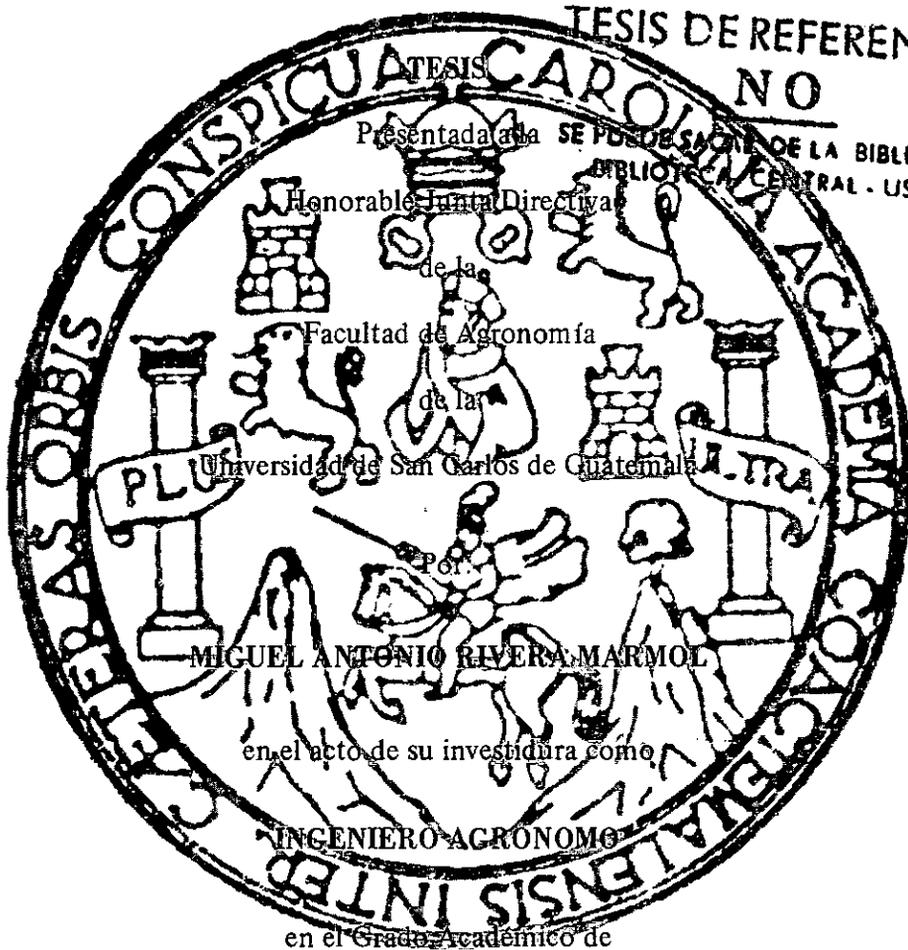


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

ESTUDIO SOBRE ADAPTACION DE VARIETADES  
Y LINEAS AVANZADAS DE TRIGO (*Triticum aestivum*)  
MEDIANTE EL USO DE PARAMETROS DE ESTABILIDAD

TESIS DE REFERENCIA  
NO



LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Mayo de 1979

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central  
Sección de Tesis

R.  
01  
T(400)  
c.2

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES:

MIGUEL ANGEL RIVERA GARCIA  
ANITA OLIMPIA MARMOL DE RIVERA  
"A cuyo esfuerzo y dedicación debo lo que soy"

A MIS HERMANAS:

ANA EDELMIRA RIVERA DE RIVAS  
SILVIA VERONICA RIVERA MARMOL

A MIS FAMILIARES

A MIS ASESORES:

Ing. Agrónomo RENE VELASQUEZ  
Ing. Agrónomo Alvaro del Cid  
Ing. Agrónomo Hugo Córdova O.

A MIS AMIGOS:

CARLOS HUMBERTO ESCOBAR  
ROLANDO BARAHONA CARIAS  
GABRIEL DE JESUS SILVA  
LUIS RAMIRO GONZALEZ F.

TESIS QUE DEDICO

A MI PATRIA GUATEMALA

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

A MIS ASESORES:

ING. AGRONOMO RENE VELASQUEZ

ING. AGRONOMO ALVARO DEL CID

ING. AGRONOMO HUGO CORDOVA O.

AL INGENIERO AGRONOMO HELIO RAMIRO ORTIZ

A MIS COMPAÑEROS

AL AGRICULTOR DE QUETZALTENANGO Y TOTONICAPAN

A MIS AMIGOS DE QUETZALTENANGO

## AGRADECIMIENTOS

En esta forma quiero patentizar mis sinceros agradecimientos a todas aquellas personas e instituciones que de una manera desinteresada, contribuyeron a llevar a cabo este trabajo. En especial:

AL Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. (ICTA)

AL Personal Técnico, Administrativo y de Campo del Centro de Investigación Agrícola de Occidente "Labor Ovalle", del ICTA.

AL Ingeniero Agrónomo René Velásquez.

AL Ingeniero Agrónomo Hugo Córdova O.

AL Ingeniero Agrónomo Ramiro Ortiz.

AL Ingeniero Agrónomo Alvaro Del Cid.

AL Ingeniero Agrónomo Juan Manuel Herrera.

A Mis maestros.

A Las secretarías: Blanca de Ramos y Consuelo Urizar por su empeño en el trabajo mecanográfico.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**RECTOR  
LIC. SAUL OSORIO PAZ**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA**

Decano en funciones	Ing. Agr. Rodolfo D. Estrada G.
Vocal 1o.:	
Vocal 2o.:	Dr. Antonio Sandoval S.
Vocal 3o.:	Ing. Agr. Rudy Villatoro
Vocal 4o.:	Br. Juan Manuel Irías Girón
Vocal 5o.:	P.A. Giovanni Reyes
Secretario:	Ing. Agr. Oscar A. González H.

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

Decano:	Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
Examinador:	Ing. Agr. Teófilo Alvarez
Examinador:	Ing. Agr. Carlos H. Aguirre
Examinador:	Dr. Antonio Sandoval S.
Secretario:	Ing. Agr. Leonel Coronado C.

SECTOR PUBLICO AGRICOLA  
INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS

Sa. Av. 12-31, Zona 9 - Edificio "El Cortez", 2a. y 3er. Niveles  
Teléfonos 66985 - 60500 - 67935  
Guatemala, C. A.

Guatemala, 30 de abril de 1979.

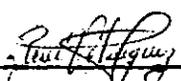
Señor Ingeniero:  
Rodolfo Estrada G.  
Decano en Funciones, Facultad de Agronomía  
Presente

Señor Decano:

Tengo el agrado de dirigirme a usted para manifestarle que en cumplimiento de lo resuelto por la Honorable Junta Directiva de esa Facultad, he proporcionado al Ingeniero Agrónomo Infiery, Miguel Antoni Rivera Mármol, la asesoría requerida para su trabajo de Tesis titulado: "ESTUDIO SOBRE ADAPTACION DE VARIEDADES Y LINEAS AVANZADAS DE TRIGO (Triticum aestivum) MEDIANTE EL USO DE PARAMETROS DE ESTABILIDAD".

He revisado el mencionado trabajo y habiendo encontrado satisfactorio y ajustado a los principios técnicos en que se basa dicha Tesis, le he dado mi aprobación.

Sin otro particular me suscribo de ustedes, atentamente:

  
Ing. Agrónomo René Velázquez

Asesor

**SECTOR PUBLICO AGRICOLA**  
**INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS**

Sa. Av. 12-31, Zona 9 - Edificio "El Cortez", 2o. y 3er. Niveles

Teléfonos 66985 - 60581 - 67935

Guatemala, C. A.

Guatemala, 30 de abril de 1979

Señor Ingeniero:  
Rodolfo Estrada G.  
Decano en Funciones, Facultad de Agronomía  
Presente

Señor Decano:

En cumplimiento de la designación que se sirvió hacer para asesorar al Ingeniero Agrónomo Infieri, Miguel Antonio Rivera Mármol, en la elaboración de su trabajo de Tesis titulado: "ESTUDIO SOBRE ADAPTACION DE VARIEDADES Y LINEAS AVANZADAS DE TRIGO (*Triticum aestivum*) MEDIANTE EL USO DE PARAMETROS DE ESTABILIDAD".

He revisado el mencionado trabajo y habiendo encontrado satisfactorio y ajustado a los principios técnicos en que se basa dicha Tesis, le he dado mi aprobación.

Sin otro particular me suscribo de ustedes, atentamente.

  
A horizontal line is drawn across the page, with the signature written above it and the typed name below it.

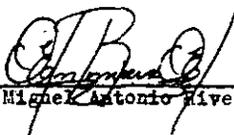
Ing. Agrónomo Alvaro del Cid.  
Asesor

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De acuerdo a las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de presentar a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado "ESTUDIO SOBRE ADAPTACION DE VARIETADES Y LINEAS AVANZADAS DE TRIGO (Triticum aestivum) MEDIANTE EL USO DE PARAMETROS DE ESTABILIDAD".

Con el proposito de llenar con él, el ultimo requisito para optar al titulo de INGENIERO AGRONOMO, en el grado de LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS.

Atentamente.

  
Miguel Antonio Rivera Marmol.

# CONTENIDO

## I. INTRODUCCION

## II. REVISION DE LITERATURA

- 2.1 Importancia del análisis de estabilidad
- 2.2 Aplicación de parámetros de estabilidad

## III. MATERIALES Y METODOS

- 3.1 Material genético
- 3.2 Localización de los sitios experimentales
- 3.3 Manejo de los experimentos

- 3.3.1 Preparación del terreno
- 3.3.2 Siembra
- 3.3.3 Fertilización
- 3.3.4 Control de malas hierbas
- 3.3.5 Cosecha

### 3.4 Análisis Estadístico

- 3.4.1 Diseño y parcela experimental
- 3.4.2 Parámetros de estabilidad
- 3.4.3 Prueba de significancia

- 3.4.3.1 Significancia de las diferencias entre medias varietales.
- 3.4.3.2 Hipótesis de que no hay diferencias genéticas entre las variedades para su regresión sobre los índices ambientales.
- 3.4.3.3 Hipótesis de que las desviaciones de regresión para cada variedad son estadísticamente iguales a cero.
- 3.4.3.4 Hipótesis de que los coeficientes de regresión, son estadísticamente iguales a 1.

- 3.4.4 Comparación múltiple de medias.

## IV. RESULTADOS

## V. DISCUSION DE RESULTADOS

## VI. CONCLUSIONES

## VII. BIBLIOGRAFIA

## VIII. APENDICE

## I. INTRODUCCION

Ha sido motivo de preocupación de los investigadores agrícolas de Guatemala, el desequilibrio existente entre la demanda y producción de trigo; debido a que en la actualidad se ha estado importando más del 50 o/o, para satisfacer las necesidades de consumo. Este déficit obedece a que el área actual de cultivo en Guatemala es restringido y el rendimiento promedio por unidad de área es muy bajo.

Para lograr un incremento de estos rendimientos por unidad de área se hace necesario, el uso de metodologías de mejoramiento adecuados para la obtención de variedades mejoradas y la evaluación previa de estas variedades antes de ser utilizadas comercialmente en forma intensiva.

El bajo rendimiento por unidad de área, es debido a que el trigo es cultivado por agricultores del altiplano en pequeñas extensiones de topografía accidentada, en microclimas variados y diferente manejo. Los bajos recursos económicos de estos agricultores limitan el uso de variedades mejoradas con buen potencial de rendimiento.

Sin embargo, conscientes de que el uso de variedades mejoradas con amplio rango de adaptación permitiría aumentar los rendimientos por unidad de área en los diferentes microclimas. La presente investigación pretende obtener información preliminar sobre el comportamiento de las variedades o líneas avanzadas de trigo antes de ser utilizadas comercialmente mediante el uso de parámetros de estabilidad.

Para el logro de este objetivo; en el presente trabajo se plantea la siguiente hipótesis:

Las variedades en estudio manifiestan diferente respuesta en las regiones donde se evaluaron.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Importancia del Análisis de Estabilidad

La amplia variación ambiental y cultural que existe en muchos de los países en América Latina, ha hecho que los investigadores y fitomejoradores tomen en consideración la necesidad de obtener variedades de plantas cultivadas adaptadas dentro de una región ecológica y socialmente definida a la mayor parte de las situaciones que se presenten en esos contextos.

Córdova (1975), citado por Dávila, afirma que si el medio ambiente ejerciera poca influencia sobre el comportamiento de las variedades evaluadas no sería necesario conducir experimentos en varias localidades o años, por lo que un sólo ambiente proveería la información adecuada del rango de adaptación de dichas variedades.

Las pruebas de comportamiento y cuando se analizan de la manera convencional, ofrecen la información sobre la interacción genotipo-ambiente, pero no dan una medida de la estabilidad de las variedades evaluadas, por lo que se hace necesario utilizar una metodología que nos indique el compartimiento de las variedades a través de diferentes condiciones ambientales como el modelo propuesto por Eberhart y Russell (1966) utilizando los coeficientes y desviaciones de regresión para definir los parámetros de estabilidad fenotípica que nos dan buen indicador de la capacidad de las variedades de amortiguar cambios ambientales.

Se hace necesario en la presente investigación, presentar una serie de definiciones para hacer comprensible lo expuesto y manejar un lenguaje común.

Según Márquez y Córdova (1976), el término de adaptabilidad presenta algunas dificultades para su entendimiento. Para unos investigadores denota la facultad del individuo (o de la población), de responder en la misma forma a los ambientes a que se somete a prueba, y en este sentido tendría el mismo significado de estabilidad: Algo que no cambia a través del espacio o del tiempo (Márquez, 1973).

Sin embargo, para otros puede significar lo contrario; es decir, algo que responde al cambio ambiental, lo cual estará de acuerdo con la definición de estabilidad de Eberhart y Russell (1966) Si la respuesta al cambio es exacta. Debido a que el término estabilidad, de acuerdo a estos autores, causa confusión con su acepción común, una forma genérica de referirnos a la adaptabilidad será "Sensibilidad", que se refiere a que una variedad responde (es sensible) a los cambios ambientales, mientras que su contraparte "Subsensibilidad", se refiere a que la variedad responde en menor grado a dichos cambios. En esta forma, cuando hablemos de una variedad estable, nos estaremos refiriendo a una variedad subsensible.

**Interacción Genotipo-Ambiente:** Cuando se evalúan las variedades en varias localidades y durante varios años, frecuentemente las fuentes de interacción de primero y segundo orden resultan significativas o altamente significativas e la prueba de F. Esta prueba sin embargo, es de carácter global y nos dice que algunas variedades están interaccionando con los medios ambientes: ¿Qué significado tiene esto? El trabajo de Eberhart y Russell 1966 asigna a cada variedad su cuota correspondiente de la variación ambiental y de interacción genético ambiental ( $V_{\times E}$ ). Con su modelo, hicieron la partición de la varianza entre

ambientes y de la interacción genético ambiental en un efecto ambiental lineal y otro de desviación conjunta (no lineal).

En esta forma, el término  $V \times E$  lineal se estima para cada variedad como el coeficiente de regresión de sus medias en los ambientes sobre los índices ambientales, correspondiendo la desviación conjunta a la suma de cuadrados de las desviaciones de regresión. Al coeficiente de regresión y a la suma de cuadrados de las desviaciones les llamaron parámetros de estabilidad.

López (1978) presenta una serie de definiciones que se considera de mucha importancia mencionar.

## EL AMBIENTE

El ambiente de una planta, dice Billings 1952 (citado por López 1978), puede ser definido como la suma de todas las fuerzas externas y sustancias que afectan el crecimiento, estructura y reproducción de esa planta.

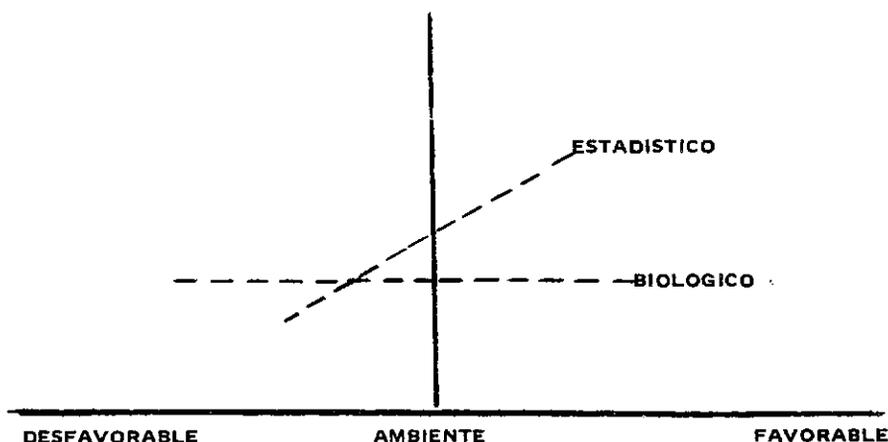
**AMBIENTE FAVORABLE.** Es aquel que proporciona el individuo (planta), las condiciones necesarias para un desarrollo óptimo, en cuanto a la manifestación de alguna característica determinada.

**AMBIENTE DESFAVORABLE.** Es aquel que no proporciona el individuo los recursos necesarios para que exprese en forma óptima una característica determinada.

**ESTABLE.** Este término estadístico se refiere a la respuesta de los individuos al ambiente y fue generado por los investigadores Eberhart y Russell (1966) y se debe distinguir del término común, desde el punto de vista biológico y agrónomo (Márquez 1973).

- a) **Concepto Biológico.** Un individuo estable es aquel que no cambia la manifestación de una característica determinada a pesar de que el ambiente cambie.
- b) **Concepto estadístico.** Es estable aquel genotipo que varía en forma proporcional a los cambios del ambiente. Estadísticamente tiene como característica un coeficiente de regresión igual a 1 ( $B_i = 1$ ) y una desviación a la línea de regresión de los valores observados igual a cero ( $S^2_d = 0$ ).

Según López, 1978, estas dos acepciones del concepto estable quedarían gráficamente de la siguiente manera:



Eberhart y Russell (1966) proponen la técnica de regresión para establecer el comportamiento de una variedad como respuesta a un grupo de ambientes en base a dos parámetros estadísticos que son coeficientes de regresión y desviaciones de regresión ( $b_i$  y  $S^2_{di}$ ).

Carballo (1970) empleando el modelo de Eberhart y Russell cataloga las variedades en función de los parámetros  $b_i$  y  $S^2_{di}$ , bajo ciertas situaciones posibles que se dan a continuación:

Coefficiente de regresión	Desviaciones de la regresión	Descripción
$b_i = 1.0$	$S^2_{di} = 0$	Variedad Estable
$b_i = 1.0$	$S^2_{di} > 0$	Buena respuesta en todos los ambientes, pero inconsistente.
$b_i < 1.0$	$S^2_{di} = 0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistente.
$b_i < 1.0$	$S^2_{di} > 0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables e inconsistente.
$b_i > 1.0$	$S^2_{di} = 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes y consistente.
$b_i > 1.0$	$S^2_{di} > 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes e inconsistente.

López 1978 hace una descripción en otros términos a que se refiere la

clasificación anterior, ya que podría desconcertar el hecho de que una variedad categorizada como de "respuesta mejor en ambientes desfavorables", presente una respuesta mucho mayor en un ambiente favorable, de ahí que se presenten las siguientes aclaraciones.

$$B = 1$$

Categorizada como "Variedad estable", pero se entiende mejor como sensible en su respuesta a los cambios de ambiente en forma proporcional a estos mismos.

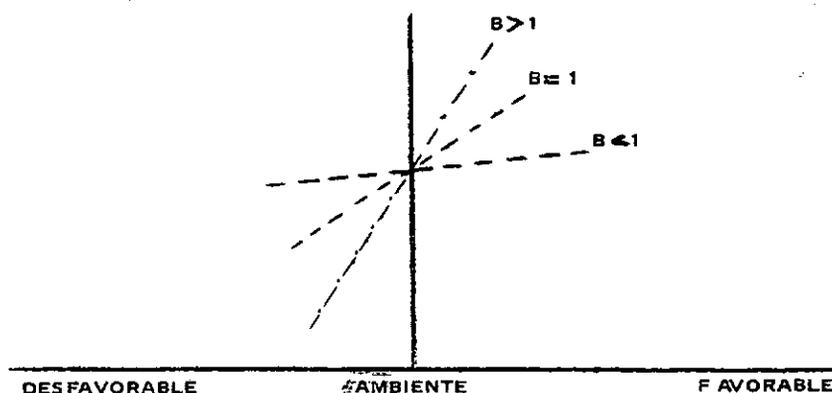
$$B < 1$$

Categorizada como de "Respuesta mejor en ambientes desfavorables", son genotipos poco sensibles a los cambios de ambiente.

$$B > 1$$

Categorizada como "Respuesta mejor en ambientes favorables", estos genotipos son altamente sensibles en su respuesta a los cambios ambientales.

El comportamiento de estos genotipos se tienen gráficamente como sigue:



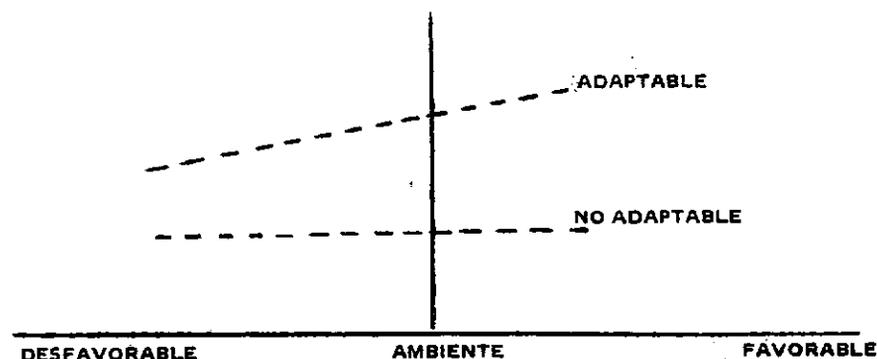
**ADAPTACION.** Allard 1964 (citada por López 1978). Es el acondicionamiento para sobrevivir a un ambiente específico.

**ADAPTABILIDAD.** (Allard 1964) Flexibilidad o capacidad para modificar el acondicionamiento ante un cambio de ambiente.

Con lo anterior se explica de que un genotipo tenga una serie de características que le permiten aprovechar lo que el medio le proporciona; ésto sería el acondicionamiento para vivir en ese ambiente determinado o sea Adaptación. Por otro lado, Adaptabilidad, es la capacidad de algunos individuos de poder modificar sus mecanismos fisiológicos en función de los cambios ambientales con

el objeto de lograr la sobrevivencia. Esto último es lo que Darwin 1969 (citado por López 1978) llamaría la persistencia del más apto. Un ejemplo de este fenómeno se da en lo que en mejoramiento se ha llamado una línea pura que tiene adaptación a un ambiente específico, pero si por alguna razón éste cambia o la línea pura se traslada a otro ambiente se observará que tiene poca adaptabilidad porque sus características se reducirán a su mínima expresión o perecerá.

Según López 1978. Los conceptos anteriores se representan gráficamente como sigue:



## 2.2 Aplicación de Parámetros de Estabilidad

Sprague y Jenkins (1943) y Allard (1961) coinciden en que la mayor diversidad genética (cruzas múltiples en maíz por ejemplo) dota a las poblaciones de mayor estabilidad que las hace idóneas para utilizarse también en ambientes desfavorables.

Rowe y Andrews (1964) estudiaron la estabilidad de 6 poblaciones de maíz representantes de cuatro grados de Heterocigocidad: Líneas endogámicas (0o/o), F<sub>3</sub> y RC<sub>2</sub> (25 o/o), F<sub>2</sub> y RC<sub>1</sub> (50 o/o) y F<sub>1</sub> (100 o/o). Para el carácter rendimiento tomando a la componente de varianza entre ambientes como criterio ( $\sigma_e^2$ ), encontraron asociado un mayor grado de heterocigocidad con mayores tamaños de  $\sigma_e^2$ , o sea con una menor estabilidad. En relación a la diversidad genética, los autores encontraron "sorpresivo" que las poblaciones F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, y RC<sub>1</sub> y RC<sub>2</sub> (Heterogéneas), añadiendo que las F<sub>1</sub> deberían haber sido también más estables que las líneas. Con respecto a la componente  $\sigma_{VE}^2$  no hubo una asociación clara con el nivel de heterocigocidad, presentándose descendientemente su tamaño como sigue: Líneas, F<sub>1</sub>, RC<sub>1</sub>, F<sub>3</sub> y F<sub>2</sub>; o sea que las líneas y las F<sub>1</sub> interaccionaron más con los ambientes. En el análisis de regresión de cada grupo sobre los ambientes, de acuerdo al método de Finlay y Wilkinson (1963), los mayores cuadrados medios para las desviaciones de regresión correspondieron también a las líneas y a las F<sub>1</sub>, mientras que los coeficientes de regresión (B) aumentaron con un mayor grado de heterocigocidad.

Smith et al (1967), usando los parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell (1966), encontraron coeficientes de regresión mayores que 1 en genotipos de soya de alto rendimiento y viceversa.

Russell y Eberhart (1968), al comparar líneas endogámicas de maíz prolíficas y no 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 (1969) postulan que aunque la estabilidad de una cruz doble proviene de la mezcla de genotipo también parece ser que está bajo control genético; o sea que ciertos genotipos pueden mostrar mayor estabilidad que otro, 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 cruz 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 es probable que estén involucrados en esa estabilidad todos los tipos de acción génica.

Martínez et al (1970), estudiaron la estabilidad de dos variedades de maíz y sus progenies F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> y F<sub>4</sub>, sugiriendo los autores el uso de poblaciones heterocigóticas y heterogéneas para reducir el valor de la interacción genotipo-ambiente.

Carballo y Márquez (1970), 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 B no difieren mucho de 1 ó son superiores a éste; en tanto que el grupo de bajo rendimiento los coeficientes B no difieren de 1 ó son inferiores a este valor. Con respecto al parámetro S<sup>2</sup>d, en el grupo bajo, 9 de 16 estimaciones (56 o/o) son estadísticamente significativas, mientras que en el grupo alto sólo lo son 5 de 16 (31 o/o). Con esta premisa estimaron los coeficientes de correlación posibles entre las medias de rendimiento y los parámetros B y S<sup>2</sup>d. En las diferentes agrupaciones de las variedades solo dos coeficientes resultaron significativos (y negativos), entre B y S<sup>2</sup>d para las variedades sembradas bajo temporal. Sin embargo, la tendencia general fue la asociación de altos rendimientos con altos valores de B, y la asociación negativa del rendimiento y de B con S<sup>2</sup>d.

Reich y Atkins (1970) 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 (1966), 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 las mezclas de híbridos, los híbridos, las mezclas de líneas y las líneas; para el coeficiente B sólo el de las mezclas de líneas, definió de 1 significativamente ( $B \approx 1.09$ ); 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 (1971) evaluó 5 mestizos de tipo línea X H - 28 y al 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 (1972) estimó en sorgo de grano los parámetros de estabilidad en líneas, cruza de 3 líneas. Encontró menor estabilidad en las líneas y no encontró diferencias entre los dos tipos de cruza.

Bush et al (1976) evaluaron a 8 variedades de trigo y a sus cruza posibles en 6 ambientes como cruza masivas F<sub>2</sub> y en 5 ambientes como cruza masivas F<sub>3</sub>. Las cruza masivas exhibieron esencialmente el mismo rango de respuesta a los ambientes que las variedades y no tuvieron significativamente más bajas desviaciones de regresión que las variedades. Por otra parte, existió correlación positiva y altamente significativa ( $r \approx 0.73$ ) entre medias de rendimiento de las cruza masivas y los coeficientes B, más no entre aquellos S<sup>2</sup>d ( $r \approx 0.25$ ). Con respecto a los efectos de aptitud combinatoria general (A.C.G.) los coeficientes B de estos no estuvieron asociados con los de las líneas paternas como tales ( $r \approx 0.59$ ), pero sí lo estuvieron con sus respectivas desviaciones de regresión ( $r \approx 0.72$ ).

Baihaki et al (1976) evaluaron 44 líneas y 4 cultivares de soya durante 3 años en dos localidades. De la interacción genotipo x ambiente total, aproximadamente el 50 o/o, el 25 o/o y el 25 o/o fueron contribuidos 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 superior a 1, mientras que para el grupo bajo fue significativamente menor que 1. Los promedios de las desviaciones de regresión (S<sup>2</sup>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 más estable.

Vega (1975) evaluó los cruzamientos entre variedades y cruza simples de los híbridos de clima caliente húmedo con las variedades y cruza simples de clima caliente seco en cuatro ambientes.

Encontrando que en general las cruza ( $L_3 \times L_4$ )  $\times$  ( $T_2$  y  $T_3$ ) y ( $L_3 \times L_4$ )  $\times$  ( $T_{11}$   $\times$   $T_{12}$ ) fueron las que tuvieron un buen comportamiento y estabilidad. Estimó que los híbridos formados con líneas de germoplasma de diversos orígenes tienen estabilidad y buen comportamiento en medios ambientes favorables, en tanto que las variedades NLVS-1, Tuxpeño planta baja y su generación  $F_1$ , tienen buen comportamiento en medios ambientes desfavorables y son estables en los medios ambientes.

Márquez y Córdova (1975) evaluaron el efecto de líneas endogámicas sobre el comportamiento de sintéticos en maíz. En general los rendimientos medios y altos corresponden valores de  $B$  iguales o mayores que 1, y para rendimientos bajos, menores que 1. Los coeficientes de correlación ( $r$ ) entre medias de rendimiento y coeficientes de regresión ( $B$ ) mostró una asociación positiva y altamente significativa y negativa entre medias de rendimiento y desviaciones de regresión ( $S^2_d$ ) aunque no significativa.

Salguero (1977), evaluó el rango de adaptación de 4 híbridos y 6 variedades de maíz en el sur oriente de Guatemala. Encontrando que el híbrido H-5 se clasifica, según sus parámetros de estabilidad ( $B = 1$  y  $S^2_d = 0$ ), como una variedad con buena respuesta relativa en todos los ambientes, pero inestable. El híbrido H-S1 se muestra con una estabilidad un tanto similar a la del H-5 pero con mejor rendimiento en ambientes favorables. La variedad mejorada ICTA B1-C4 se considera estable para los distintos ambientes de prueba; en base a sus parámetros  $B = 1$   $S^2_d = 0$ . La variedad ACROSS 7423 se comportó como una variedad que responde relativamente mejor en condiciones adversas.

Dávila y Córdova (1978), evaluó el rango de adaptación de 16 variedades criollas colectadas en el área de Chimaltenango, en el altiplano medio de Guatemala, en comparación con cuatro variedades mejoradas para dicha región, utilizando el modelo de análisis de estabilidad de Eberhart y Russell (1966) a través de nueve localidades representativas del área.

En dicho estudio se determinó que las variedades criollas superaron en rendimiento y adaptación a las variedades mejoradas; encontrándose que el criollo 34 amarillo de Patzicía, clasificó como estable en base a la magnitud de sus parámetros de estabilidad ( $B = 1$  y  $S^2_{di} = 0$ ) y con media de rendimiento alta en relación a las variedades mejoradas, por lo que se considera deseable para la región en estudio, mientras que las variedades mejoradas para la región presentan poca adaptación y son muy sensibles a cambios ambientales.

CUADRO 1. CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS 25 VARIETADES O LINEAS  
DE TRIGO PROBADAS EN 1,977

GENOTIPOS	TIPO	DIAS A FLORACION	DIAS A MADUREZ
1. Quetzal - 75	Variedad	64	130
2. Gloria - 74	Variedad	67	138
3. Xelajú - 66	Variedad	65	132
4. Warifo - 59	Variedad	61	130
5. Chivito "S"	Variedad	69	140
6. Iequijel=BonzHb-Inia/Sd.648.5-8156 xPj-CM-8532-E-1M-1Y-500M-502Y-OM	Linea Avanzada	66	135
7. Azteca - 67	Variedad	62	134
8. 7 Orejas "S" = $\sqrt{(\text{Cno "S"} \times \text{Son.64-Klen})}$ Rend)81567(7033xNar59 <sup>3</sup> )CG-3912-Ox- 18x-4x-Ox	Linea Avanzada	63	133
9. Bobito "S" II-38837-9Y-2M-1Y-4M-OY	Linea Avanzada	65	136
10. (Cno-"S"-Gallo)(Cno"S"-7C) CG-4096-1x-1x-Ox	Linea Avanzada	67	137
11. Pavón "S" CM-8399-D-4M-3Y-3M-OY	Linea Avanzada	66	134
12. Santiaguito = $\sqrt{(\text{Cno "S"} \times \text{K1.Rend})}$ 81567(7033xNar.59 <sup>3</sup> )#3912-Ox-2x-6x- 18x-Ox	Linea Avanzada	61	135
13. $\sqrt{\text{Nar.59x(Yt5A}^2 \times \text{Nor.10B)Kt5A}^2 \text{Son}}$ 64 Y50 <sub>g</sub> -xGto/Inia)(Cno"S"-Son64) CG-4125-28x-9x-Ox	Linea Avanzada	62	137
14. ICTALO = Moncho "S" CM-8288-A-3M-3Y-500M-500Y-OM	Linea Avanzada	68	135
15. PAVON "S" CM-8399-D-4M-3Y-1M-OY	Linea Avanzada	68	137
16. Yr.Resel(B) x Azteca 67 CM-15013-2x-20J-Ox	Linea Avanzada	64	135
17. Tnc-12300xAzteca-67 CM-158-6M-5Y-4M-1Y-OY	Linea Avanzada	65	130
18. Pichimilla "S"	Linea Avanzada	65	139
19. L.8230-54(Fr-Ka1xGb) <sup>2</sup> xPato(B) CM-20447-26Y-9M-1Y	Linea Avanzada	62	134
20. Inia-Npo.x Cal <sup>2</sup> -/PV18A-Cno67 CM-15856-6M-1Y-OM-1Y-OY	Linea Avanzada	62	139
21. Yecora Resel (B) = Azteca 67 CM-15013-1x-1J-Ox	Linea Avanzada	62	133
22. ENU "S"	Linea Avanzada	62	130
23. (Cno"S"-GalloxNar59-ON/Wad63-L. R.64xBB)398 Ci-11870-B-3Y-1M-4Y-1M-OY	Linea Avanzada	63	135
24. TP.xCno-No.66/Bb-Cno CM-5526-A-3Y-1M-1Y-2M-OY-OM	Linea Avanzada	56	128
25. VARIEDAD DEL AGRICULTOR			

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Material Genético

En el presente estudio se utilizaron los genotipos que se indican en el Cuadro No. 1.

Se evaluó el rendimiento y estabilidad de 5 variedades comerciales, 19 líneas avanzadas de trigo y la variedad utilizada por el agricultor en cada uno de los ambientes en estudio.

Estos genotipos tienen una serie de características que contrastan tanto desde el punto de vista fenotípico como genotípico, ya que han sido desarrollados con diferentes objetivos.

#### 3.2 Localización de los sitios experimentales

9 ensayos uniformes sembrados en 9 localidades distintas, 5 sitios para Quetzaltenango y 4 sitios para el departamento de Totonicapán, como se muestra en el Cuadro No. 2

**CUADRO No. 2 LOCALIZACION DE LOS SITIOS EXPERIMENTALES**

Localización	Coordenadas Lat. norte	Geográficas Long. oeste	Altura M.S.N.M.
<b>QUETZALTENANGO</b>			
Llanos de Urbina	14°50'50"	91°28'20"	2320
Chajabal	14°54'40"	91°30'30"	2740
La Esperanza	14°51'50"	90°32'50"	2440
San Miguel Sigüilá	14°53'40"	91°36'20"	2440
Monrovia	14°54'20"	91°57'30"	2440
<b>TOTONICAPAN</b>			
San Francisco			
El Alto	14°56'30"	91°26'40"	2600
Nimasac	14°53'20"	91°22'00"	2520
Juchameb	14°56'20"	91°23'20"	2480
Vásquez	14°51'50"	91°23'20"	2600

Datos obtenidos de la Estación Experimental "Labor Ovalle, Quetzaltenango.

### 3.3 Manejo de los Experimentos

#### 3.3.1 Preparación del Terreno

Esta actividad fue realizada en cada uno de los sitios experimentales de acuerdo a las prácticas acostumbradas por el agricultor en la región.

#### 3.3.2 Siembra

Esta fue efectuada de acuerdo a la oportunidad de cada una de las localidades o ambientes, utilizando 110 kg/Ha. de semilla, el método de siembra utilizado fue al voleo.

#### 3.3.3 Fertilización

Para esta práctica se empleó la fórmula 110 Kg./Ha. de nitrógeno, 35 Kg./Ha. de  $F_2O_5$ , utilizando como fuentes 20-20-0 y un complemento de 46-0-0 (Urea), distribuidos así:

55 Kilogramos/Ha. de Nitrógeno a la siembra de la fórmula completa.

33 Kilogramos/Ha. de Fósforo a la siembra.

35 Kilogramos/Ha. de Nitrógeno a los 35 ó 40 días después de sembrado, utilizando la Urea.

#### 3.3.4 Control de malas hierbas

Esta fue efectuada dependiendo de la humedad con 2-4-D (amina) ó Tribunil; utilizando 4 medidas Bayer por bomba de 4 galones.

#### 3.3.5 Cosecha

Se realizó entre los 150 y 180 días después de la siembra, por el método de corte a mano con hoz, siendo trillado y pesado el trigo en el sitio de experimentación, tomándose muestras de cada parcela, determinándose el porcentaje de humedad.

### 3.4. Análisis Estadístico

#### 3.4.1 Diseño y Parcela Experimental

Las variedades o Líneas Avanzadas de trigo, fueron evaluadas utilizando un diseño de Lattice triple 5 x 5 con 2 repeticiones por grupo en el sitio, cuya área fue de 900 mts<sup>2</sup>., utilizándose 25 parcelas de 2 x 3 mts.

#### 3.4.2 Parámetros de Estabilidad

Con el objeto de estimar el efecto que tiene el ambiente sobre el rendimiento de las distintas variedades, se estimaron los parámetros de estabilidad utilizando el modelo establecido por Eberhart y Russell (1966) a las medias de rendimiento en los distintos ambientes de prueba. Para ello cada sitio experimental fue considerado como un ambiente. El modelo mencionado es el siguiente:

$$Y_{ij} = u_i + B_{1j} + E_{2dij}$$

en donde:

$Y_{ij}$  = Es la media varietal de la  $i$ -ésima variedad en el  $J$ -ésimo ambiente  
( $i = 1, 2, \dots, v; 1, 2, \dots, n$ )

$u_i$  = La media de  $i$ -ésimas variedades a través de todos los ambientes.

$B_i$  = Coeficiente de regresión que mide la respuesta de la variedad  $i$  en varios ambientes.

$I_j$  = Índice ambiental obtenido como el promedio de todas las variedades en el  $J$ -ésimo ambiente menos la media general.

$S^2_{dij}$  = Desviaciones de regresión de la variedad  $i$  en el ambiente  $J$ .

Mediante este modelo se divide la interacción genotipo por ambiente en dos partes:

- a) La variación debida a la respuesta de la variedad a los diferentes índices ambientales (suma de cuadrados de la regresión); y
- b) Las desviaciones inexplicables de la regresión sobre los índices ambientales.

En el Cuadro No. 3, aparece el análisis de varianza que se utilizó para el modelo antes mencionado.

El cuadrado medio del error conjunto (error ponderado) se obtiene por sumar la S.C. del error experimental de los análisis de varianza efectuados para cada experimento en particular y la suma total que resulta se divide entre el total de grados de libertad del error experimental resultantes de sumar los grados de libertad del error de cada uno de los experimentos. El valor que resulte se divide, a su vez, entre el número de repeticiones consideradas en los experimentos individuales.

El coeficiente de regresión y las desviaciones de regresión fueron los parámetros utilizados; y la forma de interpretarlos fue la propuesta por Carballo y Márquez (1970), ilustrado en el cuadro No. 4

### 3.4.3 Prueba de Significancia

3.4.3.1 La significancia de las diferencias entre medios varietales (hipótesis nula,  $H_0: V_1 = V_2 = \dots = V$ ) se efectuó mediante la prueba de F.

$$F = CM_1 / CM_3$$

3.4.3.2 La hipótesis de que no hay diferencias genéticas entre las variedades para su regresión sobre los índices ambientales se efectuó mediante la

CUADRO 3. ANALISIS DE VARIANZA UTILIZADO PARA LA ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD

Fuentes de Variación	G. de L.	Suma de Cuadrados	C.M.
Total	nv - 1	$\sum_i \sum_j Y_{ij}^2 - F.C.$	CM <sub>1</sub>
Variedades (V)	V - 1	$\frac{1}{n} \sum_i Y_i^2 - F.C.$	
Ambientes (A) Vrs. x Ambs.	$n - 1$ $(V-1)(n-1)$	$\sum_i \sum_j Y_{ij}^2 - \sum_i Y_i^2/n$	
Ambiente (lineal)	1	$\frac{1}{V} (\sum_i Y_j I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
Vrs. x Amb. (lineal)	V - 1	$\sum_i (\sum_j Y_j I_j)^2 / \sum_j I_j^2 - S.C.A. (lineal)$	CM <sub>2</sub>
Desv. Ponderadas	V(n-2)	$\sum_i \sum_j S_{ij}^2$	CM <sub>3</sub>
Variedad 1	n - 2	$(\sum_j Y_{ij}^2 - \frac{(Y_i)^2}{n}) - (\sum_j Y_{ij} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
Variedad V	n - 2	$(\sum_j Y_{vj}^2 - \frac{Y^2}{n}) - (\sum_j Y_{vj} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
Error Ponderado	n(r-1)(v-1)		

**CUADRO No. 4 INTERPRETACION DE LOS PARAMETROS  
DE ESTABILIDAD SEGUN CARBALLO Y MARQUEZ (1970)**

Coefficiente de regresión	Desviaciones de la regresión	Descripción de la variedad
$B_i = 1$	$S^2_{di} = 0$	Variedad estable.
$B_i = 1$	$S^2_{di} > 0$	Buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistente.
$B_i < 1$	$S^2_{di} = 0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables consistente.
$B_i < 1$	$S^2_{di} > 0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables inconsistente.
$B_i > 1$	$S^2_{di} = 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes consistente.
$B_i > 1$	$S^2_{di} > 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes e inconsistente.

siguiente prueba de F.

$$F = CM_2 / CM_3$$

3.4.3.3 La hipótesis ( $H_0$ ) de que las desviaciones de regresión para cada variedad son estadísticamente iguales a cero se efectuó mediante la prueba de F.

$$F = \sum_j \hat{d}_j^2 / n-2/\text{Error ponderado}$$

3.4.3.4 La hipótesis de que los coeficientes de regresión, son estadísticamente iguales a 1 se realiza mediante la prueba de t.

$$t = \frac{B_i - 1}{\sqrt{cme / \sum_j |j|^2}}$$

cme = Cuadrado medio del error ponderado

El comportamiento de cada variedad en cada ambiente se puede predecir usando los estimadores de los parámetros  $V_i$ ,  $B_i$ , como:

$$Y_{ij} = \bar{X}_i + B_{ij}$$

#### 3.4.4 Comparación Múltiple de Medias

En base al análisis de varianza utilizado en el diseño del análisis de Estabilidad, se realizaron las comparaciones entremedias para cada una de las variables evaluadas por medio de la prueba de comparaciones múltiples de Duncan.

$$\text{Error Stándar} = S_x = \frac{\text{cmc}}{r}$$

en donde:

$$\begin{aligned} \text{cmc} &= \text{Cuadrado medio del error ponderado} \\ r &= \text{número de localidades.} \end{aligned}$$

## IV. RESULTADOS

Con los resultados obtenidos se efectuó el análisis de varianza, para la variable de rendimiento en las nueve localidades. En el cuadro No. 5 se presenta un resumen de estos análisis de varianza.

Obsérvese que en todas las localidades, con excepción de Chajabal hubo diferencias significativas al 5 y 1 o/o, por lo que se procedió a efectuar la prueba de Tuckey en las localidades que expresaron diferencias significativas, los cuales se presentan en los cuadros 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 del apéndice.

En el cuadro No. 6; se presenta las medias\* de rendimiento de las variedades en estudio para cada localidad, media general por tratamiento y las medias por localidad. Nótese que las variedades en estudio expresaron medias de rendimiento por localidad bastante contrastantes con un rango de 5.17 a 3.10 ton/Ha.; consecuentemente valores contrastantes de índices ambientales.

**CUADRO No. 5 RESUMEN ESTADISTICOS ESTIMADOS EN LAS  
NUEVE LOCALIDADES PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO**

	LOCALIDADES								
	Llanos de Urbina	Chaja- bal	La Es- peran- za	San Mi- guel Siguilá	Monro- via	San Fran- cisco El Alto	Nimasac	Jucha- neb	Vásquez
Variedades (eli- minando blocks) C.M.	699547	556102	558630	1903332	2021644	3822902	1213113	1170102	1755736
Significancia de F	+ +	N.S.	+	+ +	+	+ +	+	+ +	+ +
Error C.M.	224873	907266	99121	318219	298717	435185	260529	133036	325185
Coefficiente Variación	7.9	25.2	8.26	10.74	9.8	9.41	10.74	7.14	11.66
M. D. S.									
MEDIA	5.30	3.10	3.11	3.23	3.57	5.17	3.50	3.75	3.14

CUADRO 6. RENDIMIENTO PROMEDIO DE VARIETADES DE TRIGO EN ENSAYOS DE FINCA EN LAS REGIONES DE QUETZALTEPEANGO Y TOTONICAPAN EN 1,977 EXPRESADO EN Tn/Ha.

VARIEDAD	A M B I E N T E S											
	QUETZALTEPEANGO						TOTONICAPAN					
	106	206	306	406	407	MEDIA	608	706	708	806	MEDIA	MEDIA GRAL. Yl
1	5.48	2.87	3.53	3.05	3.59	3.71	5.15	4.02	4.15	3.63	4.24	3.94
2	5.39	3.48	3.51	3.34	3.42	3.83	4.76	3.56	4.21	2.97	3.88	3.85
3	4.40	3.41	2.85	2.56	3.07	3.26	4.35	2.78	3.73	2.49	3.34	3.29
4	4.64	2.59	2.91	2.92	2.82	3.18	4.34	3.03	3.39	3.07	3.46	3.30
5	5.41	2.91	3.81	5.25	5.57	4.59	6.35	4.75	5.11	4.89	5.28	4.89
6	5.63	2.64	3.39	3.94	3.70	3.86	5.05	3.77	4.25	3.41	4.12	3.98
7	5.04	3.11	2.85	3.10	3.00	3.42	4.77	3.55	3.23	2.96	3.63	3.51
8	5.98	3.36	3.29	3.29	3.63	3.91	5.23	3.38	3.81	3.21	3.91	3.91
9	4.30	2.61	2.62	2.91	3.54	3.20	4.49	3.23	3.51	1.72	3.24	3.21
10	5.98	3.51	3.45	3.71	4.29	4.19	6.24	3.96	3.97	3.29	4.37	4.27
11	5.90	2.75	2.81	3.17	3.96	3.72	7.01	3.65	3.73	2.87	4.32	3.98
12	5.79	2.93	3.33	2.82	3.16	3.61	5.05	3.30	4.13	3.14	3.91	3.74
13	5.55	3.34	3.44	3.38	3.99	3.94	5.62	3.36	3.98	3.48	4.11	4.02
14	5.43	3.79	3.10	2.96	3.34	3.52	4.77	3.19	4.34	3.16	3.87	3.79
15	5.05	3.58	2.84	3.26	4.05	3.76	6.14	3.71	3.66	2.77	4.07	3.90
16	4.87	2.98	3.07	3.21	3.81	3.59	5.05	3.24	3.60	3.21	3.78	3.67
17	5.34	3.41	2.90	2.96	3.08	3.54	4.77	2.29	3.56	3.06	3.67	3.60
18	6.02	3.34	3.14	4.01	3.54	3.99	5.34	3.68	4.04	2.89	3.99	4.00
19	5.17	3.16	2.97	2.97	3.31	3.52	4.87	3.21	3.53	2.92	3.63	3.57
20	5.35	3.39	2.75	3.07	3.06	3.53	5.12	3.40	3.38	3.05	3.74	3.62
21	5.43	3.77	3.20	3.05	3.80	3.65	5.17	4.02	3.29	3.33	3.95	3.90
22	5.15	3.09	3.09	3.14	3.42	3.58	5.47	3.60	3.56	3.07	3.93	3.73
23	5.42	2.88	3.29	3.49	4.08	3.83	6.32	4.01	4.17	3.70	4.55	4.15
24	5.24	3.24	3.04	2.34	3.01	3.38	4.42	3.10	3.45	2.99	3.49	3.43
25	4.48	3.37	2.66	2.86	2.99	3.27	3.28	2.66	2.93	2.96	2.96	3.15
MEDIA Y.j	5.30	3.10	3.11	3.23	3.57		5.17	3.50	3.75	3.14		
O.V.	7.9	25.13	8.26	10.74	9.8		9.41	10.74	7.14	11.66		
Ij	1.5	-0.7	-0.69	-0.57	-0.23		1.57	-0.30	-0.05	-0.66		

El Cuadro No. 7, presenta el análisis de varianza utilizado para la estimación de los parámetros de estabilidad de las variedades evaluadas a través de todos los ambientes de prueba.

**CUADRO No. 7 ANALISIS DE VARIANZA APROPIADO PARA EL CALCULO DE LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD**

FUENTE	G.L.	S. C.	C. M.	F. C.
TOTAL	215	199.27	.9268	
Variedades	23	26.61	1.16(CM <sub>1</sub> )	2.85**
Ambientes	192	172.60	.8989	
Ambiente (lineal)	1	0.1564	.1564	
V x A (lineal)	23	96.97	4.216(CM <sub>2</sub> )	9.39**
Desviaciones Ponderadas	168	75.47	.449(CM <sub>3</sub> )	
V1	7	2.91	.415	1.37**
V2	7	2.46	.351	1.04**
V3	7	2.34	.334	1.10N.S.
V4	7	1.78	.254	.84N.S.
V5	7	6.29	.898	2.95**
V6	7	3.18	.454	1.49**
V7	7	2.24	.320	1.05N.S.
V8	7	2.94	.420	1.38**
V9	7	3.09	.441	1.45**
V10	7	3.46	.494	1.63**
V11	7	5.78	.825	2.71**
V12	7	3.33	.475	1.56**
V13	7	2.74	.391	1.29**
V14	7	3.22	.460	1.51**
V15	7	4.12	.588	1.93**
V16	7	2.09	.298	0.98N.S.
V17	7	2.53	.361	1.19*
V18	7	3.48	.497	1.63**
V19	7	2.16	.308	1.01N.S.
V20	7	2.75	.392	1.29**
V21	7	2.97	.424	1.39**
V22	7	2.54	.362	1.19*
V23	7	3.89	.555	1.83**
V24	7	2.81	.401	1.32*

168

Error Ponderado = 0.304

Nótese que la fuente de variación de variedades por ambiente lineal es altamente significativa, ésto nos indica que hubo un comportamiento relativamente diferente entre las variedades de acuerdo a los ambientes. La F para variedades fue altamente significativo.

Los parámetros de estabilidad estimados de acuerdo al modelo de Eberhart y Russell y la prueba de Medias de Tuckey se presentan en el cuadro No. 8.

Obsérvese que existieron diferencias significativas al 5 o/o en rendimiento; en donde se nota entre las once variedades significativamente superiores, ninguna expresó valores de estabilidad adecuados, encontrándose en este grupo una diversidad en su respuesta a los ambientes en los 6 diferentes tipos de clasificación por estabilidad y consistencia a la estabilidad.

## V DISCUSION DE RESULTADOS

En los análisis de varianza por localidades la presencia de diferencias significativas y altamente significativas entre tratamientos; indican las diferencias en potencial de rendimiento de las variedades probadas, en donde puede distinguirse que la variedad Chivito "S" (trat. 5) se mantuvo siempre en el grupo de variedades significativamente superior y en la mayoría de las localidades ocupó el primer lugar. Sin embargo, en la localidad de Chajabal no se detectaron diferencias significativas por condiciones de manejo adverso en esta localidad, pudo distinguirse que las variedades no expresaron su verdadero potencial de rendimiento.

Esta localidad es la única donde se obtuvo un coeficiente de variación relativamente alto (25.1 o/o) en comparación con los obtenidos en el resto de localidades que varió de 7.14 a 11.66 o/o; esto posiblemente se debió a las condiciones adversas ya mencionadas para la localidad de Chajabal.

En el promedio general que se presenta en el cuadro 6, puede notarse que la variedad Chivito "S" (trat. 5) expresó el más alto rendimiento, aunque no difieren significativamente con un grupo de diez variedades (cuadro 8). Puede distinguirse también en el cuadro 6, que la media general de rendimiento por localidad fue muy variable (de 5.17 a 3.10 ton/Ha); esto nos indica que existe una fuerte interacción genético-ambiental entre las variedades probadas, ya que los genotipos evaluados fueron los mismos en todos los ambientes, las diferencias en la expresión de la media general se debe al efecto promedio ejercido por cada ambiente a las variedades probadas aunque podría suceder que unas variedades tuvieran mayor expresión de rendimiento en unas localidades y menos en otras. Consecuentemente existieron valores diferentes entre los índices ambientales obtenidos con una variación desde -0.05 a 1.5; en estos valores de los índices

ambientales pudo distinguirse que de acuerdo con la interpretación de los valores de índices ambientales mencionados por Eberhart, Russell, Márquez, Córdova, López y Carballo; que indican qué valores negativos se consideran como ambientes desfavorables y valores positivos como ambientes favorables. En las nueve localidades en estudio existieron siete ambientes desfavorables y dos favorables; entre las desfavorables destaca la localidad de Chajabal con un valor de  $-0.7$ ; lo cual justifica la realización del análisis de estabilidad que se efectuó en el presente estudio.

Al respecto Córdova (1975) afirma; que si el ambiente ejerciera poca influencia sobre el comportamiento de las variedades, no sería necesario conducir varios experimentos en varias localidades o años. Esto es congruente con lo reportado por Márquez (1973) que indica que puede considerarse como estable; algo que no cambia a través del tiempo o del espacio. Que en términos de rendimiento en este estudio deberá entenderse como ausencia de interacción genética ambiental a la expresión de medias por localidad y valores de índices ambientales; muy semejantes; lo cual no existió en el presente estudio.

En el Cuadro No. 7 pudo distinguirse que hubo diferencias altamente significativas en variedades por ambiente lineal, lo cual corrobora lo discutido en el párrafo anterior referente a la interacción genética ambiental, que nos indica la necesidad de conocer los parámetros de estabilidad de las variedades en estudio.

En el Cuadro No. 8 puede distinguirse que entre las 24 variedades en estudio, únicamente dos de estas (Cno-"S"-Gallo) x (Cno. "S"-7C) y (Cno" S"-Gallo x Nar.59-ON/Nod 63-L.R.64xBB)398 expresaron un coeficiente de regresión igual a 1 que indica que son variedades estables, según lo definido por varios investigadores, (Eberhart, Russell, Márquez, Córdova, López y Carballo). Sin embargo estas dos variedades (Cno-"S"-Gallo) x (Cno."S"-7C) y (Cno" S"-Gallo x Nar.59-ON/Nad 63-L.R.64xBB)398 son inconsistentes en la expresión de estabilidad ya que de acuerdo a lo mencionado por varios investigadores las desviaciones de regresión significativamente diferentes de cero indican inconsistencia en la expresión de estabilidad.

De acuerdo a lo que puede distinguirse en el cuadro No. 8 en general las variedades comerciales y experimentales evaluadas en el presente estudio no expresaron valores aceptables en sus parámetros de estabilidad lo cual era de esperarse debido a las condiciones cambiantes de los microclimas existentes en la parte alta del altiplano donde fue efectuado el estudio. A pesar de esto en el grupo de 11 variedades significativamente superiores, se detectaron variedades con buen potencial de rendimiento.

La consistencia de la variedad Chivito "S" (trat. 5) de aparecer en la mayoría de las localidades en primer lugar, indica que si el análisis de estabilidad se hubiera excluido la localidad Chajabal en donde hubo condiciones adver-

sas de manejo y que resultó ser el ambiente más desfavorable con un índice ambiental de  $-0.7$ ; posiblemente esta variedad hubiera resultado estable ya que fue la única localidad en que ocupó el diecisieteavo lugar.

Además, el coeficiente de variación de esta localidad resultó ser muy alto; lo cual pudo sesgar el comportamiento real de la variedad Chivito "S"

Esta ausencia de estabilidad en las variedades de trigo podría solucionarse considerando varios ambientes de selección, en el proceso de selección y evaluación de materiales previo a la formación de variedades mejoradas. Que afortunadamente es una metodología que actualmente ya se sigue en los programas de mejoramiento de trigo; por lo que las futuras variedades que salgan al mercado se espera que tengan un amplio rango de adaptación.

## VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego del análisis de las distintas variedades o líneas de trigo evaluadas y de acuerdo al objetivo planteado en el trabajo de investigación se dan las siguientes conclusiones:

1.— Entre los Genotipos evaluados se identificó un grupo de 11 líneas o variedades con alto potencial de rendimiento entre las cuales, destacó la variedad Chivito "S" que en todos los ambientes se mantuvo entre el grupo significativamente superior y en seis de estos estuvo en primer lugar.

2.— En base al análisis de estabilidad efectuado, se detectó que entre las 24 variedades o líneas en estudio; únicamente dos de éstas; (Cno "S" - 7c) y (Cno "S" - Gallo x Nar. 59 - ON/Nad 63-1.R.64xBB) 398, expresarán un coeficiente de regresión igual a 1; que indica que son variedades estables, pero las desviaciones de regresión significativamente diferente de cero: las hace ser inconsistentemente en la expresión de estabilidad.

3.— Dada la fuerte interacción genético ambiental por las variadas condiciones de los microclimas existentes en el altiplano se recomienda efectuar análisis de estabilidad a las variedades experimentales formadas antes de ser incrementadas a nivel (comercial).

CUADRO 8. RENDIMIENTO MEDIO Y PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE 24 VARIETADES DE TRIGO DE QUEZALTEPEMANGO Y TOTONICAPAN EXPRESADOS EN Ton/Ha.

VARIEDAD	RENDIMIENTO EN Ton/Ha.	COEFICIENTE DE REGRESION	DESVIACIONES DE REGRESION		INTERPRETACION
5	4.89 a	-4.25	10.87	++	Responde mejor en ambientes desfavorables inconsistentemente.
10	4.27 a b	0	3.29	++	Todos ambientes inconsistentemente
23	4.15 a b c	-0.42	4.16	++	Todos ambientes inconsistentemente
13	4.02 a b c	-1.42	2.06	++	Inconsistentemente en todos los ambientes
18	4.00 a b c	-0.67	3.33	++	Inconsistentemente
6	3.98 a b c	-2.08	2.78	++	Inconsistentemente
11	3.98 a b c	3.67	9.18	++	Responde mejor en buenos ambientes, inconsistentemente
1	3.94 a b c	-2.17	2.33	++	Responde mejor en ambientes desfavorables inconsistentemente
8	3.91 a b c	-0.75	2.37	++	Responde mejor en ambientes desfavorables inconsistentemente
15	3.90 a b c	-0.58	4.66	++	Responde mejor en ambientes desfavorables inconsistentemente
21	3.90 a b c	-2.5	2.42	++	Responde mejor en ambientes desfavorables inconsistentemente
2	3.85 b c	-3.0	1.66	++	Responde mejor en ambientes desfavorables inconsistentemente
14	3.79 b c	-2.60	2.85	++	Responde mejor en ambientes desfavorables inconsistentemente
12	3.74 b c	-0.50	3.05	++	Responde mejor en ambientes desfavorables inconsistentemente
22	3.73 b c	-1.33	1.77	+	Responde mejor en ambientes desfavorables inconsistentemente
16	3.67 b c	-2.75	1.20	NS	Responde mejor en ambientes desfavorables consistentemente
20	3.62 b c	-1.25	2.08	++	Responde mejor en ambientes desfavorables inconsistentemente
17	3.60 b c	-2.00	1.76	+	Responde mejor en ambientes desfavorables inconsistentemente
19	3.57 b c	-1.92	1.28	NS	Responde mejor en ambientes desfavorables consistentemente
7	3.51 b	-2.42	1.38	NS	Responde mejor en ambientes desfavorables consistentemente
24	3.43 b	-2.17	2.17	++	Responde mejor en ambientes desfavorables inconsistentemente
4	3.30 b	-3.25	.87	NS	Responde mejor en ambientes desfavorables consistentemente
3	3.29 b	-3.67	1.50	NS	Responde mejor en ambientes desfavorables consistentemente
9	3.21	-2.50	2.62	++	Responde mejor en ambientes desfavorables inconsistentemente

+ Significancia al 0.05%

++ Significancia al 0.01%

## VII BIBLIOGRAFIA

1. ALLARD, R. W. Relationship between genetic diversity and consistency of performance in different environments. *Crop Science*. 1: 127-133. 1961.
2. y BRADSHAW, A. D. Implications of fenotype environment interactions in applied plant - breeding. *Crop Science*. 4: 503-507. 1964.
3. BAIHAKI, A., STUCKER, R. E. y LAMBERT, J. W. Association of genotype x environment with performance level of soybean lines in preliminary Yield test. *Crop Science*. 16: 718-721. 1976.
4. BUSH, R. H., HAMMOND, J. y FROHBERG, R. C. Stability and performance of hard read spring wheat bulks for grain yield. *Crop Science* 16: 256-259. 1976.
5. CARBALLO C., A. y MARQUEZ S., F. Comparación de variedades de maíz de el Bajío y la mesa central por su rendimiento y estabilidad. *Agrociencia* 5: 129-146. 1970.
6. CORDOVA, H. S. Efecto del número de líneas endogámicas sobre el rendimiento y estabilidad de las líneas sintéticas, derivadas en maíz (*Zea May L.*), Chapingo, México, Colegio de Postgraduados, 1975, 117 p. (Tesis Mag. Sc.)
7. EBERHART, S. A. y RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties, *Crop Science* 6: 36-40. 1966.
8. Yield and stability for a 10 line dialled of single cross and double - cross maize hybrids *Crop Science* 9: 357-359. 1969.
9. FINLAY, K. W. y WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Australian J. Agric. Res.* 14: 742-754. 1963.
10. JOWETT, D. Yield stability parameters for sorghum in east Africa, *Crop Science* 12: 314-317. 1972.
11. LOPEZ, A. Selección y Evaluación de genotipos de maíz en condiciones limitantes para aumentar la producción y el rango de adaptación. Chapingo, México, Colegio de Post-graduados, 1978. 106 p. (Tesis Mag. Sc.).
12. MARTINEZ, W. O., TORREGROSA, M. C. y MARTINEZ, B. R. Estabilidad fenotípica de poblaciones heterocigotas en maíces de clima frío. *Fitotecnia Latinoamericana* 7: 71-84. 1970.

13. MEJIA, A., H. Selección de genotipos de maíz por rendimiento y estabilidad para áreas de temporal del valle de Puebla. Chapingo, México, Colegio de Post-graduados, 1971, 138 p. (Tesis Mag. Sc.).
14. REICH, V. H. y ATKINS, R.F. Yield stability of four populations Types of grain sorghum, *Sorghum bicolor* L. Moench in different environments. *Crop Science* 10: 511-517. 1970.
15. ROWE, P. R. y ANDREW, R.H. Phenotypic stability for a sistematic series of corn genotypes. *Crop Science* 4: 563-566. 1964.
16. RUSSELL, W.A. y HERBERHART, S. A. Testcrosses of one and two ear types of corn belt maize ibreds. II Stability of performance in different environments. *Crop Science* 8: 248-251. 1968.
17. SALGUERO, V. Estimación de los parámetros de estabilidad para medir el rango de adaptación de 4 híbridos y 6 variedades de maíz (*Zea mays* L.) en el sur-oriente de Guatemala. *Guat. Univ. de San Carlos, Fac. de Agr.* 1977, 83 p. (Tesis Ing. Agr.).
18. SMITH, R.R., et al. Phenotypic stability in soybean populations. *Crop Science* 7: 549-551. 1967.
19. SPRAGUE, G.F. y JENKINS, M.T. A comparison of synthetics, multiple crosses in corn. *Journal American Society Agronomic* 35: 137-147. 1947.
20. VEGA LARA, R. A. Adaptabilidad en diferentes medios ambiente, de cruzamientos entre germoplasma de maíz (*Zea mays* L.) de clima caliente húmedo y clima caliente seco. México, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 1975. 137 pp. (Tesis de Mag. Sc.).

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central  
Sección de Tesis

## VIII APENDICE

**CUADRO No. 9 MEDIAS DE RENDIMIENTO Y PRUEBA  
DE TUCKEY PARA LA LOCALIDAD LLANOS DE URBINA**

No. Variedad	RENDIMIENTO PROMEDIO Ton/ha
13	6.065 a
5	6.037 a
21	5.860 ab
1	5.743 abc
10	5.673 abcd
6	5.601 abcde
11	5.505 bcde
2	5.446 bcde
12	5.432 bcde
8	5.430 bcde
23	5.379 bcde
14	5.378 bcde
17	5.358 bcde
13	5.312 cde
16	5.304 cde
19	5.214 de
7	5.210 de
22	5.203 de
15	5.193 de
20	5.099 e
24	4.502 f
3	4.430 f

CUADRO No. 10 MEDIAS DE RENDIMIENTO Y PRUEBA DE  
TUCKEY PARA LA LOCALIDAD DE CHAJABAL

---

No. VARIEDAD	RENDIMIENTO PROMEDIO Ton/Ha
15	3.583 a
10	3.512 a
2	3.479 a
3	3.413 a
17	3.412 a
20	3.395 a
25	3.375 a
8	3.362 a
13	3.346 a
18	3.344 a
24	3.247 a
19	3.165 a
7	3.115 a
22	3.093 a
16	2.982 a
12	2.930 a
5	2.909 a
23	2.882 a
1	2.873 a
14	2.794 a
21	2.775 a
11	2.755 a

---

CUADRO No. 11 MEDIAS DE RENDIMIENTO Y PRUEBA DE TUCKEY PARA LA LOCALIDAD DE LA ESPERANZA

No. VARIEDAD	RENDIMIENTO PROMEDIO Ton/ha
5	3.812 a
1	3.533 a b
2	3.512 a b
10	3.455 a b
13	3.448 a b
6	3.388 a b
12	3.337 a b
8	3.286 a b
23	3.286 a b
21	3.197 a b
18	3.139 a b
14	3.098 a b
22	3.092 a b
16	3.071 a b
24	3.037 a b
19	2.969 a b
4	2.917 a b
17	2.902 a b
7	2.852 a b
15	2.838 a b
11	2.812 a b
20	2.755 b

CUADRO No. 12 MEDIAS DE RENDIMIENTO Y PRUEBA DE  
TUCKEY PARA LA LOCALIDAD DE SAN MIGUEL SIGUILA

No. VARIEDAD	RENDIMIENTO PROMEDIO Ton/ha
5	5252 a
18	4011 a b
6	3942 a b
10	3715 a b
23	3491 a b
13	3376 b
2	3340 b
8	3287 b
15	3257 b
16	3212 b
11	3170 b
22	3136 b
7	3101 b
20	3072 b
1	3047 b
21	3047 b
19	2972 b
17	2957 b
14	2956 b
4	2925 b
9	2913 b
25	2862 b

CUADRO No. 13 MEDIAS DE RENDIMIENTO Y PRUEBA DE  
TUCKEY PARA LA LOCALIDAD DE MONROVIA

---

No. VARIEDAD	RENDIMIENTO PROMEDIO Ton/Ha
5	5574 a
10	4287 a b
23	4082 a b
15	4048 a b
13	3990 a b
11	3962 a b
16	3813 b
21	3803 b
6	3699 b
8	3627 b
1	3591 b
18	3544 b
9	3539 b
2	3424 b
22	3417 b
14	3338 b
19	3313 b
12	3160 b
17	3082 b
3	3073 b
20	3064 b
24	3012 b

---

CUADRO No. 14 MEDIAS DE RENDIMIENTO Y PRUEBA DE TUCKEY PARA LA LOCALIDAD DE SAN FRANCISCO EL ALTO

No. VARIEDAD	RENDIMIENTO PROMEDIO Ton/Ha
11	7009 a
5	6355 a b
23	6316 a b c
10	6237 a b c d
15	6142 a b c d e
13	5621 a b c d e f
22	5422 b c d e f
18	5345 b c d e f
8	5234 b c d e f
21	5171 b c d e f
1	5149 b c d e f
20	5118 b c d e f
16	5051 b c d e f
6	5050 b c d e f
12	5049 b c d e f
19	4866 c d e f
17	4775 d e f
14	4775 d e f
7	4771 d e f
2	4757 e f
9	4491 f
24	4419 f

CUADRO No. 15 MEDIAS DE RENDIMIENTO Y PRUEBA DE  
TUCKEY PARA LA LOCALIDAD NIMASAC

No. VARIEDAD	RENDIMIENTO PROMEDIO Ton/Ha.
5	4755 a
21	4023 a b
1	4020 a b
23	4012 a b
10	3964 a b
6	3775 b c
15	3709 b c
18	3679 b c
11	3648 b c
22	3600 b c
2	3564 b c
7	3548 b c
20	3405 b c
8	3379 b c
13	3365 b c
12	3300 b c
17	3287 b c
16	3244 b c
9	3227 b c
19	3212 b c
14	3187 b c
24	3097 c

CUADRO No. 16 MEDIAS DE RENDIMIENTO Y PRUEBA DE TUCKEY PARA LA LOCALIDAD DE JUCHANEB

No. VARIEDAD	RENDIMIENTO PROMEDIO Ton/Ha.
5	5113 a
6	4247 a b
2	4213 a b
23	4171 a b
1	4155 a b
12	4133 a b
18	4133 a b
18	4045 a b
10	3972 a b
8	3808 b
11	3733 b
3	3727 b
15	3660 b
16	3600 b
17	3557 b
22	3556 b
19	3534 b
9	3511 b
24	3451 b
14	3434 b
4	3393 b
20	3379 b

CUADRO No. 17 MEDIAS DE RENDIMIENTO Y PRUEBA DE TUCKEY PARA LA LOCALIDAD VASQUEZ

No. VARIEDAD	RENDIMIENTO PROMEDIO Ton/Ha.
5	4890 a
23	3698 a b
1	3633 a b
13	3477 a b
6	3413 b
21	3333 b
10	3286 b
16	3215 b
8	3159 b
14	3159 b
12	3136 b
22	3074 b
4	3067 b
17	3056 b
20	3047 b
24	2991 b
2	2968 b
7	2963 b
19	2918 b
18	2886 b
11	2863 b
15	2772 b

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Referencia .....
Asunto .....
.....

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

**GUATEMALA, CENTRO AMERICA**

IMPRIMASE:

ING. AGR. RODOLFO ESTRADA GONZALEZ  
D E C A N O

