERIAL MADRE Y CARACTERISTICAS DE LOS PERFILES DE LOS SUELOS DE LOS MUNICIPIOS DONDE SE EFECTUARON ENSAYOS DE VAR. EXP. JUTIAPA.

Cuadro No. 1

SERIE	SIMBOLO	MATERIAL MADRE	RELIEVE	DRENAJE INTERNO	SUELO SUPERFICIAL			SUB-SUELO				
					COLOR	TEXTURA Y CONSISTENCIA	ESPESOR APROXIMADO	COLOR	CONSISTENCIA	TEXTURA	ESPESOR APROXIMADO	
Culma	Cul	Lahar con un contenido alto de material mafico.	Ondulado a fuerte ondulado	Bueno	Café Oscuro	Franco Arcillosa pedregosa friable.	25-30 Cms.	Café Ro-				
Mita	mi	Lava o lodo mafico.	Casi Plano	Malo	Gris muy oscuro.	Arcillosa Plástica	10-20 Cms.	Gris oscura.	Plástica	Arcillosa	40-60 Cms.	
Mongoy	Mg.	Lava Máfica	Muy Inc.	Regular	Café obscuro	Arcillosa Pedregosa, Friable	15-30 Cms.	café rojizo.	Friable	Arcillosa	50-75 Cms.	
Tiquisate	Ts.	Ceniza Volcánica oscureada	Casi plano	Bueno	Café obscuro	Franca-Suelta a Friable	30-50 Cms.	Café claro	Friable	Franco limosa a Franca arc.	40-60 Cms.	
Quezada	Qa.	Ceniza Volcánica Cementa	Casi Plano a ondulado	Regular	Café Rojizo oscuro	Franco Arcilloso friable	25-40 Cms.	Café rojizo	Friable	Arcillosa	30-50 Cms.	

**PROMEDIO DE PRECIPITACION DE CINCO MUNICIPIOS  
DEL DEPARTAMENTO DE JUTIAPA, 1977 (m.m. de lluvia)**

MUNICIPIO	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	TOTAL
Jalpatagua	54.5*	387.00	144.75	264.5	138.6	74.5	---	1063.85
Quezada	82.2*	329.9	50.8	246.6	228.8	82.8	13.97	1072.73
Jutiapa	32.3	423.3	75.0	384.5	200.0	33.5	28.5	1178.1
Sta. Catarina	15.25*	244.15	39.75	122.5	258.75	17.5	---	597.9
Asunción Mita	57.0	292.25	70.25	151.25	240.25	19.0	33.5	865.5
Moyuta (parc. Mot.)	74.0	454.8	150.0	194.1	180.3	46.8	66.0	1116.0

\*Información Parcial, no incluye todo el mes.

Este cuadro dá información sobre precipitación mensual, pudiéndose observar la distribución de la precipitación durante los meses de invierno y durante el ciclo vegetativo de maíz.

La precipitación de mayo a noviembre de 1977 de seis municipios de Jutiapa fue la siguiente, (9);

Jalpatagua	1063.85 m.m.
Quezada	1072.73 m.m.
Jutiapa	1179.10 m.m.
Santa Catarina Mita	597.9 m.m.
Asunción Mita	865.5 m.m.
Moyuta (Parc. Montúfar)	1166.00 m.m.

El rango de precipitación es de 500 a 1,200 considerándose dentro de este rango como lugares húmedos a:

Jutiapa, Quezada, Jalpatagua y Moyuta (Parc. Montúfar), Intermedios, Asunción Mita, y Secos a Santa Catarina Mita.

## 8.— CALCULO DE RENDIMIENTOS

Todos los resultados se calcularon en base a humedad del 15o/o, coeficiente de desgrane, área cosechada y se puso el grano expresado en Kg./Ha.

Dichos resultados se utilizaron para efectuar un análisis de varianza para cada ensayo.

La utilización de las siguientes fórmulas es imprescindible para calcular cantidad posible de obtener en un área más grande como en este caso es la hectárea.

P Kg./Ha	=	Pc x Kh x Ka x Kd
Pkg/Ha	=	Peso de grano en Kg./Há
Pc	=	Peso de campo, es el peso en mazorca por parcela neta cosechada
ka	=	Coficiente de área
Kd	=	Coficiente de desgrane
Kh	=	Coficiente de humedad

$$Kh = \frac{100 - \text{humedad de campo}}{100 - 15\text{o/o}}$$

Humedad de campo: Lectura obtenida de determinador de humedad. 15o/o humedad que se pretende es constante.

$$Ka = \frac{10,000 \text{ m}^2}{1.8 \times 5.5 \text{ m}^2}$$

NUMERADOR área de un hectárea, esta es área guía sobre la cual se efectuaron cálculos.

DENOMINADOR: área de parcela neta cosechada.

$$Kd = \frac{\text{Sale de una regla de tres}}{\text{Peso de campo} = 100 \text{ o/o}} \\ \text{Peso de grano} = X$$

Operación que se hacía para cada parcela luego se promedió y se sacó un solo coeficiente para cada variedad y con este se trabajó en cálculos posteriores.

## 9.- METODO ESTADISTICO

### DISEÑO EXPERIMENTAL:

Las 17 variedades fueron evaluadas en cada ensayo, utilizándose un diseño experimental de bloques completos al azar con 4 repeticiones. El modelo del diseño bajo el cual se efectuó el análisis fue el siguiente (6), (8).

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

En donde:

V = Variedades  
r = repeticiones

- i = 1, 2
- j = 1, 2
- $X_{ij}$  = Valor del carácter estudiado en la i-ésima variedad en la j-ésima repetición
- u = Media general del carácter
- $V_i$  = Efecto de la i-ésima variedad
- $R_j$  = Efecto de la j-ésima repetición
- $E_{ij}$  = Efectos aleatorios asociados a la ij-ésima observación

En el siguiente cuadro, aparece el esquema del análisis de Varianza apropiado para bloques al completo azar.

Cuadro No. 2

Fuente de Variación	Esperanza de Cuadros Medios
Repeticiones (r-1)	
Tratamientos (v-1)	$\sqrt{a^2 + r v \sqrt{v^2} + \sqrt{r v^2}}$
Error (r-1)(v-1)	$S a^2$
Total (rv-1)	

r = repeticiones  
v = variedades  
e = error

## 10.— ANALISIS COMBINADO

Para determinar con mayor exactitud el comportamiento del material evaluado en la región, se realizó un análisis combinado del rendimiento de las distintas localidades donde se establecieron los ensayos. Dicho análisis se efectuó como un diseño de bloque al azar cuyo modelo de efectos aleatorios es el siguiente, (8).

$X_{ijk}$	=	$U + V_i + LK + (VL) iK + E_{ijk} + R_j(K)$
$K_{ijk}$	=	Valor del carácter estudiado de la parcela, con la i-ésima variedad en la j-ésima repetición y en la k-ésima localidad.
$U$	=	Media general del carácter
$V_i$	=	Efecto de la i-ésima variedad
$LK$	=	Efecto de la K-ésima localidad
$R_j(K)$	=	Efecto de la j-ésima repetición dentro de la k-ésima localidad.
$(VL) i(K)$	=	Efecto de la ik-ésima observación asociada a la interacción, variedad por localidad.
$E_{ijk}$	=	Efecto aleatorio asociado a la ijK-ésima observación
$i$	=	1.2 ..... v; v = variedades
$j$	=	1.2 ..... r; r = repeticiones
$k$	=	1.2 ..... k; K = localidad
$L$	=	1.2 ..... R; R = Rendimiento

### ESQUEMA DEL ANALISIS DE VARIANZA COMBINADO BAJO UN DISEÑO DE BLOQUES AL AZAR

Cuadro No. 3

Fuente de Variación	G.L.	Esperanza de cuadros Medios
Localidad	(L-1) .....	
Rep. (Loc.)	L (r-1)	
Variedad	(v-1) $\sqrt{e^2}$	$+ r \sqrt{VL^2} + rL \sqrt{v^2}$
Var. (Loc.)	(v-1) (L-1) $\sqrt{e^2}$	$+ lr \sqrt{VL^2}$
Error	L (r-1) (v-1) $\sqrt{e^2}$	

r = repeticiones  
 V = Variedades  
 L = localidades  
 e = error

## 11.- CALCULO DE PARAMETROS DE ESTABILIDAD

### MODELO:

El modelo matemático propuesto por Eberhard y Russell (5), para estimar estos parámetros es el siguiente:

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

Donde:

$Y_{ij}$  = Media varietal de la i-ésima variedad en el j-ésimo ambiente.

$U_i$  = Media la i-ésima variedad sobre todos los ambientes.

$B_i$  = Coeficiente de regresión que mide la respuesta de la i-ésima variedad da diferentes ambientes.

$S_{ij}$  = Desviación de regresión del i-ésima variedad en el j-ésimo ambiente.

$I_j$  = 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.

$$I_j = \left( \sum_i Y_{ij} / v \right) - \left( \sum_i \sum_j Y_{ij} / vn \right)$$

El coeficiente de regresión ( $b_i$ ) para un cultivo y ambiente en particular mide la respuesta de la variable dependiente (rendimiento) por unidad de cambio de la variable independiente (índice ambiental).

Las desviaciones de la regresión  $S^2_{di}$  miden la proporción en que la respuesta predicha está de acuerdo con la respuesta observada e incluyen las interacciones genético-ambientales, (indican si los rendimientos del cultivo en cuestión son o no predecibles).

**ESQUEMA DEL ANALISIS DE VARIANZA APROPIADO PARA LA ESTIMACION  
DE LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD (bi y Sdi2)**

**CUADRO No. 4**

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadro Medio
Total	$NV - 1$	$\sum_i \sum_j Y_{ij}^2 - F.C$	CM.1
Variedades (v)	$V - 1$ $n - 1$	$\frac{1}{n} \sum_i Y_{i.}^2 - F.C$	
Ambiente (A)	$(V-1)(N-1V(N-1))$	$\sum_i \sum_j Y_{ij}^2 - Y_{i.}^2/n - F.C$	
Ambiente (LINEAL)	1	$\frac{1}{V} (\sum_j Y_{.j} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
V x A (Lineal)	$V - 1$	$\sum_i (\sum_j Y_{ij} I_j)^2 / \sum_j I_j^2 - S(A \text{ (lin)})$	CM. 2
DESVIACIONES PONDERADAS	$V(N - 2)$	$\sum_i \sum_j d_{ij}^2$	CM. 3
VARIEDAD 1	$(N - 2)$	$\sum_j Y_{.j}^2 - \frac{Y_{..}^2}{n} - (\sum_j Y_{.j} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
VARIEDAD V	$N - 2$	$\sum_j Y_{.j}^2 - \frac{Y_{..}^2}{n} - (\sum_j Y_{.j} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
ERROR PONDERADO	$N(R-1)(V-1)$		

n ambiente  
y variedades

## 12.— INTERPRETACION DE LOS PARAMETROS

Para una mejor interpretación de los parámetros se hace uso de la tabla de clasificación propuesta por Carballo y Márquez (5) 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 la siguiente manera:

TABLA DE CLASIFICACION

	Categoría	Bi		S <sup>2</sup> <sub>di</sub>	Descripción
a)	=	1	=	0	Variedad estable
b)	=	1	>	0	Buena respuesta en todos los ambientes inconsistentes.
c)	<	1	≤	0	Responde mejor en ambientes desfavorables consistente.
d)	<	1	>	0	Responde mejor en ambientes desfavorables inconsistente.
e)	>	1	=	0	Responde mejor en buenos ambientes, consistente.
f)	>	1	>	0	Responde mejor en buenos ambientes, inconsistente.

## 13.— COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS

La comparación de Medias se efectuó mediante una prueba de DUNCAN, prueba estadística que establece un mínimo comparador específico, del cual se partió para la comparación del promedio de rendimiento de las distintas variedades e híbridos para especificar donde una variedad es estadísticamente diferente de otra u otras.

La prueba de Duncan se efectuó sólo aquellos experimentos donde la fuente de variación (tratamiento) resultó significativa ya sea el 50/o o al 10/o de probabilidad. Más adelante se anotan los distintos cuadros donde aparecen los rendimientos promedios ordenados en sentidos descendente y la respectiva prueba de Duncan y finalmente se incluyen las líneas de regresión para establecer la estabilidad o inestabilidad de cada material probado.

## V. RESULTADOS

### 1. CARACTERISTICAS AGRONOMICAS

El cuadro No. 5, muestra las características agronómicas de los 17 materiales de maíz, probados en 12 localidades; notándose que ICTA B1C5 tiene la menor altura de planta y mazorca. Sin embargo es ligeramente susceptible al acame; además tiene el defecto de tener la punta de la mazorca descubierta.

T-101 tiene altura de planta y mazorca inferior a H-5, característica que lo hace ser más resistente al acame.

HB-11 también tiene una altura de planta y mazorca aceptables, un período más corto a floración lo que le imprime la característica de ser más precoz que los otros materiales evaluados.

### 2. ANALISIS DE RENDIMIENTO:

En base a los resultados obtenidos en cada uno de los 12 ensayos, se calcularon los rendimientos promedios de los 17 materiales de maíz evaluados para cada localidad, los cuales se presentan en el cuadro No. 6, y el análisis de varianza para rendimiento efectuado en cada una de las localidades se muestra en el cuadro No.7 el cual resume los resultados para las 12 localidades en estudio, presentandose los distintos valores de "F" para tratamientos, repeticiones, cuadrado medio del error y su coeficiente de variación.

En dicho cuadro puede establecerse que para los experimentos 14, 15, 16, 18, 22, 24, y 28 hubo significancia estadística al nivel del 1 o/o de probabilidad y para el experimento 20 la significancia fué del 5 o/o. Por otra parte se observa que el resto de experimentos no alcanzaron los umbrales de significancia estadística.

Cuadro No. 5

CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE 17 VARIEDADES  
EXPERIMENTALES DE MAIZ (Zea Mays L.) EN 12 EXPE-  
RIMENTOS EFECTUADOS EN EL DEPTO. DE JUTIAPA

VARIEDAD	ALTURA DE PL.	ALTURA DE MAZ.	DIAS A FLORAC.	ACAME	MAZORCA DESCUB.
ICTA B1C5	1.76 Mts. ✓	0.90 Mts. ✓	56	3.3	10
ICTA HB-11	1.87 Mts.	1.08 Mts.	54	2.7	8
HB-13	1.83 Mts.	0.96 Mts.	55	1.3	8
HB-17	1.84 Mts.	0.94 Mts.	56	3.1	9
HB-19	1.85 Mts.	0.98 Mts.	56	2.4	13
HB-21	1.83 Mts.	0.97 Mts.	55	3.7	15
B-3	1.80 Mts.	0.93 Mts.	56	2.1	8
HA-22	1.88 Mts.	1.03 Mts.	54	3.7	9
HA-24	1.91 Mts.	1.03 Mts.	55	2.0	10
HA-26	1.89 Mts.	1.01 Mts.	55	3.0	8
HA-28	1.81 Mts.	1.02 Mts.	54	2.7	9
A-2	1.86 Mts.	1.04 Mts.	53	5.9	8
H-5	2.30 Mts.	1.23 Mts.	57	6.1	5
X-304-A	2.00 Mts.	1.13 Mts.	55	2.7	12
ACROSS 7423	1.90 Mts.	0.99 Mts.	56	2.9	10
T-101	2.10 Mts.	1.10 Mts.	56	2.4	6
CRIOLLO	2.50 Mts.	1.20 Mts.	56	8.9	8

NOTA: Acame y mazorca descubierta está dado en promedios para cada variedad, características que se clasificaron durante el ciclo vegetativo; Acame se tomó el número total de plantas acamadas por parcela neta cosechada y mazorca descubierta el total de mazorcas descubiertas cosechadas de la parcela neta.

RENDIMIENTO  $\bar{X}$  EN GRANO TON./HA. AL 15 o/o DE HUMEDAD DE 17 VARIEDADES  
EXPERIMENTALES EVALUADAS EN 12 EXPERIMENTOS EN EL DEPARTAMENTO DE JUTIAPA, AÑO DE 1,977.-

CUADRO No. 6.

VARIEDADES	14	15	16	17	18	20	22	23	24	26	28	30	TOTAL	$\bar{X}$
BH-11	6.0	5.1	4.8	3.5	3.6	4.7	1.8	3.8	5.6	4.8	4.7	5.1	53.5	4.46
HA-24	5.0	5.3	4.7	4.7	3.7	4.7	1.2	3.6	5.7	5.8	5.1	4.2	53.7	4.48
H-5	4.6	5.1	4.1	3.9	5.0	3.9	3.8	6.1	6.0	4.5	5.4	5.4	54.5	4.54
T-101	5.8	6.0	4.4	4.4	3.6	4.7	1.8	4.8	5.9	5.8	4.6	4.9	56.7	.73
HB-19	5.7	5.0	5.1	3.8	4.4	5.1	1.5	3.8	6.1	5.2	4.4	5.1	55.2	4.60
HA-22	4.7	4.9	3.7	4.5	4.5	4.4	1.4	3.9	5.6	5.0	4.6	4.9	52.1	4.34
HB-17	4.8	6.3	4.8	4.9	4.1	4.5	1.9	4.3	5.8	5.8	5.3	3.6	55.3	4.61
HB-21	5.3	5.3	4.7	4.8	4.2	4.3	1.6	3.8	5.7	5.5	4.3	4.3	53.8	4.48
HB-13	4.6	4.6	4.9	4.6	2.7	3.4	1.3	3.9	5.9	5.1	4.2	4.8	50.0	4.17
HA-28	4.7	4.4	4.2	4.3	4.2	4.4	1.2	3.9	6.3	4.9	4.2	4.6	51.3	4.28
X-304-A	4.6	4.9	4.2	3.4	2.8	5.1	2.0	4.5	6.8	5.6	3.1	4.7	51.7	4.31
HA-26	5.5	4.0	4.1	3.1	2.9	4.8	1.4	3.2	5.6	5.1	3.8	3.7	47.2	3.93
ACROSS 7423	5.0	5.1	4.5	3.4	3.3	4.2	1.1	3.3	5.7	4.3	3.9	4.5	48.3	4.03
ICTA-A2	4.3	4.4	4.0	3.1	3.7	4.1	1.3	3.8	5.4	4.6	4.4	4.1	47.2	3.93
B-3	4.7	4.4	4.6	4.2	4.3	3.9	1.2	3.6	5.5	4.7	3.8	4.5	49.4	4.12
B1-C5	4.1	4.0	4.2	3.6	3.1	2.1	1.2	4.1	5.9	4.9	3.5	4.5	45.2	3.77
CRIOLLO	1.6	3.8	1.9	3.0	3.2	4.5	1.7	2.9	3.6	5.9	2.8	4.8	39.7	3.31
TOTAL	81.0	82.6	72.9	67.2	63.3	72.8	25.7	65.0	97.2	88.5	69.5	79.1	864.8	4.24

$\bar{X} = 4.24$

Cuadro No. 7

RESULTADOS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTOS DE GRANO AL 15 o/o DE HUMEDAD DE  
11 EXPERIMENTOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO DE JUTIAPA

EXPERIMENTOS									
Fuente de Variación	No. 14	No.15	No. 16	No.17	No. 18	No. 20	No. 22	No. 23	No. 24
Variedades	4.88**	3.54**	2.41**	1.57N.S.	2.40**	2.34**	2.68**	1.29N.S.	4.69**
Repeticion	0.85N.S.	8.61**	3.91	7.52**	19.98**	3.89**	4.09**	0.48 N.S	2.42**
ERROR C.M.E.	0.97	0.84	1.37	1.16	1.09	0.47	0.22	0.98	0.59
C.V. (o/o)	20	18	27	27	25	16	31	21	11

EXPERIMENTOS			
Fuente de Variación	No. 26	No. 28	No. 30
Variedad	1.81 N.S.	3.06**	1.64 N.S.
Repetición	4.35**	9.81**	0.24 N.S
C.V. (o/o)	14	17	23
Error	0.81	0.79	1.38

\*\* = Significante al 1 o/o probabilidad

\* = Significante al 5 o/o probabilidad

N.S.=No significativo

### 3. ANALISIS COMBINADO

La influencia del clima fue determinante sobre el rendimiento de las variedades en estudio. En el cuadro No. 8, se corrobora lo anterior ya que principalmente la precipitación pluvial por un lado así como la clase de suelo por otro fue factor que hicieron variar grandemente el rendimiento. En este análisis se comprueba la diferencia de rendimiento de las variedades en las distintas localidades.

Cuadro No. 8

#### ANALISIS DE VARIANZA COMBINADO PARA 17 VARIEDADES DE MAIZ EN 12 LOCALIDADES; JUTIAPA, 1977.

Fuente de Variación	G.L	S.C.	C.M	F.C.
Localidad	11	150.7	13.7	41.51**
Rep. x Loc.	36	301.2	8.37	25.36**
Var.	16	40.3	2.52	7.63**
Var. x Loc.	176	112.1	0.64	1.94**
Error	576	190.5	0.33	
C.V.		14 o/o		

\*\* Significativo al 1 o/o

N.S. No significativo.

Cuadro No. 9

COMPARACION ENTRE MEDIAS VARIETALES TOMANDO EN CUENTA 17 VARIEDADES EN 12 LOCALIDADES, JUTIAPA, 1977.

VARIEDAD	REND $\bar{X}$ Ton./Ha	AGRUPACION
1) T-101	4.7	A
2) HB-17	4.6	AB
3) HB-19	4.6	AB
4) H-5	4.5	ABC
5) HA-24	4.4	ABCD
6) HB-21	4.4	ABCD
7) HB-11	4.4	ABCD
8) HA-22	4.3	ABCD
9) X-304-A	4.3	ABCD
10) HA-28	4.2	ABCD
11) HB-13	4.1	ABCD
12) B-3	4.1	ABCD
13) ACROSS 7423	4.0	ABCDE
14) HA-26	3.9	BCDE
15) ICTA-A2	3.0	BCDE
16) B1 C5	3.7	DE
17) Criollo	3.3	E

C.V. 14 o/o

VARIETALES CON LA MISMA LETRA NO DIFIEREN ESTADISTICAMENTE DE LA OTRA.

**RENDIMIENTO  $\bar{X}$  EN GRANO TON./HA. AL 25o/o DE HUMEDAD DE 17 VARIEDADES  
EXPERIMENTALES EVALUADAS EN 12 AMBIENTES DE PRUEBA EN EL DEPARTAMENTO DE  
JUTIAPA AÑO DE 1977, PARA EL CALCULO DE PARAMETROS DE ESTABILIDAD**

**EXPERIMENTOS**

**CUADRO No. 10**

VARIEDADES	14	15	16	17	18	20	22	23	24	26	28	30	TOTAL	$\bar{X}$
BH-11	6.0	5.1	4.8	3.5	3.6	4.7	1.8	3.8	5.6	4.8	4.7	5.1	53.5	4.46
HA-24	5.0	5.3	4.7	4.7	3.7	4.7	1.2	3.6	5.7	5.8	5.1	4.2	53.7	4.48
H-5	4.6	5.1	4.1	3.9	5.0	3.9	3.8	6.1	6.0	4.5	5.4	5.4	54.5	4.54
T-101	5.8	6.0	4.4	4.4	3.6	4.7	1.8	4.8	5.9	5.8	4.6	4.9	56.7	.73
HB-19	5.7	5.0	5.1	3.8	4.4	5.1	1.5	3.8	6.1	5.2	4.4	5.1	55.2	4.60
HA-22	4.7	4.9	3.7	4.5	4.5	4.4	1.4	3.9	5.6	5.0	4.6	4.9	52.1	4.34
HB-17	4.8	6.3	4.8	4.9	4.1	4.5	1.9	4.3	5.8	5.8	5.3	3.6	55.3	4.61
HB-21	5.3	5.3	4.7	4.8	4.2	4.3	1.6	3.8	5.7	5.5	4.3	4.3	53.8	4.48
HB-13	4.6	4.6	4.9	4.6	2.7	3.4	1.3	3.9	5.9	5.1	4.2	4.8	50.0	4.17
HA-28	4.7	4.4	4.2	4.3	4.2	4.4	1.2	3.9	6.3	4.9	4.2	4.6	51.3	4.28
X-304-A	4.6	4.9	4.2	3.4	2.8	5.1	2.0	4.5	6.8	5.6	3.1	4.7	51.7	4.31
HA-26	5.5	4.0	4.1	3.1	2.9	4.8	1.4	3.2	5.6	5.1	3.8	3.7	47.2	3.93
ACROSS 7423	5.0	5.1	4.5	3.4	3.3	4.2	1.1	3.3	5.7	4.3	3.9	4.5	48.3	4.03
ICTA-A2	4.3	4.4	4.0	3.1	3.7	4.1	1.3	3.8	5.4	4.6	4.4	4.1	47.2	3.93
B-3	4.7	4.4	4.6	4.2	4.3	3.9	1.2	3.6	5.5	4.7	3.8	4.5	49.4	4.12
B1-C5	4.1	4.0	4.2	3.6	3.1	2.1	1.2	4.1	5.9	4.9	3.5	4.5	45.2	3.77
CRIOLLO	1.6	3.8	1.9	3.0	3.2	4.5	1.7	2.9	3.6	5.9	2.8	4.8	39.7	3.31
TOTAL	81.0	82.6	72.9	67.2	63.3	72.8	25.7	65.0	97.2	88.5	69.5	79.1	864.8	4.24
Y.J	4.76	4.86	4.29	3.95	3.95	3.72	4.28	1.51	3.82	5.72	5.21	4.09	4.65	x 4.24
I.J	0.52	0.62	0.05	-0.29	-0.52	0.04	-2.73	-0.42	1.48	0.97	-0.15	0.41		

Y.J = Promedio Ambiental = Indice Ambiental

Cuadro No. 11

ANALISIS DE VARIANZA PARA EL CALCULO DE LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD EN 17 VARIEDADES EXPERIMENTALES EN 12 AMBIENTES DE PRUEBA

FUENTES	G.L	S.C	C.M	F.c.	F.c.	F.Tab.
Total	203	280.59	1.38			
Vars. (v)	16	25.40	1.59	cm1	5.13	**
AMB (A)	11	225.19	1.36			
V x A	176	—				
AMB (lin)	1	0.70				
V x A (lin)	16	201.80	12.61	cm2	40.68	**
DESV. Pond	170	52.69	0.31	cm3		**
Var. 1	10	2.68	0.27		1.17 N.S	
Var. 2	"	2.20	0.22		1.22 N.S.	
Var. 3	"	2.79	0.28		0.96 N.S.	
Var. 4	"	1.81	0.18		0.78 N.S.	
Var. 5	"	1.70	0.17		0.74 N.S.	
Var. 6	"	1.66	0.17		0.74 N.S.	
Var. 7	"	2.71	0.27		1.17 N.S.	
Var. 8	"	1.30	0.13		0.57 N.S.	
Var. 9	"	2.86	0.29		1.26 N.S.	
Var. 10	"	1.27	0.13		0.57 N.S.	
Var. 11	"	4.94	0.49		1.26 N.S.	
Var. 12	"	3.40	0.34		0.57 N.S.	
Var. 13	"	1.50	0.15		2.13 *	
Var. 14	"	1.12	0.11		1.48 N.S.	
Var. 15	"	1.36	0.14		0.61 N.S.	
Var 16	"	4.61	0.46		2.00 *	
Var. 17	"	13.79	1.38		6.00 **	
Error Pond.	"		0.23			

\* = Significante al 5 o/o

\*\* = Significante al 1 o/o

N.S. = No significativo

Cuadro No. 12

RENDIMIENTO MEDIO Y PARAMETROS DE ESTABILIDAD  
PARA 17 VARIETADES DE MAIZ EN 12 AMBIENTES DEL  
SUR ORIENTE, JUTIAPA, 1977.

VARIETADE	Rendimiento Promedio	Coef. de	Desviación de:
	Ton./Há	REGRESION bi	REGRESION S <sup>2</sup> di
1. T - 101	4.73	1.07 N.S	0.78 N.S.
2. HB-17	4.61	0.96 N.S	1.17 N.S
3. HB-19	4.60	1.08 N.S	0.74 N.S
4 H - 5	4.54	0.94 N.S	1.92 N.S
5. HA-24	4.48	1.11 N.S	0.96 N.S
6. HB-21	4.48	0.99 *	0.57 N.S
7. HB-11	4.46	0.97 *	1.17 N.S
8. HA-22	4.34	0.94 N.S	0.74 N.S
9. X-304-A	4.31	1.09 N.S	2.13 *
10. HA-28	4.28	1.05 N.S	0.57 N.S
11. HB-13	4.17	1.06 N.S	1.26 N.S
12. B-3	4.12	0.94 N.S	0.61 N.S
13-ACROSS			
7423	4.03	1.08 N.S	0.65 N.S
14. Ha-26	3.93	1.03 *	1.48 N.S
15. ICTA A2	3.03	0.91 N.S	0.48 N.S
16. B1 C5	3.77	1.01 *	2.00 *
17. Criollo	3.31	0.64 N.S	6.00 *

\* = Significativo al 5o/o, entonces bi 1 y S di diferente de cero.

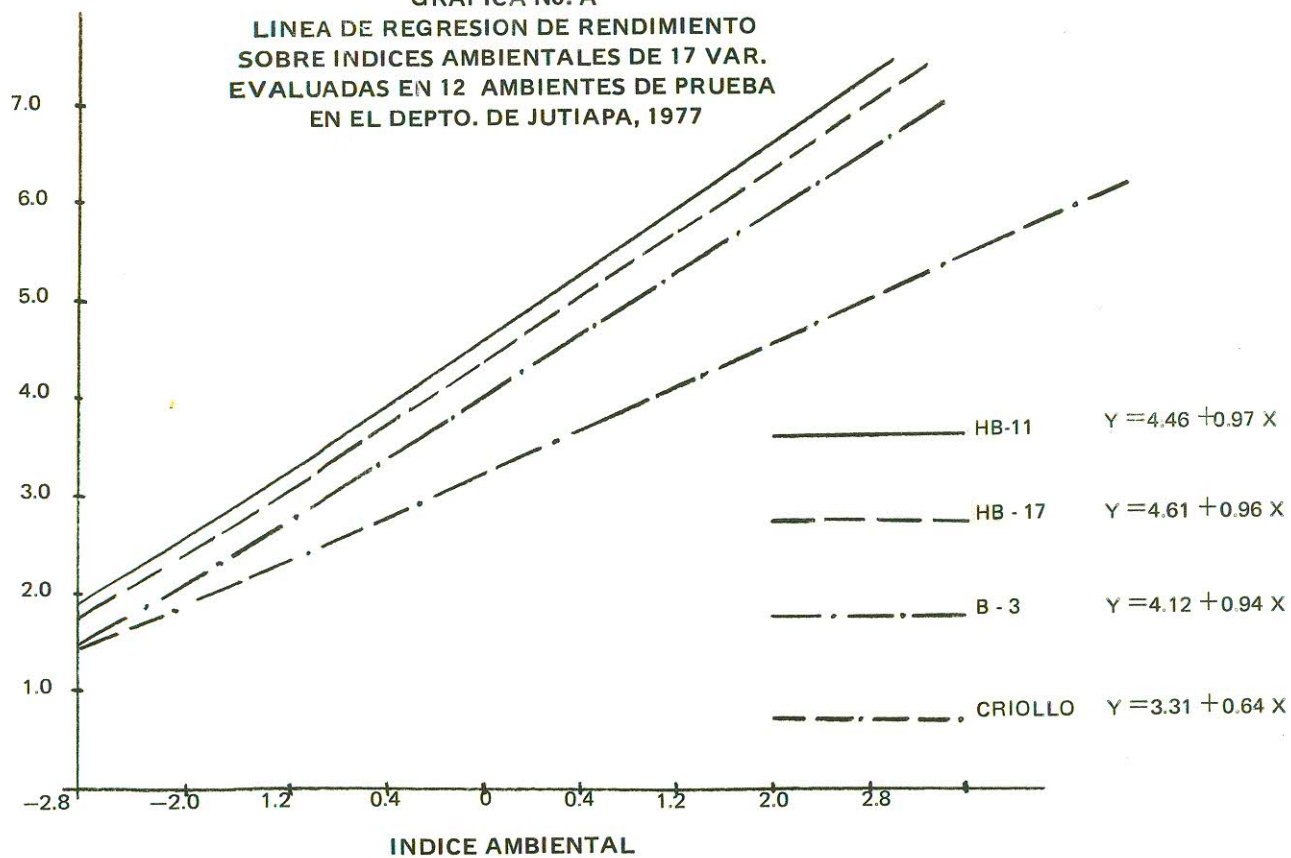
N.S = No significativo, bi diferente de uno y S di igual a cero.

#### 4. CLASIFICACION DE LAS DISTINTAS VARIEDADES

Segun tabla propuesta por Carballo y Márquez (1970)

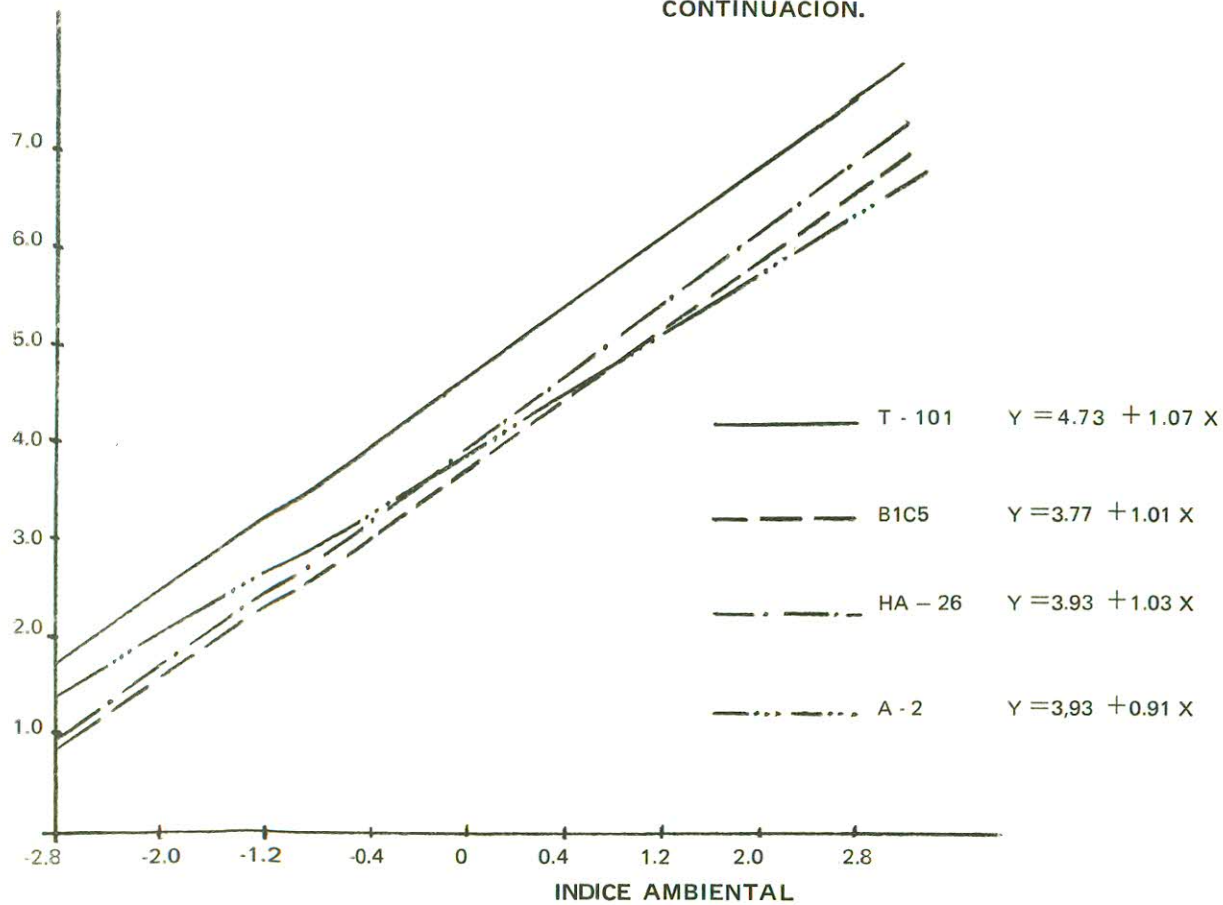
VARIEDAD	PARAMETROS DE ESTABILIDAD		DESCRIPCION
	bi	S <sup>2</sup> di	
HB-11	1.00	0.0	Variedades estables - responden bien en - todos los ambientes.
HB-21	1.00	0.0	
HA-26	1.00	0.0	
HB-17	0.96	0.0	Responden mejor en ambientes desfavorables. Consistente.
H-5	0.94	0.0	
HA-22	0.94	0.0	
B-3	0.94	0.0	
ICTA -A2	0.94	0.0	
Criollo	0.64	6.0	Responden mejor en ambientes desfavorables. Inconsistente.
T-101	1.07	0.0	Responden mejor en buenos ambientes. Consistente.
HB-13	1.06	0.0	
HB-19	1.08	0.0	
HA-24	1.11	0.0	
HA-28	1.05	0.0	
ACROSS 7423	1.08	0.0	
X-304-A	1.09	2.13	Responden mejor en buenos ambientes. Inconsistente.
B1C5	1.01	2.00	Buena respuesta en todos los ambientes. Inconsistente.

GRAFICA No. A  
 LINEA DE REGRESION DE RENDIMIENTO  
 SOBRE INDICES AMBIENTALES DE 17 VAR.  
 EVALUADAS EN 12 AMBIENTES DE PRUEBA  
 EN EL DEPTO. DE JUTIAPA, 1977



GRAFICA B  
CONTINUACION.

47



## 5. INTERPRETACION DE LAS CURVAS DE REGRESION

Las curvas de regresión mostradas en las gráficas A y B, muestran el comportamiento del material probado bajo los diferentes ambientes. Así se nota, que la tendencia de algunos materiales, que principian con bajos rendimientos en malos ambientes, ascienden hasta llegar a producir altos rendimientos en buenos ambientes; otros principian con rendimientos no tan bajos en los malos ambientes, y siempre con la tendencia de ascenso de rendimientos en buenos ambientes; siendo estos materiales los que dieron una mejor respuesta en los ambientes desfavorables.

Así tenemos por ejemplo que:

HB-11 (gráfica A) que resultó ser material estable principia con un rendimiento más alto en el más bajo índice ambiental, en comparación con los otros materiales analizados hasta alcanzar un alto rendimiento en el mejor índice ambiental. La tendencia de Hb-11 es superior a los otros materiales analizados, ya que muestra un sentido ascendente en su rendimiento al cambiar de los malos a los buenos ambientes y esta es una característica que lo hace ser un buen genotipo por su comportamiento.

HB-17 nos dá buena respuesta en los ambientes desfavorables y como se observa en la misma gráfica manifiesta una tendencia igual que Hb-11 pero es inferior a éste. Criollo tiene buena respuesta en ambientes desfavorables pero inconsistente, el peor ambiente no le resultó propicio y muestra un rendimiento inferior a los materiales citados anteriormente. Al cambiar de los malos a los buenos ambientes, manifiesta una tendencia ascendente pero sin responder en buena forma en los buenos ambientes como lo hacen los otros materiales analizados lo cual es evidencia de inconsistencia.

## VI.- DISCUSION

Tomando en cuenta la tabla de clasificación propuesta por Carballo y Márquez citados por Córdova (5) para la interpretación de los parámetros de estabilidad notamos que:

Los híbridos HB-11, HB-21 y HA-26 resultaron estables por su  $b_i=1$  y  $S^2_{di}=0$ ;

lo cual indica que su respuesta fué buena en todos los ambientes de prueba, condición que los hace ser genotipos deseables para su producción.

Los híbridos HB-17, H-5, Ha-22 y las variedades ICTA-A2 e ICTA B-3 tienen mejor respuesta en los ambientes desfavorables; siendo esta respuesta consistente. Estas variedades e híbridos tienen buena respuesta por cuanto los rendimientos estuvieron buenos en todos los ambientes malos, habiendo poca variación entre uno y otro ambiente. Asimismo notamos que los materiales mencionados anteriormente demostraron una buena tolerancia a la sequía ya que su comportamiento fué consistente en los ambientes desfavorables; condición que los hace buenos materiales ya que como es notorio el régimen de lluvias es muy irregular y por ende la existencia de maíces con estas características presentan una buena opción a cultivarlos en la región.

El criollo de la región es una variedad que responde mejor en ambiente desfavorable. Aunque su respuesta fue inconsistente, su comportamiento fue muy variable entre los distintos ambientes; además, su rendimiento promedio fue el más bajo de todos los materiales evaluados. Comparando con trabajos efectuados con anterioridad al presente, la desviación de regresión ( $S^2_{di}$ ) de la variedad criolla nos da una  $S^2_{di}$  (6.0) altamente significativa; en parte esto puede deberse al hecho de que no en todos los ambientes de prueba se utilizó semilla puramente criolla, sino que se utilizó H-5 y éste acusó un alto rendimiento en algunos ambientes, debido a la cual, posiblemente nos dió una respuesta inconsistente.

ICTA B1C5 responde en todos los ambientes, aunque su respuesta es inconsistente. Esto quiere decir que en algunos ambientes responde bien y en otros responde mal; es decir que no hay uniformidad en su respuesta. Esto es contrario a lo que cita Salguero (15), que en base a la interpretación de los parámetros de estabilidad clasifica a ICTA B1C4, como una variedad estable, ya que su coeficiente de regresión es igual a 1 y su desviación de regresión ( $S^2_{di}$ ) igual a 0; además por tener una media alta de rendimiento en relación con el resto de variedades, podría considerarse como deseable para los diferentes ambientes experimentales y podría considerarse como una variedad estable según Márquez (13); ya que cumple con la condición de no interacción con el medio ambiente, lo cual tiene que cumplirse en B1C5, ya que esta es una condición genética que se ha tratado de heredar con las generaciones de selección; eso sí, se considera que el medio ambiente ejerce una influencia poderosa en el vegetal, ya que de la buena disponibilidad de los factores del medio ambiente depara la buena o mala producción, porque sí en determinada

etapa del ciclo vegetativo, le hace falta el agua y el período de sequía es muy prolongado difícilmente podrá esperarse buena cosecha, todo lo cual fue una característica especial para el año 1977.

El rendimiento de B1C5 fue inferior a la de muchos híbridos, pues solo pudo superar a criollos de la región, aunque no con diferencia significativa. Pero parece cumplirse que en los distintos ciclos avanzados de la variedad B-1 se van aumentando los rendimientos con los ciclos de selección, ya que Salguero (15) anota un rendimiento para ICTA B1C5 de 3.33, Ton./Há en 1976 pero para el estudio realizado en 1977 B1C5 reportó un rendimiento promedio para 12 ambientes de prueba de 3.6 Ton./Há; esto quiere decir que en un ciclo de selección se ganó 0.3 de Ton./Há, lo cual en toda forma es deseable y se debe seguir trabajando con él. Además de lograrse incremento en rendimiento se pueden mejorar características agronómicas como cobertura de mazorca ya que este es un pequeño defecto que posee B1C5. (Ver cuadro No. 5).

ICTA B-3 es una variedad de polinización libre con características de planta enana seleccionada bajo condiciones de sequía; es decir que esta planta se ha seleccionado bajo condiciones de ambientes desfavorables para que responda en ambientes adversos (sequía). La respuesta que nos dá el análisis (cuadro No. 12), establece que B-3 es una variedad que responde mejor en ambientes desfavorables y su respuesta es consistente; esto nos demuestra que la finalidad por la que fue creado se cumple; por lo que podemos decir, que es una variedad buena para los distintos ambientes de prueba, además se nota un mejor rendimiento en comparación con B1C5 y otras variedades e Híbridos.

En el análisis se observa que hay diferencia entre medias varietales y esto es debido a la variación que existe entre un ambiente y otro por lo que las distintas variedades e híbridos es lógico que respondieron mejor en el ambiente que les resultó más propicio. Los distintos ensayos se vieron afectados unos por falta de humedad, otros por exceso de humedad al darse problemas de encharcamiento, ya que los suelos donde estas se sembraron son suelos arcillosos con poco drenaje.

Asimismo podemos notar que hay diferencia genética entre variedades, ya que aquellas variedades que han sido forzadas para que respondan mejor en ambientes desfavorables llevan adicionados genes resistentes a sequía, plagas y enfermedades, etc. De esta manera, en ambientes donde hubo mala disponibilidad de agua, ataque más severo de plagas y enfermedades, estas variedades respondieron mejor que las variedades que fueron creadas bajo condiciones óptimas de cultivo.

## VII.- CONCLUSIONES

1.- Los híbridos y variedades que responden mejor en ambientes favorables no se comportan así en ambientes desfavorables, por lo que podemos concluir que:

1.A.- Los híbridos HB-17, HA-22, H-5 y la variedad B-3 e ICTA A-2 responden mejor en ambientes desfavorables dando una respuesta consistente. Estos han sido formados para que respondan mejor en ambientes desfavorables; o sea que estos llevan condicionados genes tolerantes a sequía siendo su respuesta por lo tanto buena en esos ambientes.

1.B.- Los híbridos T-101, HB-19, HA-24, HA-28, HB-13, responden mejor en ambientes favorables, dando una respuesta consistente y encontrándose en este grupo los que obtuvieron más altos rendimientos.

Este grupo de híbridos ha sido formado bajo buenas condiciones de suelo y agua; en otras palabras, fueron creados bajo condiciones de ambientes favorables por lo que su respuesta es buena en estos ambientes. El HB-13 aparentemente tuvo el más bajo rendimiento.

2.- Los criollos de la región responden mejor en ambientes desfavorables, aunque su respuesta es inconsistente y además su rendimiento promedio fue el más bajo; lo que resulta en un maíz poco recomendable para la región, sobre todo si se busca aumento en la productividad por área y por ende una mejor ganancia.

3.- ICTA B1C5 a pesar de su inconsistencia, es un maíz que puede sustituir a los criollos de la región por sus características agronómicas deseables.

4.- ICTA B-3 es una variedad que tuvo un buen comportamiento y la respuesta que da, según la interpretación de la tabla de clasificación propuesta por Carballo y Márquez citados por Córdova (5), es una variedad que está respondiendo según condiciones para las que fue creada, y a pesar de ser una selección de ICTA B-1 superó a este último en rendimiento pues la selección fue hecha en ambientes de sequía en Jutiapa.

5.- Los híbridos HB-11, HB-21 y Ha-26 resultaron estables, condición que los hace genotipos deseables.

## VIII.- RECOMENDACIONES

- 1.- ICTA B-3 puede sustituir a ICTA B-1 y a criollos en el oriente del país.
- 2.- ICTA T-101 y H-5 pueden sembrarse indistintamente aunque T-101 presente características agronómicas más aceptables como altura de planta upoco inferior a H-5, lo que le hace más resistente al acame; además es ligeramente superior en rendimiento.
- 3.- Seguir evaluando los híbridos que se encuentran en fase experimental, en los distintos ambientes para determinar su comportamiento y de esta manera aceptarlos o desecharlos de acuerdo a sus características agronómicas y la aceptación por parte de los agricultores de la región.
- 4.- Seguir trabajando con ICTA B-1 en ciclos avanzados, ya que por alguna de sus características agronómicas, tales como: tolerancia a sequía, y por ser una variedad de polinización libre, representa ventajas para el agricultor por lo que resulta ser una planta deseable para la condición de la región.
- 5.- Dentro de los híbridos amarillos se recomienda por ejemplo ICTA A-2, ya que nos dá una buena respuesta en ambientes desfavorables, siendo consistente; y además tiene características agronómicas deseables. Esto como alternativa para agricultores de la zona que busquen estas características.

## IX.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- ARIAS, R., Ensayo preliminar de rendimiento con híbridos y variedades experimentales de maíz. (En: XXII Reunión Anual del PCCMCA. San José, Costa Rica del 26-29 de julio 1976).
- 2.- BRAUER, O., Fitogenética aplicada. México, Editorial Limusa-Wiley, S.A., 1969. 518 p.
- 3.- CAMACHO, L.H., Estabilidad y adaptabilidad de líneas homocigotas de frijol, *Phaseolus vulgaris* L, y su implicación en la selección por rendimiento. (En: Revista ICA, Colombia No. 3, pp165-178. 1968).
- 4.- CARBALLO, C.A., Comparación de variedades de maíz del bajo y de la mesa central por su rendimiento y estabilidad. Chapingo, colegio de Post-graduados, México, 1970. (Tesis Mag. Sc.).
- 5.- CORDOVA, H.S., Efecto del número de líneas endogámicas sobre el rendimiento y estabilidad de las líneas sintéticas derivadas en maíz (*Zea mays* L.), Chapingo, colegio de Post-graduados, México, 1975. 117p. (Tesis Mag. Sc.).
- 6.- CORDOVA, H.S., Información escrita y hablada sobre material experimental evaluado en el presente trabajo de tesis. Genetista del Programa de maíz de ICTA. Guatemala, 1978.
- 7.- COCHRAN, W.C. Y COX, G.M., Diseños experimentales. México, Editorial Trillos, 1974.
- 8.- DARDON CRUZ, OTTO F., Características agronómicas y evaluación del potencial de rendimiento de siete variedades de maíz (*Zea mays* L.), en el departamento de Jutiapa. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1977. 52 p. (Tesis Ing. Agr.).
- 9.- GUATEMALA. Ministerio de Agricultura, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. Informe anual 1975-76, Programa de producción de maíz. Guatemala, ICTA, 1976.
- 10.- -----, Informe programa de producción de maíz 1976-77. Guatemala, ICTA, 1977. 136 p.
- 11.- -----, Informe Anual 1977-78, Región VI, Jutiapa,

curso de Adiestramiento. Guatemala, ICTA, 1978.

- 12.- LEIVA, R., Efecto de la selección familiar sobre el rendimiento y características agronómicas en tres poblaciones de maíz (*Zea mays* L.). Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1977. 87 p. (Tesis Ing. Agr.).
- 13.- MARQUEZ, S.F., El problema de la interacción genética ambiente en genotecnia vegetal. Chapingo, Colegio de Post-graduados, México, 1970. pp 22-24 (Tesis Mag. Sc.).
- 14.- OSTLE, BERNARD, Estadística aplicada. Técnicas de la estadística moderna, cuando y donde aplicarlas. Centro Regional de Ayuda Técnica. México, Agencia para el Desarrollo Internacional, (AID). 1968.
- 15.- SALGUERO, V., Estimación de los parametros de estabilidad para medir el rango de adaptabilidad de 4 híbridos y 6 variedades de maíz (*Zea mays* L.), en el sur oriente de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1977. 83 p. (Tesis Ing. Agr.).
- 16.- SIMMONS, C.S., TARANO, J. & PINTO, J.H., Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, Ministerio de Educación Pública. Editorial José de Pineda Ibarra y Ministerio de Agricultura, IAN-SCIDA, 1959, 1000 p.

Vo.Bo.

M.E. Chávez T.  
Bibliotecario.

**X.— APENDICE**

Exp. No. 14

Rendimiento, promedio en Ton./Ha. al 15 o/o de humedad y comparación de medias por la prueba de DUNCAN.

VARIEDAD	RENDI. $\bar{x}$	AGRUPAMIENTO
HB-11	6.0	a
T-101	5.8	ab
HB-19	5.7	abc
HA-26	5.5	bc
HB 21	5.3	cd
HA-24	5.0	de
Across 7423	5.0	de
HB-17	4.8	e
HA-22	4.7	ef
HA-28	4.7	ef
B-3	4.7	ef
H-5	4.6	ef
HB-13	4.6	ef
X-304-A	4.6	ef
ICTA -A-2	4.3	fg
B1 C5	4.1	gh
Criollo	1.6	i

2 ó más variedades identificadas con la misma letra no difieren estadísticamente una de otra, al 5 o/o de probabilidad.

Exp. No. 15

Rendimiento promedio en Ton./Ha al 15 o/o de humedad; y comparación de medias por la prueba de DUNCAN

VARIEDAD	REND $\bar{x}$	AGRUPAMIENTO
HB-17	6.3	A
T - 101	6.0	AB
HA - 24	5.3	C
HA - 21	5.3	C
HB - 11	5.1	C
Across 7423	5.1	C
H - 5	5.1	C
HB - 19	5.0	CD
HA - 22	4.9	CD
X - 304-A	4.9	CD
HB - 13	4.6	DE
HA - 28	4.4	EF
ICTA A2	4.4	EF
B - 3	4.4	EF
HA - 26	4.0	FG
Bi C5	4.0	FG
Criollo	3.8	G

2 0 más variedades identificadas con la misma letra no difieren estadísticamente una de otra al 5 o/o de probabilidad.

Exp. No. 16

Rendimiento promedio en Ton./Há., al 15 o/o de humedad y comparación de medias por la prueba de DUNCAN.

VARIEDAD	REND x	AGRUPAMIENTO
HB-19	5.1	A
HB-13	4.9	AB
HB-11	4.8	ABC
HB-17	4.8	ABC
HA-24	4.7	ABC
HB-21	4.7	ABC
B-3	4.6	BCD
Across 7423	4.5	BCDE
T-101	4.4	CDEF
HA-28	4.2	DEF
X-304-A	4.2	DEF
B1C5	4.2	DEF
H 5	4.1	EFG
HA-26	4.1	EFG
ICTA A2	4.0	FG
HA-22	3.7	G
Criollo	1.9	H

2 ó más variedades identificadas con la misma letra no difieren estadísticamente una de otra al 5 o/o de probabilidad.

Exp. No. 18

Rendimiento promedio en Ton./Há., al 15 o/o humedad y comparación medias por la prueba de DUNCAN.

VARIEDAD	REND. $\bar{x}$	AGRUPAMIENTO
H-5	5.0	A
HA-22	4.5	B
HB-19	4.4	B
B-3	4.3	B
HB-21	4.2	B
HA-28	4.2	B
HB-17	4.1	BC
HA-24	3.7	CD
ICTA A2	3.7	CD
HB-11	3.6	DE
T-101	3.6	DE
Across 7423	3.3	DEF
Criollo	3.2	EFG
B1C5	3.1	FGH
HA-26	2.9	FGH
X-304-A	2.8	GH
HB-13	2.7	H

2 ó más variedades con la misma letra no difieren estadísticamente una de otra al 5 o/o de probabilidad.

Exp. No. 20

Rendimiento promedio en Ton./Há., al 15 o/o de humedad y comparación entre medias por medio de la Prueba de Duncan.

VARIEDAD	REND. $\bar{x}$	AGRUPAMIENTO
HB-19	5.1	A
X-304-A	5.1	A
HA-26	4.8	AB
HB-11	4.7	ABC
HA-24	4.7	ABC
T-101	4.7	ABC
HB-17	4.5	BCD
Criollo	4.5	BCD
HA-22	4.4	BCD
HA-28	4.4	BCD
HB-21	4.3	CDE
Across 7423	4.2	DE
Icta A2	4.1	DE
B-3	3.9	E
H-5	3.9	E
HB-13	3.4	F
B1 C5	2.1	G

2 ó más más variedades con la misma letra no difieren una de otra al 5 o/o de probabilidad.

Exp. No. 22

Rendimiento promedio en Ton./Há., al 15 o/o de humedad y comparación entre medias por medio de la prueba de DUNCAN

VARIEDAD	REND. $\bar{x}$	AGRUPAMIENTO
H-5	2.1	A
X-304-A	2.0	AB
HB-17	1.9	AB
HB-11	1.8	ABC
T-101	1.8	ABC
Criollo	1.7	ABCD
HB-21	1.6	BCDE
HB-19	1.5	CDEF
HA-22	1.4	CDEF
HA-26	1.4	CDEF
HB-13	1.3	DEF
ICTA A2	1.3	DEF
HA-24	1.2	EF
HA-28	1.2	EF
B-3	1.2	EF
B1-C5	1.2	EF
Across 7423	1.1	F

2 ó más variedades con la misma letra no difieren estadísticamente una de otra al 5 o/o de probabilidad.

Exp. No. 24

Rendimiento promedio en Ton/Há., al 15 o/o de humedad, y comparación entre medias por medio de la prueba de DUNCAN.

VARIEDAD	REND. $\bar{x}$	AGRUPAMIENTO
X-304-A	6.8	A
HA-28	6.3	B
H-5	6.1	BC
HB-19	6.1	BC
T-101	5.9	BCD
HB-13	5.9	BCD
B1C5	5.9	BCD
HB-17	5.8	CDE
HA-24	5.7	CDE
HB-21	5.7	CDE
Across 7423	5.7	CDE
HB-11	5.6	DE
HA-22	5.6	DE
HA-26	5.6	DE
ICTA B3	5.5	DE
ICTA A2	5.4	E
Criollo	3.6	F

2 ó más variedades con la misma letra no difieren estadísticamente una de otra al 5 o/o de probabilidad.

Exp. No. 28.

Rendimiento promedio en Ton./Ha al 15o/o de humedad y comparación entre medias por medio de la prueba de DUNCAN.

VARIEDAD	REND. $\bar{x}$	AGRUPAMIENTOS
HA - 24	5.1	A
HB - 11	4.7	AB
T - 101	4.6	BC
HA - 22	4.6	BC
H - 5	4.5	BC
HB - 19	4.4	BC
Icta A2	4.4	BC
HB - 21	4.3	BCD
HB - 13	4.2	CDE
HA - 28	4.2	CDE
Across 7423	3.9	DEF
HA - 26	3.8	EF
B - 3	3.8	EF
HB - 17	3.6	F
B1C5	3.5	FG
X - 304 - A	3.1	GH
Criollo	2.8	H

2 o más variedades con la misma letra no difieren estadísticamente una de otra al 5o/o de probabilidades.

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. RODOLFO ESTRADA GONZALEZ  
D E C A N O



Los datos presentados en éste trabajo de tesis, fueron obtenidos durante el servicio que el autor prestó como técnico investigador del Programa de Prueba de Tecnología de la Región VI del Instituto de ciencia y Tecnología Agrícola.

Los resultados son propiedad de dicho instituto y se publican con la debida autorización.

## FE DE ERRATAS

En el Cuadro No. 4 Pag. 22 se lee:

En la Columna de desviaciones estandar en la linea que corresponde a grados de libertad.

En el Cuadro No. 4, Pag. 22 se lee:

En la columna grados de libertad correspondiente a la linea desviaciones ponderadas (V(N-Z) debe leerse (V(N-1).

En el cuadro No. 10, Pag. 37 se lee:

H.J = Promedio Ambiental = Indice Ambiental

Debe leerse:

H.J = Promedio Ambiental I.J. = Indice Ambiental.

En la Pag. 51 :

estables por su  $b-1$  y  $S^2_{di-0}$ ;

Debe leerse: estables por su  $b-1$  y  $S^2_{di-0}$ ;

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC  
DEPOSITO LEGAL  
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO