

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMIA**



**SELECCIÓN DE HIBRIDOS BAJO LAS METODOLOGÍAS DE  
WRICKE, EBERHART Y RUSSELL, PARA ADAPTACIÓN Y  
ESTABILIDAD EN MAIZ (*Zea mays L.*)**

Por:

**MARCELINO LUCIANO GERONIMO**

**T E S I S**

**Presentada como requisito parcial para obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN.**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México**

**Mayo del 2001.**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE AGRONOMIA**  
**DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO**

**SELECCIÓN DE HIBRIDOS BAJO LAS METODOLOGÍAS DE WRICKE,  
HEBERHART Y RUSSELL, PARA ADAPTACIÓN Y ESTABILIDAD EN MAIZ  
(*Zea mayz L.*)**

**POR:**

**MARCELINO LUCIANO GERONIMO**

**QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

**ASESOR PRINCIPAL:**

\_\_\_\_\_  
**DR. SERGIO A. RODRIGUEZ HERRERA.**

**SINODAL:**

\_\_\_\_\_  
**ING. MODESTO COLIN RICO**

**SINODAL:**

\_\_\_\_\_  
**M. C. ARNOLDO OYERVIDES GARCIA**

\_\_\_\_\_  
**M.C. REYNALDO ALONSO VELASCO**  
**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMIA**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, Mayo de 2001.**

## **DEDICATORIA.**

A mi madre:

LEONILA JERONIMO CRUZ

A mi padre:

MIGUEL LUCIANO REYES

A MIS HERMANOS:

RAMIRO (†)      EDUARDO

MIGUEL          CESAR

A MI ABUELA:

ROSA HERNANDEZ GAHONA

A YANETH DE LA CRUZ HERNANTDEZ



## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Sergio A. Rodríguez Herrera, más que por su valioso apoyo técnico, académico y científico, por esa amistad que me brindó durante el desarrollo de mis estudios.

Al Ing. Modesto Colín Rico, por la revisión y sugerencias al presente trabajo.

Al M.C. Arnoldo Oyervides García, por la idea y conciencia social que tuvimos el agrado de compartir, así como por la revisión de este trabajo.

Sinceramente, a todos aquellos compañeros y amigos que de alguna manera tuvimos la oportunidad de compartir esta muy hermosa etapa, la de ser estudiantes.

## CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS. ....	ii
INDICE DE CUADROS.....	iii
INDICE DE FIGURAS.....	iv
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
3. MATERIALES Y METODOS .....	14
- Descripción de Localidades .....	14
- Diseño y Parcela Experimental.....	15
- Material Genético .....	16
-Toma de Datos .....	18
-Parametros de Estabilidad.....	20
-Metodología de Wricke (1962).....	20
-Metodología de Eberhart y Russell (1966).....	21
-Correlaciones .....	27
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	28
5. CONCLUSIONES .....	51
6. BIBLIOGRAFIA.....	53
7. APENDICE.....	57

## INDICE DE CUADROS

Cuadro.		Página
1	Análisis de varianza propuesta por Eberhart y Russell (1966) cuando se estiman parámetros de estabilidad.	26
2	Suma de cuadrados y cuadrados medios del análisis de varianza combinado de las 4 localidades: Tlaltizapan, Morelos; Cd. Guzmán, Jalisco: Pabellón de Arteaga Aguascalientes.y Celaya Gto.	29
3	Rendimiento promedio, contribución total y contribución relativa de cada uno de los tratamientos de la interacción genotipo por ambiente, utilizando la ecuación de ecovalencia de Wricke (1962).	30
4	Análisis de varianza cuando se estiman parámetros de estabilidad en base a la metodología propuesta por Eberhart y Russell (1966)..	33
5	Rendimiento medio y parámetros de estabilidad ( $b_i$ y $Sd_i^2$ ) obtenidos de acuerdo a la metodología propuesta por Eberhart y Russell (1966)..	36
6	Valores predichos por el modelo : $Y_{ij} = \bar{x}_i + b_i l_j$ mínimo y máximo.	39
7	Jerarquización de los tratamientos de acuerdo a las diferentes metodologías para el calculo de estabilidad.	47
8	Descripción de los materiales de acuerdo a la clasificación propuesta por Carballo y Márquez(1979)	49
9	Coefficiente de correlación ( $r$ ) entre los parámetros de estabilidad Utilizados.	50
A1	Medias de las variables tomadas en la localidad de Tlaltizapan, Morelos.	58
A2	Medias de las variables tomadas en la localidad de Cd. Guzmán, Jalisco.	60
A3	Medias de las variables tomadas en la localidad de Pabellón de Arteaga, Aguascalientes	62
A4	Medias de las variables tomadas en la localidad de Celaya, Gto.	64

## INDICE DE FIGURAS

figura		Página
1	Respuesta de los tratamientos 11, 21, 34 y 37 a los cambios de los índices ambientales, representados por las líneas de regresión de cada una de ellas, así como la línea de regresión promedio (según Eberhart y Russell, 1966).	42
2	Respuesta de los tratamientos 24, 25, 33 y 47 a los cambios de los índices ambientales, representados por las líneas de regresión de cada una de ellas, así como la línea de regresión promedio (según Eberhart y Russell, 1966).	43
3	Respuesta de los tratamientos 12, 20, 29 y 7 a los cambios de los índices ambientales, representados por las líneas de regresión de cada una de ellas, así como la línea de regresión promedio (según Eberhart y Russell, 1966).	44

## 1. INTRODUCCIÓN

En nuestro país existen condiciones sociales, económicas y agrícolas medianamente favorables para alcanzar un desarrollo sustentable en la agricultura, por lo que existen necesidades que deben tener mayor importancia y una de ellas es la producción de alimentos por lo que se deben de diseñar alternativas que proporcionen formas fáciles de experimentación y así obtener resultados favorables.

La importancia socioeconómica del maíz radica en un tradicionalismo cultural, también en la diversidad y capacidad de adaptación del cultivo por lo que se explota en todo el país aun en condiciones climáticas adversas y esto permite que la mayor parte de la sociedad tenga acceso a este producto, por lo que a la mayoría de nuestra población su consumo le representa una costumbre que con el tiempo ha venido a formar parte de nuestro crecimiento y desarrollo.

Por lo anterior se tiene que proponer programas de mejoramiento que garanticen su éxito, pero como en cualquier experimentación el éxito dependerá de muchos factores, uno de ellos de mayor importancia es de seleccionar correcta y detalladamente los genotipos que reúnan las características deseadas para alcanzar los objetivos propuestos.

De acuerdo al programa de mejoramiento, para conocer la posible adopción de nuevos genotipos (variedades, variedades sintéticas, híbridos etc.) es necesario conocer el grado de adaptación y estabilidad de los materiales a un cierto número de localidades o ambientes a los que se pretende beneficiar con dichos programas.

Por lo anterior se considera que los investigadores se han abocado a buscar los mejores diseños para determinar la capacidad y estabilidad de adaptación de los diferentes materiales a diferentes ambientes, ya que es la interacción genotipo por ambiente la que nos determinan la estabilidad de un material a través de los diferentes ambientes de prueba.

A partir de 1938 diferentes investigadores tuvieron como objetivo generar y perfeccionar los métodos dando como resultado los parámetros de estabilidad y los parámetros que miden la respuesta de producción.

Existen varios problemas en la estimación y comprensión de la interacción genotipo por ambiente. Uno de los problemas donde hay poca información disponible, son las que conciernen con la definición de los efectos que tienen que ver en un análisis (genotipo por ambiente).

Los investigadores consideran al genotipo por ambiente como fijos o aleatorios, a los efectos aleatorios que dependen del modelo específico para cada caso.

Dentro de los criterios propuestos por Wricke (1962), en donde incluye solamente efectos de interacción, este autor propuso la ecovalencia como medida de la estabilidad del genotipo a través de ambientes.

Finlay y Wilkinson (1963), Eberhart y Russell (1966), Tai (1971), Carballo y Márquez, estos últimos en función del modelo propuesto por Eberhart y Russell (1966); basado en el análisis de interacción genotipo por ambiente.

Considerado un genotipo estable como aquel que muestra habilidad y facilidad para equilibrar sus actividades fisiológicas con los cambios del medio ambiente sin alterar bruscamente su comportamiento.

El problema de la interacción genotipo por ambiente es de vital importancia para los fitomejoradores, quienes están siempre al pendiente de cuantificarla a fin de que no afecte los programas de selección que están desarrollando; a sí mismo utilizan la cuantificación de ese tipo de efectos para seleccionar genotipos con más adaptación a los ambientes de referencia.

Los fitomejoradores han desarrollado diferentes metodologías tendientes a cuantificar el efecto de la interacción genotipo por ambiente como componente de la media de los genotipos. Lin (1986), Becker y Leon (1988) y Crossa (1990) hacen una revisión de los principales métodos.

Los objetivos planteados y que se pretende que se cumplan son los siguientes.

1. Determinar el grado de efectividad de los diferentes modelos estadísticos, esto con el fin de conocer cual presenta la mayor precisión de los parámetros de estabilidad y adaptación de los materiales en estudio.
2. Determinar las diferencias de comportamiento de los diferentes genotipos a los ambientes en los que fueron probados.
3. Identificar los diferentes materiales que cumplan con las características agronómicas favorables, para su posible explotación en los ambientes en los que fueron probados.
4. Identificar el o los genotipos más estables en condiciones de adaptación más homogéneas, para una posible mejora genética de sus descendientes.

## 2. REVISION DE LITERATURA

Lener (1954) citado por Vizcaino (1988) define la “Homeostasis genética” como la capacidad de una población de mantener su frecuencia génica en una situación óptima de valor adaptativo y asocia la uniformidad fenotípica de los ambientes con una mayor heterocigocidad.

ADAPTACIÓN. - Se refiere a cambios fisiológicos que sufren los propios individuos para que no los dañen las condiciones ambientales (Wallace 1967; Allard 1967). Citado también por Vizcaino (1988)

ADAPTABILIDAD. - Es la capacidad de modificar la aptitud de sobrevivir al cambiar el ambiente, también se interpreta como la propiedad por la cual los organismos capacitados sobreviven y se reproducen en ambientes fluctuantes. Habilidad genética que resulta de la estabilización de las interacciones genéticas ambientales, por medio de reacciones genéticas y fisiológicas de los organismos, habiendo sido heredado del carácter a través del proceso evolutivo.

Lin *et al.* (1986) definieron tres conceptos diferentes de estabilidad:

1. Un genotipo es considerado estable si su varianza entre ambientes es pequeña.

2. Un genotipo es considerado estable si su respuesta a los ambientes es paralela a la respuesta media de todos los genotipos en el experimento.
3. Un genotipo es considerado estable si el residual de cuadrados medios del modelo de regresión sobre el índice ambiental es pequeño.

Scott (1967) definió dos tipos de estabilidad: (1). Un genotipo (híbrido) estable cuando exhibe la menor variación en rendimiento a través de todos los ambientes de prueba, y (2). Un híbrido que no cambia su comportamiento relativo con los demás genotipos probados en muchos ambientes.

Bucio (1966) define al mejor genotipo aquel que reúne las siguientes características; (a). Comportamiento mejor en todos los medios ambientes y (b). Mayor estabilidad en su comportamiento.

Lin *et al.* (1986) concluyeron que a menos que el concepto y el tipo de ambientes que se incluyen en el experimento sean bien entendidos, los procesos estadísticos serán de poca ayuda o nos llevarán por direcciones equivocadas.

Falconer (1978) indicó que el problema principal de la interacción del genotipo por ambiente se relaciona con la adaptación de los individuos a ciertas condiciones de tal manera que dicha interacción puede significar que el mejor genotipo en un ambiente no lo sea en otro diferente.

Márquez (1970) señaló que la interacción genotipo por ambiente no es sino el comportamiento relativo diferencial que exhiben los genotipos cuando se les somete a diferentes ambientes.

Bradshaw (1965) estudiando la estabilidad de los caracteres del conjunto de información reveló que el grado de estabilidad varía de un genotipo a otro de donde infiere que está gobernada genéticamente. De su estudio Bradshaw concluyó que la estabilidad esta controlada genéticamente por lo tanto puede ser factible aplicar selección para conseguirla.

Bucio (1976) encontró que el efecto ambiental y el efecto genético ambiental están relacionados linealmente, o sea que la interacción genotipo por ambiente es directamente proporcional al efecto ambiental.

Aguilar y Fischer (1975) mencionaron que los rendimientos de las plantas no solo dependen de la capacidad productiva de un genotipo sino también de la interacción genotipo por ambiente, ya sea esta variación de genotipos, años y/o localidades de siembra.

Freeman y Dowker (1973) concluyeron que existen diferencias en el comportamiento relativo y que un análisis del patrón de variación entre y dentro de genotipos es necesario para determinar cuales de los genotipos en particular responde diferentes de los demás, esto nos debe llevar a la predicción del comportamiento de los mismos genotipos en otros ambientes.

Wricke (1962) formuló la metodología con la cual descompone la suma de cuadrados de la interacción de tratamientos por localidad en componentes relacionados con cada genotipo que entren en el experimento. El método consiste en asignar un índice a cada variedad en base a sus desviaciones de regresión de la unidad. Además estima la contribución de cada genotipo a la variación total de genotipos con los ambientes.

Kang *et al.* (1984) mencionaron que no se ha encontrado ni utilizado una forma de probar la significancia del parámetro  $w_i$  propuesto por Wricke (1962) para cada genotipo. Sin embargo Kang propone el dividir la suma de cuadrado medio de  $W_i$ , el cual puede ser probado de la misma manera que  $g_i$  que es el parámetro de varianza de estabilidad e  $i$ -ésimo genotipo propuesto por Shukla (1972).

La técnica estadística desarrollada por Finlay y Wilkinson (1963) consiste en medir el rendimiento medio en una escala logarítmica y hacer la regresión del rendimiento individual de cada variedad sobre la media de rendimiento de todas las variedades de cada ambiente (media ambiental). La media de rendimiento de todas las variedades de cada localidad para cada ciclo proporciona la escala numérica de localidades y años y se utiliza para evaluar comparativamente los ambientes. En esta forma se puede identificar variedades adaptables, ya sea a ambientes de alto o bajo rendimiento y variedades que muestran buena adaptabilidad general.

El modelo propuesto por Eberhart y Russell (1966) provee la manera de dividir la interacción genotipo por ambiente de cada variedad en dos partes: (1). La variación dada por la respuesta de la variedad a los cambios en los índices ambientales (suma de cuadrados dados por la regresión),(2). Las desviaciones inexplicables de la regresión sobre el índice ambiental.

Este método de análisis a sido criticado desde el punto de vista fisiológico por Knight (1970) y estadísticos como Freeman y por Perkins (1971), sin embargo ha tenido bastante éxito en predecir el comportamiento genotípico sobre un número amplio de especies y ambientes.

Sprague y Federer (1951) en un análisis de datos obtenidos en maíz sobre varios ambientes presentaron evidencia de cruzas dobles interactuando menos con el ambiente que las cruzas simples. Los datos sugirieron que las cruzas dobles son superiores a las cruzas simples para estabilidad de comportamiento en el rendimiento.

Eberhart y Russell (1966 – 1969) y Finlay y Wilkinson (1963) utilizaron la media de rendimiento de todos los genotipos en un ambiente como índice ambiental para dar una medida general de los factores de “stres” que afectaban al rendimiento y encontraron que las respuestas lineales diferenciales hacia este índice removían parte de la interacción.

Ron – Parra (1985) evaluó el comportamiento de 23 variedades en 92 ambientes bajo condiciones de temporal y riego en estaciones experimentales y tierras de productores. Las interacciones variedades por localidad y variedad por localidad por año fueron más importantes que la interacción variedad por ambiente. Calculó un análisis de estabilidad de las variedades que estaba influenciada por la maduración, origen del germoplasma y la historia de selección.

Correlaciones de los parámetros de estabilidad revelaron que la media y el coeficiente de regresión estaban correlacionados significativamente y repetidamente a través de los ambientes.

Gómez (1979) en su revisión de trabajo de Acosta (1977) encontró que la correlación entre la media de rendimiento y los coeficientes de regresión ( $bi$ ) de Finlay y Wilkinson (1963) fue alta y positiva por lo que se puede unificar criterios de selección con estos parámetro. Sin embargo no encontró correlación entre los valores de Wricke (1962) con ninguno de los otros parámetros calculados al igual que las desviaciones de regresión de Eberhart y Russel (1966) que no obtuvieron correlación con los otros parámetros.

López (1978) concluyó que el uso de los parámetros de estabilidad para la discriminación de materiales genéticos debe aplicarse sobre la base de que la caracterización realizada solo es valida bajo las condiciones en las que efectúo la evaluación, no debiéndose por lo tanto extrapolar para otros años y localidades.

Nguyen *et al* (1980) encontró una alta correlación entre desviaciones de regresión ( $S_{di}^2$ ), ecovalencia ( $W_i$ ) y la media de rendimiento de forraje a tres cortes diferentes.

Córdoba (1975) en su estudio sobre el efecto de rendimiento y estabilidad de variedades sintéticas de maíz encontró una estrecha asociación positiva entre el rendimiento y el coeficiente de regresión, mientras que la asociación entre el rendimiento y las desviaciones de regresión fue negativa.

Oyervides (1980) al aplicar la metodología de Eberhart y Russel (1966) no encontró asociación alguna entre los coeficientes de regresión ( $b_i$ ) y el rendimiento, por lo que concluyó que los dos componentes de la estabilidad en maíz, estabilidad y potencial de rendimiento son caracteres independientes y están determinados por genes diferentes.

Eberhart y Russel (1966) mencionaron que hasta que no se pueda medir los factores ambientales (cantidad de lluvia, temperatura y fertilidad del suelo) para ser incorporados y formular una relación matemáticamente con el rendimiento, rendimiento promedio de las variedades en un ambiente en particular debe ser suficiente, sin embargo esta variedad debe ser sembrada en un número adecuado de ambientes que abarquen el total de condiciones ambientales de modo que los parámetros de estabilidad puedan darnos información útil.

Sprague (1977) menciona que mientras no se tengan bien caracterizados los índices ambientales o no estén disponibles, los genotipos deben ser evaluados en un número mayor de ambientes para estimar la respuesta de comportamiento.

El ecovalencia (término introducido por Wricke en 1962) incluye solamente efectos de interacción. Este es un modo de partición de la interacción de la suma de cuadrados propuesto independientemente por Wricke (1960; 1962). Wricke propuso la ecovalencia como una medida para la estabilidad del fenotipo por el genotipo.

El ecovalencia es fuertemente dependiente sobre el ambiente dentro del ambiente de prueba o experimento.

El experimento puede afectar a la ecovalencia al escoger localidades específicas.

Lin y Binns (1988) propusieron estimar la estabilidad frente a una serie de localidades con factores ambientales impredecibles en cierto rango de años.

Westcott (1987) propuso medir la estabilidad en base a una medida específica entre genotipos. La similitud dentro de un ambiente específico es bajo presión, si la media de los genotipos esta cerca de la significación de la media en el ambiente probado. Mostrando los genotipos una distancia grande

en dos lotes, después del análisis de multivarianza se afirma ser mas estables como se esperaba. Esta medida se correlaciona con la media

### 3. MATERIALES Y METODOS

Descripción de localidades.

La siguiente investigación se llevó a cabo en las localidades de Celaya, Guanajuato; Pabellón De Arteaga, Aguascalientes; Cd. Guzmán, Jalisco y Tlaltizapan, Morelos; en las cuales se abarcaron rangos amplios de condiciones climáticas de nuestro país y a continuación se describen las localidades respecto a las condiciones prevalecientes en la región.

Celaya, Guanajuato. Localizada a  $20^{\circ} 32'$  de latitud N y  $100^{\circ} 49'$  de longitud W a una altura de 1754 msnm; la temperatura media anual es  $18^{\circ}$  y la mínima es de  $0.5^{\circ}$  con una precipitación media anual de 683 mm.

El municipio de Pabellón De Arteaga, Aguascalientes se localiza en el centro norte del estado, con coordenada  $102^{\circ}26'$  longitud oeste y  $22^{\circ}09'$  latitud norte a una altura de 1900 msnm, limita al norte con los municipios de Rincón de Ramos y Tepezola, al sur con los municipios de Aguascalientes y Jesús María. El clima predominante en el municipio es semicálido, con una temperatura media anual de  $18^{\circ}\text{C}$  alcanzando la más alta en los meses de mayo, junio y julio, y la más baja es en el mes de diciembre. La precipitación media anual es de 440 mm, con frecuencia de heladas de 20 días por año.

El municipio de Cd. Guzmán, Jalisco; esta situado en la región centro sur del estado, en las coordenadas de  $19^{\circ}34'00''$ , a los  $19^{\circ}46'00''$  de latitud norte y  $103^{\circ}23'00''$  de longitud oeste con una altura de 1580 msnm. El clima en el municipio esta catalogado como semiseco, con invierno y primavera secos, cálido sin estación invernal definida. La temperatura media anual registrada para el municipio es de  $20^{\circ}$  C con una precipitación media de 694 mm, con régimen de lluvias en los meses de junio y julio.

El municipio de Tlaltizapan, Morelos, se localiza geográficamente entre los paralelos  $18^{\circ} 41'$  latitud norte y a los  $99^{\circ} 68'$  de longitud oeste, a una altura de 940 msnm. El municipio tiene un clima subtropical y húmedo caluroso, con invierno poco definido con la mayor sequía al final del otoño, invierno y principio de primavera. La temperatura media anual es de  $23.5^{\circ}$  C con una precipitación media anual de 840 mm, el periodo de lluvias son de Junio a Octubre.

### Diseño y Parcela Experimental

El diseño utilizado en el presente trabajo fue un de bloques al azar con dos repeticiones y 48 tratamientos los cuales se establecieron en cuatro localidades mencionadas anteriormente (Celaya, Gto.; Pabellón De Arteaga, Aguascalientes.; Cd. Guzmán, Jalisco y Tlaltizapan, Morelos.) Los experimentos en las dos primeras localidades se establecieron en los ciclos de primavera - verano en tanto que en las otras dos localidades en los ciclos de verano e invierno.

La parcela útil consistió de 20 plantas en dos surcos a una distancia de 22 cm entre planta y 80 cm entre surcos para una densidad de 60,000 plantas por hectárea. Las prácticas agrícolas fueron realizadas en base a las labores que se ejecutan a cada región donde se establecieron los experimentos por lo que se estandarizaron las labores de fertilización, control de plagas, enfermedades y malezas.

#### Material Experimental

El material genético (germoplasma) que se utilizó en los experimentos establecidos incluyen 48 materiales diferentes con 4 testigos provenientes de empresas productoras de semillas; (A7520, P3002, B-840 Y C343), a continuación se presentan todos los materiales probados en el experimento.

1. T-1//[CM1,108]-B
2. T-1 //CM1,317
3. T-1//87[G24S2/B810(3)S2]-B-49-1-B\*4
4. T-2 //CML 78
5. T-2 //CML313
6. T-2 //CML317
7. T-2 //CML316
8. T-2 //CML311
9. 90[LE/VP]41-4-1-1-4-BB/SLW"B"0F3-2-2-BB//CML,312
10. T-3 //90[LE/VP]13-3-1-3-7-B\*3
11. T-3//CML312
12. T-3 //CML313
13. T-3 //CML315
14. T-3 //CML316
15. T-3 //CML320
16. T-4 //P43CAM.-177-1-1-1-1-BB
17. T-4//CML311
18. T-4 //CML316
19. T-5 //CML78
20. T-5 //CML311
21. T-5 //CML321

22. T-5 //CML313
23. (UA-2 X N-7-4-3)//CML316
24. T-5//CML317
25. T-5//P501c0F57-1-1-BB
26. T-5//89[SPMAT/P600]#-84-4B\*4
27. T-5//CML312
28. T-5//CML314
29. T-5//87[G24S2/B810(3)S2]-B-49-1-1-B\*4
30. T-3//CML311
31. T-4//89[SPMAT/P600]#-84-4-B\*4
32. T-4//CML311
33. CML322/CML78//CML311
34. CML78/CML321//BRF-2-BB
35. CML78/89[L/LMBR]11-B-4-3-1-2-B//[CML-176]-BB
36. P43CAM-4-1-1-2-1-B/P500c0F90-3-2-BB//CML311
37. T-2//ICML-176I-BB
38. T-1
39. T-2
40. 90[LE/VP]41-4-1-1-4-BB/SLW-Bc0F3-2-2-BB
41. T-3
42. T-5
43. A7520
44. P3002
45. B-840
46. C343
47. TESTIGO LOCAL
48. TESTIGO LOCAL

Testigo 1 = tratamiento 43 = A7520  
 Testigo 2 = tratamiento 44 = P3002  
 Testigo 3 = tratamiento 45 = B-840  
 Testigo 4 = tratamiento 46 = C343  
 Testigo local = tratamiento 47 y 48

Probador 1 = T-1 (CML320/CML321)  
 Probador 2 = T-2 (89[L/LMBR]11-F2-4-3-1-3-B\*3/CML321)  
 Probador 3 = T-3 ([CML264]-B/[CML273]-B)  
 Probador 4 = T-4 ([CML247]-B^CML254]-B)  
 Probador 5 = T-5 (AN-447 hembra)

## Toma de datos

Las variables que se tomaron en cuenta para la concentración de datos fueron las siguientes:

- a) Días a floración masculina. Se tomo en el tiempo transcurrido desde el día de la siembra hasta completar un 50 % de plantas por parcela soltando el polen.
- b) Días a floración femenina. Se tomo en el tiempo transcurrido desde el día de la siembra hasta que el 50 % de las plantas presentaron estigmas receptivos.
- c) Altura de planta. Distancia en centímetros medido desde la superficie del suelo hasta donde se encontró insertada la mazorca principal.
- d) Acame de raíz. Se registraron las plantas acamadas consideradas como tales, aquellas que presentaron una inclinación mayor de  $30^\circ$  con respecto a la vertical.
- e) Acame de tallo. Se tomó las plantas acamadas considerados como tales aquellas plantas con tallos quebrados debajo de la mazorca.
- f) Mazorca por planta
- g) Aspecto de planta. Poco después de la floración se califican las plantas de cada parcela tomando en cuenta sus características tales como: uniformidad, posición del tallo, etc; para ello se utiliza una escala del uno al cinco, donde uno es el mejor y el cinco representa el peor.

- h) Cobertura de mazorca. Por ciento de mazorca con mala cobertura en relación al total de mazorcas.
- i) Número de plantas. Total de plantas de la parcela útil.
- j) Peso de campo. Peso total de mazorcas cosechadas.

Rendimiento por hectárea.

Se tomo una muestra aleatoria de 100 gr. de grano del montón de mazorcas de la parcela para determinar el contenido de humedad en el momento de la cosecha con un determinador de humedad (Steinlite modelo RTC). Calculando el por ciento de materia seca por diferencia con el cien por ciento.

El peso seco se estima multiplicándose el por ciento de materia seca por el peso de campo.

Finalmente el rendimiento de mazorca al 15.5 % de humedad

se obtuvo al multiplicar al peso de campo por el factor de conversión a toneladas por hectárea.

$$Fc = \frac{10,000 \text{ m}^2}{APU \times 0.845 \times 100}$$

Donde.

$F_c$  = factor de conversión

$APU$  = Area de parcela útil (distancia entre surcos x longitud de surcos x numero de surcos).

0.845 = constante para obtener el rendimiento al 15.5 por ciento de humedad.

1000= coeficiente para obtener el rendimiento en ton/ hectárea

10,000 m<sup>2</sup>

### Parámetros de estabilidad

Se utilizaron 2 métodos para estimar la estabilidad de los materiales, considerando las características de rendimiento en toneladas por hectárea, la primera de ellas fue la propuesta por Wricke conocida como ecovalencia (1962); y método propuesto por Eberhart y Russell (1966).

Metodología propuesta por Wricke (1962).

Define a la composición de la interacción genotipo por ambiente como ecovalance (parámetro que mide la estabilidad), donde los tratamientos que presentan los índices mas altos son los que tienen mayores niveles de interacción genotipo por medio ambiente y viceversa.

La ecuación para obtener el valor de ecovalance ( $W_i$ ) de cada tratamiento es la siguiente.

$$W_i = \frac{\sum (\bar{x}_{ij} - \bar{x}_{.j} - \bar{x}_{i.} + \bar{x})^2}{S.C.Trat. * Loc.} * 100$$

$W_i$  = Por ciento de la contribución del tratamiento  $i$  al total de la interacción en  $j$  ambientes.

$\bar{X}_{ij}$  = Rendimiento medio de la variedad  $i$  en el ambiente  $j$ .

$\bar{X}_{.j}$  = Rendimiento medio de todas las variedades en el ambiente  $j$ .

$\bar{X}_{i.}$  = Rendimiento medio de la variedad  $i$  en todos los ambientes.

$\bar{X}$  = Rendimiento medio general.

$i$  = 1, 2, .....t (tratamiento).

$j$  = 1, 2, .....a (ambiente).

Metodología propuesta por Eberhart y Russell (1966)

Propone un modelo para calcular la estabilidad, en el cual la regresión de cada tratamiento en un experimento sobre un índice ambiental y una función de las desviaciones de esta regresión dará las estimaciones de los parámetros de estabilidad deseados, estos parámetros están definidos por el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_{ij} I_j + \delta_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = media del rendimiento del  $i$  – ésimo tratamiento en el  $j$ - ésimo ambiente.

$\mu$  = media del rendimiento del  $i$  – ésimo tratamiento sobre todos los ambientes.

$\beta_i$  = coeficiente de regresión que mide la respuesta del  $i$ -ésimo tratamiento en el  $j$ - ésimo ambiente.

$l_j$  = índice ambiental.

$\delta_{ij}$  = desviación de la regresión del  $i$ -ésimo tratamiento en el  $j$ -ésimo ambiente.

$i$  = 1, 2,.....,  $t$  (tratamiento)

$j$  = 1, 2,.....,  $a$  (ambiente)

Los parámetros identificados por este modelo para medir la estabilidad son:

(coeficiente de regresión) 
$$b_i = \frac{\sum_j^a Y_{ij} l_j}{\sum_j^a l_j^2}$$

(desviaciones de la regresión) 
$$Sd_i^2 = \left( \sum_j^a \delta_{ij}^2 / a - 2 \right) - Se^2 / r$$

donde:

$I_j$  = índice ambiental obtenidos como la media de todos los tratamientos en el j-ésimo ambiente menos la media general de rendimiento.

$$I_j = (\sum Y_{ij}/t) - (\sum \sum Y_{ij}/ta)$$

$$i = 1, 2, \dots, t \text{ (tratamientos)}$$

$$j = 1, 2, \dots, a \text{ (ambientes)}$$

$Se^2$  = es la estimación del error conjunto a la varianza de la media de un tratamiento en el j-ésimo ambiente.

$$Se^2 / r = \frac{S.C.e_1 + S.C.e_2 + S.C.e_3 + S.C.e_4}{g.l.e_1 + g.l.e_2 + g.l.e_3 + g.l.e_4}$$

donde a su vez:

S.C.  $e_n$  = Suma de cuadrados del error de los análisis de varianza en cada localidad.

g.l.  $e_n$  = Grados de libertad del error en los análisis de varianza de cada localidad.

$$\sum_j^a \delta_{ij}^2 = \sum_j^a Y_i.^2 - \frac{Y_i.^2}{a} - \left( \sum_j^a Y_{ij} / J \right)^2 / \sum_j^A I_j^2$$

Se realizó el análisis de varianza propuesto por Eberhard y Russell (1966) cuando se estiman parámetros de estabilidad. (cuadro 1).

El cuadrado medio del error conjunto proviene de la suma de los cuadrados medios del error de cada uno de los análisis de varianza individual de las 4 localidades.

A partir de este tipo de análisis las pruebas de hipótesis que puedan realizarse son las siguientes:

a) Comparación de las medias entre tratamientos bajo la hipótesis nula.

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_n$$

Se comprueba medianamente una prueba de F, donde:

$$F = C.M._1 / C.M._3$$

b) Hipótesis de que no existen diferencias genéticas entre los tratamientos para su regresión sobre el índice ambiental.

$$H_0 = B_1 = B_2 = \dots = B_t$$

Se prueba mediante :  $F = C.M._2 / C.M._3$

c) . Hipótesis de que el coeficiente de regresión es igual a la unidad, se prueba ,mediante el estadístico t.

$$t_c = (b_i - 1)S.E.b_i$$

donde:

$b_i$  = coeficiente de regresión del i-esimo tratamiento  $S.E.b_i$  = varianza del error del coeficiente de regresión del i-esimo tratamiento.

$$S.E.b_i = \sqrt{C.M._3 \sum I_j^2}$$

d) prueba aproximadamente de las desviaciones de regresión para cada tratamiento puede obtenerse de la siguiente manera:

$$F = \frac{\sum_j^a \delta_{ij}^2 / n - 2}{\text{C.M. error conjunto}}$$

La descripción de los tratamientos se realizó en base a la clasificación propuesta por Carballo y Márquez (1970) de acuerdo a los valores que adquieren los parámetros de estabilidad ( $b_i$  y  $Sd_i^2$ ) y se muestra a continuación.

Situación	Descripción
$B_i = 1.0 \quad Sd_i^2 = 0$	Variedad estable.
$B_i = 1.0 \quad Sd_i^2 > 0$	Buena respuesta en todos los ambientes, pero inconsistente.
$B_i < 1.0 \quad Sd_i^2 = 0$	Mejor respuesta en ambientes desfavorables y consistente.
$B_i < 1.0 \quad Sd_i^2 > 0$	Mejor respuesta en ambientes desfavorables e inconsistente.
$B_i > 1.0 \quad Sd_i^2 = 0$	Mejor respuesta en ambientes favorables y consistente.
$B_i > 1.0 \quad Sd_i^2 > 0$	Mejor respuesta en ambientes favorables e inconsistente.

Cuadro 1. Análisis de varianza propuesto por Eberhart y Russell (1966) cuando se estiman parámetros de estabilidad.

Fuente de variación	g.l.	S.C	C.M.
Tratamientos (t)	t-1	$1/n \sum Y_i^2 - F.C.$	C.M
Ambientes (a) trat x amb.	t(a-1)	$\sum_i \sum_j Y_{ij}^2 - (\sum Y_i^2 / n)$	
Ambiente (lineal)	1	$1/t (\sum_j Y_j I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
Trat. x Amb. (lineal)	t-1	$\sum \left\{ (\sum_j Y_{ij} I_j)^2 / \sum_j I_j^2 \right\} - S.C. \text{ Amb. (lineal)}$	C.M.2
Desviaciones conjuntas	t(a-2)	$\sum_i \sum_j \delta_{ij}^2$	C.M.3
Tratamiento 1	a-2	$\left\{ \sum_j Y_{ij}^2 - \frac{(Y_i.)^2}{a} \right\} - \left\{ \sum_j Y_{ij} I_j^2 \right\} / \sum_j I_j^2$	
.	.		
.	.		
Tratamiento t	a-2	$\left\{ \sum_j Y_{ij}^2 - \frac{(Y_t.)^2}{a} \right\} - \left\{ \sum_j Y_{ij} I_j^2 \right\} / \sum_j I_j^2 = \sum_j \delta_{tj}^2$	
Error conjunto	a(t-1)(r-1)		
total	rt-1	$\sum_i \sum_j Y_{ij}^2 - F.C$	

## Correlaciones.

Se obtuvieron los coeficientes de correlación entre los parámetros utilizados: rendimiento medio, ecovalencia ( $Wi$ ) de Wricke (1962) y los parámetros de estabilidad ( $bi$  y  $Sdi^2$ ) de Eberhart y Russell (1966). La fórmula matemática utilizada para obtener el dato de coeficiente de correlación es la siguiente:

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2)(\sum y^2)}}$$

Donde

$r$  = coeficiente de correlación, el cual mide el grado de asociación entre las variables  $X$  y  $Y$ .

$$\sum xy = \sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y}) = \sum XY - (\sum X)(\sum Y) / n$$

$$\sum x^2 = \sum (X - \bar{X})^2 = \sum X^2 - (\sum x)^2 / n$$

$$\sum y^2 = \sum (Y - \bar{Y})^2 = \sum Y^2 - (\sum y)^2 / n$$

En donde a su vez:

$X$  = es la observación individual de la variable  $x$ .

$Y$  = es la observación individual de la variable  $y$ .

$\bar{X}$  = media de la variable  $x$ .

$\bar{Y}$  = media de la variable  $y$ .

$n$  = número de observaciones.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 2 se encuentran los datos obtenidos en el análisis de varianza combinado para las cuatro localidades, mostrando alta significancia en la fuente de variación de tratamientos por localidades; por lo que se tomo como punto de partida para realizar la metodología de ecovalencia propuesto por Wricke (1962) y el análisis de varianza para propuesta por Eberhart y Russell (1962), para determinar estabilidad.

En el cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de la ecuación de ecovalance de Wricke (1962) en donde los materiales que más contribuyen en la interacción genotipo por ambiente corresponden a los tratamientos; 40, 5, 4, 9, 24, 42, 22, 1, 33, 27 y 39 con una contribución relativa de 7.394, 6.571, 6.23, 5.516, 4.814, 4.520, 4.344, 3.95, 3.57, 3.47 y 3.365 por ciento, estos valores en forma descendente respectivamente, estando entre estos tratamientos materiales con un rendimiento alto como lo son el tratamiento 24 (T-5 //CML317) con 9.44 toneladas por hectárea, el tratamiento 27 (T-5 //CML312) con 9.19 toneladas por hectárea y el tratamiento 22 (T-5 //CML313) con 9.01 toneladas por hectárea de rendimiento.

Cuadro 2. Suma de cuadrados y cuadrados medios del análisis combinado de las 4 localidades; Tlaltizapan, Morelos; Cd. Guzmán, Jalisco; Pabellón de Arteaga, Aguascalientes y Celaya, Gto.

Fuente De variación	g.l	S. C.	C. M.
Localidad	3	1466.4453	488.815**
Tratamiento	47	139.4807	2.9686**
Trat. * loc.	141	256.8456	1.8216**
Error conjunto	188	123.32	0.6560
C.V. =15.980	* ' ** al .05 y .01 de probabilidad.		

El rendimiento mencionado es la media a través de todas las localidades. Dentro de los materiales que menos contribuyen a la interacción genotipo por ambiente se encuentran los tratamientos 43, 35, 8, 36, 13, 6, 46, 14, 37, 47, 2, 30, 16, 17 y 21 con una contribución relativa de 0.121, 0.107, 0.160, 0.185, 0.236, 0.259, 0.437, 0.572, 0.608, 0.772, 0.781, 0.820, 0.823, 0.874 y 0.903 por ciento en forma ascendente respectivamente. Dentro de los cuales se encuentra el tratamiento 21 (T-5 //321) siendo este el más rendidor de todos los materiales probados en el experimento con 9.98 toneladas por hectárea, siguiendo el tratamiento 8 ( T-2 //CML311) con 9.46 toneladas por hectárea y el tratamiento 37 (T-2 //[CML-176]-BB) con 9.33 toneladas por hectárea y cabe mencionar que estos materiales presentan

Cuadro 3. Rendimiento promedio, contribución total y contribución relativa de cada uno de los tratamientos incluidos los testigos a la interacción genotipo por ambiente, utilizando la ecuación de ecovalance de Wricke (1962).

Material genético	Contribución a la S.M. de la interacción G X A.	Contribución relativa $W_i$ (%).	Rendimiento Medio.
Variedad 1	1.537	3.950	7.26
Variedad 2	0.304	0.781	7.88
Variedad 3	0.590	1.516	7.66
Variedad 4	2.425	6.230	7.08
Variedad 5	2.558	6.571	7.33
Variedad 6	0.100	0.259	8.42
Variedad 7	0.870	2.235	7.61
Variedad 8	0.062	0.160	9.46
Variedad 9	2.147	5.516	7.63
Variedad 10	0.697	1.791	8.64
Variedad 11	0.482	1.239	9.79
Variedad 12	0.925	2.375	9.45
Variedad 13	0.091	0.236	8.81
Variedad 14	0.222	0.572	8.70
Variedad 15	0.663	1.705	8.82
Variedad 16	0.320	0.823	7.42
Variedad 17	0.340	0.874	8.89
Variedad 18	1.167	2.998	7.28
Variedad 19	0.524	1.346	7.63
Variedad 20	0.816	2.097	9.39
Variedad 21	0.351	0.903	9.98
Variedad 22	1.691	4.344	9.01
Variedad 23	0.853	2.193	9.07
Variedad 24	1.874	4.814	9.44
Variedad 25	0.786	2.019	9.54
Variedad 26	0.504	1.296	8.61
Variedad 27	1.351	3.470	9.19
Variedad 28	0.997	2.563	8.83
Variedad 29	0.692	1.779	9.18
Variedad 30	0.319	0.820	8.74
Variedad 31	0.448	1.516	7.62
Variedad 32	0.504	1.295	9.06
Variedad 33	1.390	3.742	7.53
Variedad 34	0.462	1.189	9.85
Variedad 35	0.041	0.107	8.03
Variedad 36	0.072	0.185	8.24

Material genético	Contribución a la S.M. de la interacción G X A.	Contribución relativa $W_i$ (%).	Rendimiento Medio.
Variedad 37	0.236	0.608	9.33
Variedad 38	0.524	1.346	8.00
Variedad 39	1.310	3.365	7.82
Variedad 40	2.878	7.394	6.17
Variedad 41	0.798	2.051	8.16
Variedad 42	1.759	4.524	8.52
Variedad 43	0.008	0.021	8.05
Variedad 44	0.424	1.091	8.76
Variedad 45	0.599	1.548	7.32
Variedad 46	0.170	0.437	8.15
Variedad 47	0.300	0.772	8.77
Variedad 48	0.864	2.222	9.24
		100.888 %	Media 8.44

un rendimiento por arriba de la media general, el material que menos contribuye a la interacción genotipo por ambiente tiene un rendimiento menor que la media general. El resto de los tratamientos están en un rango de 1 y 2.5 por ciento de contribución relativa a la interacción genotipo por ambiente.

El análisis de varianza realizado de acuerdo a la metodología propuesta por Eberhart y Russell (1966) se muestra en el cuadro 4, en donde existe significancia para tratamientos y esto se debió principalmente a que las medias de rendimiento desde 6.17 a 9.98 toneladas por hectárea siendo el tratamiento 21 el más rendidor y el tratamiento 10 el que menos rinde de todo el experimento realizado, la respuesta estadística de la fuente de variación ambientes resultó altamente significativos por lo que se deduce que existen diferencias altas entre ellos lo cual es un factor importante para la selección de materiales que se adaptan a diferentes ambientes favorables y desfavorables por lo que se busca concretamente que es identificar materiales que muestran un comportamiento estable a través de los ambientes en los que se prueban.

La interacción ambiente por tratamiento (lineal) resultó significativo, lo que da la posibilidad de identificar y seleccionar genotipo para ambientes favorables donde sean capaces de expresarse fenotípicamente y genotípicamente al máximo ya que entre mejores condiciones ambientales mejores respuestas de crecimiento y desarrollo; seleccionar genotipos para ambientes desfavorables donde las condiciones para su

Cuadro 4. Análisis de varianza cuando se estiman parámetros de estabilidad en base a la metodología propuesto por Eberhart y Russell (1966).

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA
Total	191	1861.63		
Variedades (v)	47	139.51	2.97	2.0230 *
Ambientes (A)	144	1722.12	11.95	4.87**
A (lineal)	1	1465.92		
V x A (lineal)	47	115.34	2.45	1.6725 **
Desviación conjunta	96	140.86	1.47	2.42**
VARIEDAD 1	2	3.35	1.67	2.5748
VARIEDAD 2	2	0.63	0.31	0.4809
VARIEDAD 3	2	2.14	1.07	1.6428
VARIEDAD 4	2	5.03	2.52	3.8698*
VARIEDAD 5	2	13.59	6.80	10.4539*
VARIEDAD 6	2	0.57	0.28	0.4349
VARIEDAD 7	2	0.45	0.22	0.3455
VARIEDAD 8	2	0.02	0.01	0.0158
VARIEDAD 9	2	6.21	3.11	4.7787*
VARIEDAD 10	2	0.19	0.10	0.1479
VARIEDAD 11	2	2.93	1.47	2.2561
VARIEDAD 12	2	4.13	2.06	3.1754*
VARIEDAD 13	2	0.83	0.42	0.6396
VARIEDAD 14	2	1.15	0.58	0.8868
VARIEDAD 15	2	3.04	1.52	2.3378
VARIEDAD 16	2	0.34	0.17	0.2581
VARIEDAD 17	2	1.26	0.63	0.9681
VARIEDAD 18	2	3.22	1.61	2.4803
VARIEDAD 19	2	3.42	1.71	2.6283
VARIEDAD 20	2	4.05	2.02	3.1126*
VARIEDAD 21	2	0.27	0.13	0.2070
VARIEDAD 22	2	2.93	1.47	2.2564

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA
VARIEDAD 23	2	1.22	0.61	0.9419
VARIEDAD 24	2	5.44	2.72	4.1813*
VARIEDAD 25	2	3.99	2.00	3.0701*
VARIEDAD 26	2	3.14	1.57	2.4170
VARIEDAD 27	2	6.53	3.26	5.0222*
VARIEDAD 28	2	2.95	1.48	2.2696
VARIEDAD 29	2	3.70	1.85	2.8478
VARIEDAD 30	2	1.68	0.84	1.2914
VARIEDAD 31	2	2.56	1.28	1.9673
VARIEDAD 32	2	0.59	0.29	0.4518
VARIEDAD 33	2	0.81	0.40	0.6215
VARIEDAD 34	2	1.39	0.69	1.0675
VARIEDAD 35	2	0.27	0.14	0.2106
VARIEDAD 36	2	0.39	0.19	0.2964
VARIEDAD 37	2	1.23	0.61	0.9448
VARIEDAD 38	2	3.37	1.69	2.5950
VARIEDAD 39	2	6.41	3.20	4.9286*
VARIEDAD 40	2	15.27	7.63	11.744*
VARIEDAD 41	2	5.26	2.63	4.0440*
VARIEDAD 42	2	4.01	2.00	3.0811*
VARIEDAD 43	2	0.01	0.00	0.0068
VARIEDAD 44	2	2.47	1.23	1.9000
VARIEDAD 45	2	1.58	0.79	1.2192
VARIEDAD 46	2	1.13	0.57	0.8713
VARIEDAD 47	2	0.10	0.05	0.0756
VARIEDAD 48	2	5.63	2.82	4.3345*
C.V. = 15.980	** Significativo	al .05 y .01 de probabilidad		

ERROR CONJUNTO

gl = 188

C.M. =0.6560

crecimiento y desarrollo no sean favorables pero que existe una respuesta mejor que otras aun con las limitantes que se presentan, o seleccionar genotipos que tengan comportamientos de rendimiento por encima de la media ya sea en condiciones favorables o desfavorables

En la fuente de variación de desviaciones conjuntas dieron resultados altamente significativos y esto dice que hay materiales con un alto rango de desviaciones individuales como los tratamientos 5 y 40.

En el cuadro 5 se presentan los parámetros de estabilidad ( $b_i$  y  $Sd_i^2$ ) así como los índices ambientales obtenidos mediante la metodología propuesta por Eberhart y Russell (1966), así como la media de rendimiento de todos los tratamientos. En este cuadro los valores de  $b_i$  que más difieren de la unidad pertenecen a los tratamientos 1, 4, 9, 33, los materiales que mostraron significancia en los valores de  $b_i$  fueron los tratamientos 7, 8, 10, 33 y 47; con respecto a las desviaciones de regresión los tratamientos 5 y 40 resultaron altamente significativos al nivel de probabilidad de 0.05 y 0.01 respectivamente, de acuerdo a la definición de variedad estable propuesta por Eberhart y Russell (1966).

Varios materiales probados en el experimento demuestran estabilidad, cumpliendo con lo propuesto por Eberhart y Russell (1966) en donde una variedad estable debe cumplir con el requerimiento de  $b_i = 1$  y  $Sd_i^2 = 0$  por lo que se muestran como ejemplos a los tratamientos 46 donde su  $b_i = 0.99$  con una  $Sd_i^2 = 0.08$ , el tratamiento 21 con un  $b_i = 1.26$  con  $Sd_i^2 = -0.52$  y el tratamiento 34 con un  $b_i = 1.23$  con una  $Sd_i^2 = 0.04$  y estos materiales rinden por arriba de la media general que van de 8.44

Cuadro 5. Rendimiento medio y parámetros de estabilidad ( $b_i$  y  $Sd_i^2$ ) obtenidos por variedad de acuerdo a la metodología propuesta por Eberhart y Russell (1966).

VARIEDAD	MEDIA	$B_i$	$Sd_i^2$	T.C.
1	7.26	0.52	1.02	-2.05
2	7.88	0.79	-0.34	-2.10
3	7.66	0.77	0.42	-1.24
4	7.08	0.40	1.87	-2.09
5	7.33	0.67	6.15	-0.69
6	8.42	0.95	-0.37	-0.56
7	7.61	0.58*	-0.43	-4.85
8	9.46	1.13*	-0.64	7.31
9	7.63	0.49	2.46	-1.60
10	8.64	1.38*	-0.55	6.78
11	9.79	1.09	0.82	0.43
12	9.45	1.25	1.41	0.96
13	8.81	1.05	-0.23	0.41
14	8.70	0.90	-0.07	-0.74
15	8.82	1.21	0.87	0.95
16	7.42	0.76	-0.48	-3.25
17	8.89	1.18	-0.02	1.26
18	7.28	0.62	0.96	-1.66
19	7.63	0.96	1.06	-0.17
20	9.39	1.21	1.37	0.82
21	9.98	1.26	-0.52	3.93
22	9.01	1.52	0.82	2.37
23	9.07	1.32	-0.04	2.24
24	9.44	1.48	2.07	1.60
25	9.54	1.20	1.35	0.80
26	8.61	1.09	0.92	0.39
27	9.19	1.28	2.61	0.86
28	8.83	1.35	0.83	1.57
29	9.18	1.17	1.20	0.69
30	8.74	1.12	0.19	0.73
31	7.62	0.79	0.63	-1.02
32	9.06	1.29	-0.36	2.93
33	7.53	0.47*	-0.25	-4.58
34	9.85	1.23	0.04	1.55
35	8.03	0.99	-0.51	-0.16
36	8.24	0.94	-0.46	-0.71
37	9.33	0.9	-0.04	-0.72
38	8.00	1.05	1.04	0.20
39	7.82	0.73	2.55	-0.83
40	6.17	0.65	6.98	-0.70

VARIEDAD	MEDIA	Bi	Sdi <sup>2</sup>	T.C.
41	8.16	1.03	1.98	0.11
42	8.52	1.44	1.35	1.71
43	8.05	0.96	-0.65	-3.22
44	8.76	0.9	0.58	-0.52
45	7.32	0.72	0.14	-1.73
46	8.15	0.99	-0.08	-0.05
47	8.77	1.25*	-0.60	6.20
48	9.24	0.96	2.17	-0.13
Media general	8.44			

Indices ambientales	Ambiente.	Indice.
	1	0.1211
	2	-4.2641
	3	0.7001
	4	3.4428

hasta 9.98 toneladas por hectárea y se describen los tratamientos basándose en  $b_i$  y en la  $Sd_i^2$  de acuerdo a la clasificación propuesta por Carballo y Márquez(1970).

En el cuadro 6 se muestran los valores predichos cuando las condiciones ambientales  $l_j = -4.2641$  es la más desfavorable, correspondiendo a la localidad de Cd. Guzmán, Jalisco y cuando las condiciones ambientales  $l_j = 3.4428$  son las más favorables para el crecimiento y desarrollo de los materiales en la localidad de Celaya, Gto. y Pabellón de Arteaga, Aguascalientes con un  $l_j = 0.7001$ , que nos da una media de rendimiento por arriba de la media general sin llegar al rendimiento medio de la mejor localidad.

En las figuras 1, 2 y 3 se ilustran las diferencias de estabilidad de 12 tratamientos; 4 tratamientos por figura con sus líneas de regresión con respecto al índice ambiental  $l_j$  máximo y mínimo en relación con la línea de regresión promedio

La figura 1, ilustra como los cuatro tratamientos difieren poco en su rendimiento (1.656 toneladas) cuando las condiciones son favorables, mientras que la diferencia de la localidad con condiciones desfavorables varían entre ellas (0.887 toneladas) de rendimiento por hectárea respectivamente. Por lo tanto los tratamientos que se muestran en esta figura son 11( $b_i=1.01$ ), 21( $b_i=1.26$ ), 34( $b_i=1.23$ ) y 37( $b_i=0.90$ ) y sus valores de  $Sd_i^2 = 0.82, -0.52, 0.04$  y  $-0.04$  respectivamente, y estos serian recomendados para adaptarse a un alto rango de ambientes por presentarse por arriba de la línea de regresión promedio del  $l_j$

Cuadro 6. Valores predichos por el modelo:  $Y_{ij} = X_i + b_i l_j$  (Eberhart y Russell, 1966) utilizando el  $l_j$  mínimo y máximo.

	$l_j = \text{mínimo}$ -4.2641	$l_j = \text{máximo}$ 3.4428
1. T-1//[CM1,108]-B	5.042	9.050
2. T-1 //CM1,317	4.5113	10.599
3. T-1//87[G24S2/B810(3)S2]-B-49-1-B*4	4.1659	10.310
4. T-2 //CML 78	5.374	8.457
5. T-2 //CML313	4.473	9.636
6. T-2 //CML317	4.369	11.69
7. T-2 //CML316	5.136	9.606
8. T-2 //CML311	4.640	13.350
9. 90[LE/VP]41-4-1-1-4-BB/SLW"B"0F3-2-2-BB//CML,312	5.540	9.316
10. T-3 //90[LE/VP]13-3-1-3-7-B*3	2.755	13.391
11. T-3//CML312	5.142	13.542
12. T-3 //CML313	4.077	13.753
13. T-3 //CML315	4.332	12.424
14. T-3 //CML316	4.862	11.798
15. T-3 //CML320	3.660	12.985
16. T-4 //P43CAM.-177-1-1-1-1-BB	4.179	10.036
17. T-4//CML311	3.858	12.956
18. T-4 //CML316	4.636	9.414
19. T-5 //CML78	3.536	10.935
20. T-5 //CML311	4.23	13.555
21. T-5 //CML321	4.607	14.317
22. T-5 //CML313	2.52	14.243
23. (UA-2 X N-7-4-3)//CML316	3.441	13.614
24. T-5//CML317	3.129	14.53
25. T-5//P501c0F57-1-1-BB	4.423	13.67
26. T-5//89[SPMAT/P600]#-84-4B*4	3.962	12.362
27. T-5//CML312	3.731	13.596
28. T-5//CML314	3.073	13.477
29. T-5//87[G24S2/B810(3)S2]-B-49-1-1-B*4	4.191	13.208
30. T-3//CML311	3.964	12.596
31. T-4//89[SPMAT/P600]#-84-4-B*4	4.251	10.339
32. T-4//CML311	3.559	13.5012
33. CML322/CML78//CML311	5.525	9.148
34. CML78/CML321//BRF-2-BB	4.605	14.084
35. CML78/89[L/LMBR]11-B-4-3-1-2-B//[CML-176]-BB	3.808	11.435
36. P43CAM-4-1-1-2-1-B/P500c0F90-3-2-BB//CML311	4.231	11.476
37. T-2//ICML-176I-BB	5.492	12.428
	$l_j = \text{mínimo}$	$l_j = \text{máximo}$

	-4.2641	3.4428
38. T-1	3.522	11.614
39. T-2	4.707	10.333
40. 90[LE/VP]41-4-1-1-4-BB/SLW-Bc0F3-2-2-BB	3.568	8.407
41. T-3	3.767	11.706
42. T-5	2.379	13.477
43. A7520	3.956	11.355
44. P3002	4.922	11.858
45. B-840	4.249	9.798
46. C343	3.92	11.550
47. TESTIGO LOCAL	3.43	13.072
48. TESTIGO LOCAL	5.146	12.545
Promedio	4.17908	11.88608

máximo y mínimo. Cabe mencionar que aquí se muestra el material más rendidor de todo el experimento (21=T-5 //CNL321).

En la figura 2, se muestra como de los tratamientos 33 y 25 rinden más que el promedio en ambientes desfavorables con un  $b_i = 0.47, 1.20$ , sin embargo el tratamiento 25 rinde más al mejorar las condiciones por lo que se recomendará en todos los ambientes, el tratamiento 24 tiene un rendimiento promedio mejor que los demás en ambientes favorables por lo que a este tratamiento y el 47 se recomiendan únicamente en ambientes favorables con valores de  $B_i = 1.48, 1.25$  y los valores de  $S_{di}^2$  se encuentran entre  $-0.25, 1.35, 2.07$  y  $0.60$  respectivamente.

La figura 3 muestra la respuesta de los tratamientos 7, 12, 20 y 29 sobre los índices ambientales, con valores de  $b_i = 0.58, 1.25, 1.21$  y  $1.17$ ; con una  $S_{di}^2$  de  $-0.43, 1.41, 1.37, 1.20$  estos resultados muestran que los tratamientos 12, 20 y 29 responden con altos rendimientos en ambientes favorables así como en ambientes desfavorables pues muestran una respuesta lineal casi idéntica con respecto al rendimiento promedio a los ambientes desfavorables, sin embargo el tratamiento 7 responde mejor a los ambientes desfavorables disminuyendo su rendimiento conforme mejoran las condiciones.

Figura 1. Respuesta de los tratamientos 11, 21, 34 y 37 a los cambios de los índices ambientales, representados por las líneas de regresión de cada una de ellas, así como la línea de regresión promedio (según Eberhart y Russell, 1966).

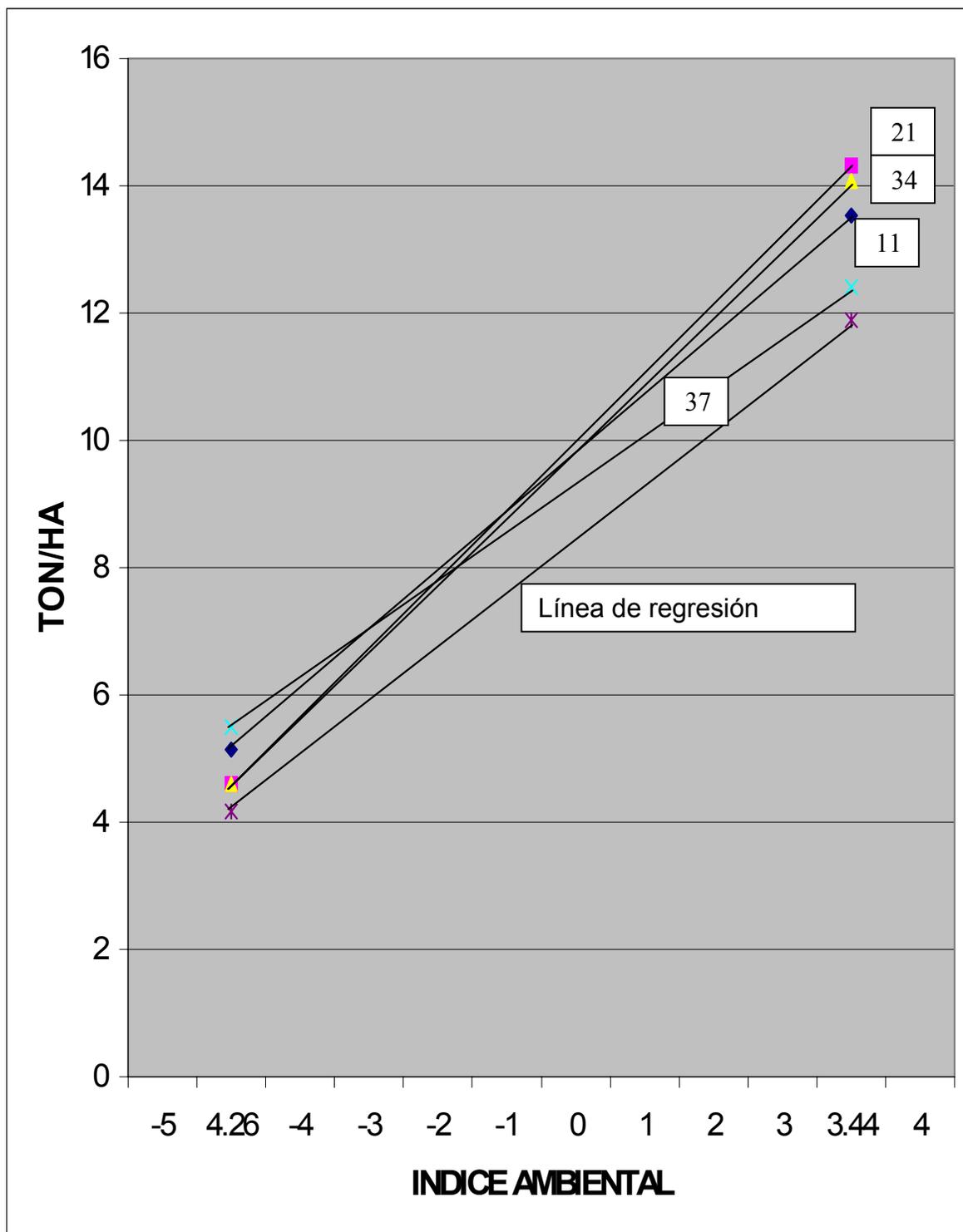


Figura 2. Respuesta de los tratamientos 24, 25, 33 y 47 a los cambios de los índices ambientales, representados por las líneas de regresión de cada una de ellas, así como la línea de regresión promedio (según Eberhart y Russell, 1966).

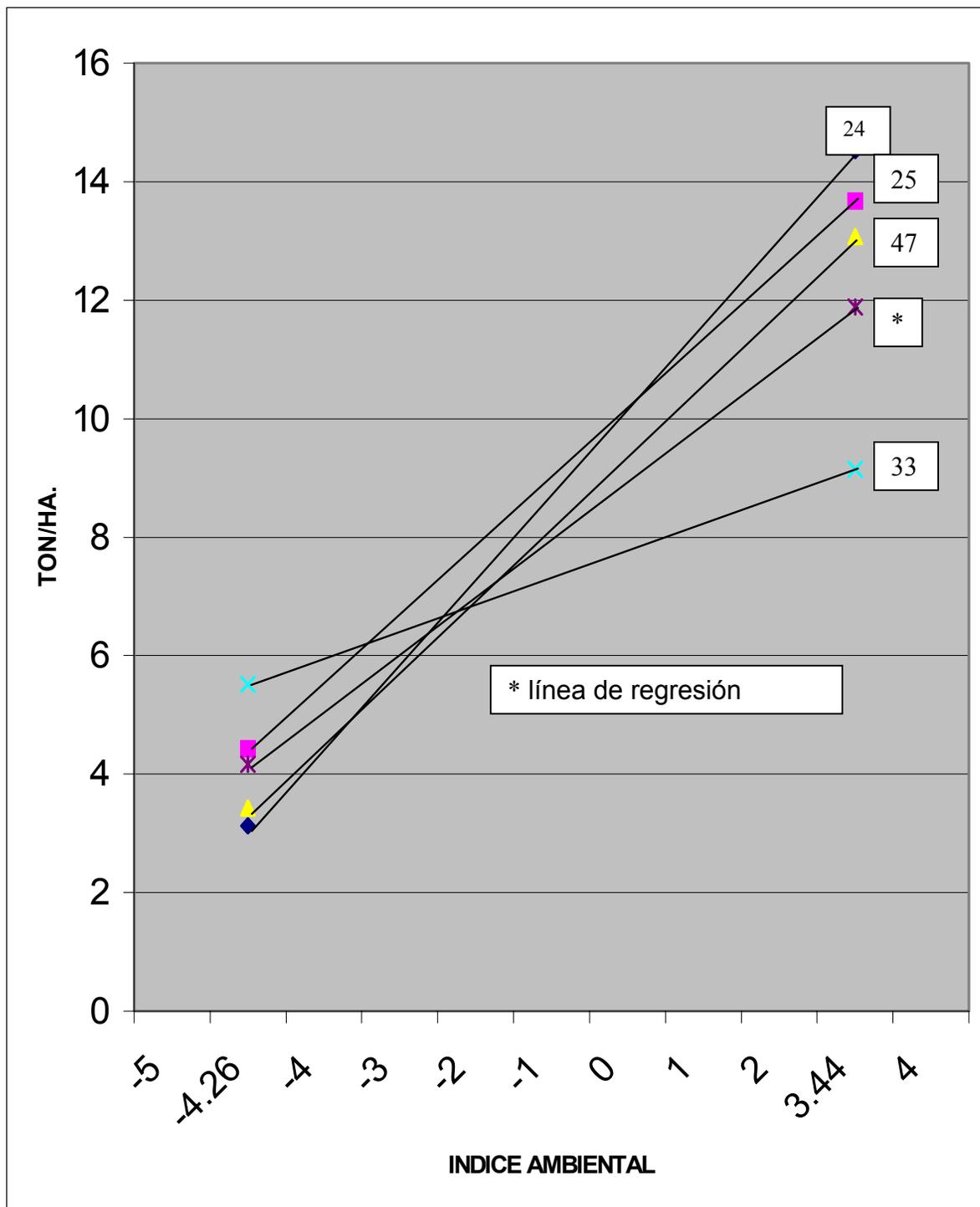
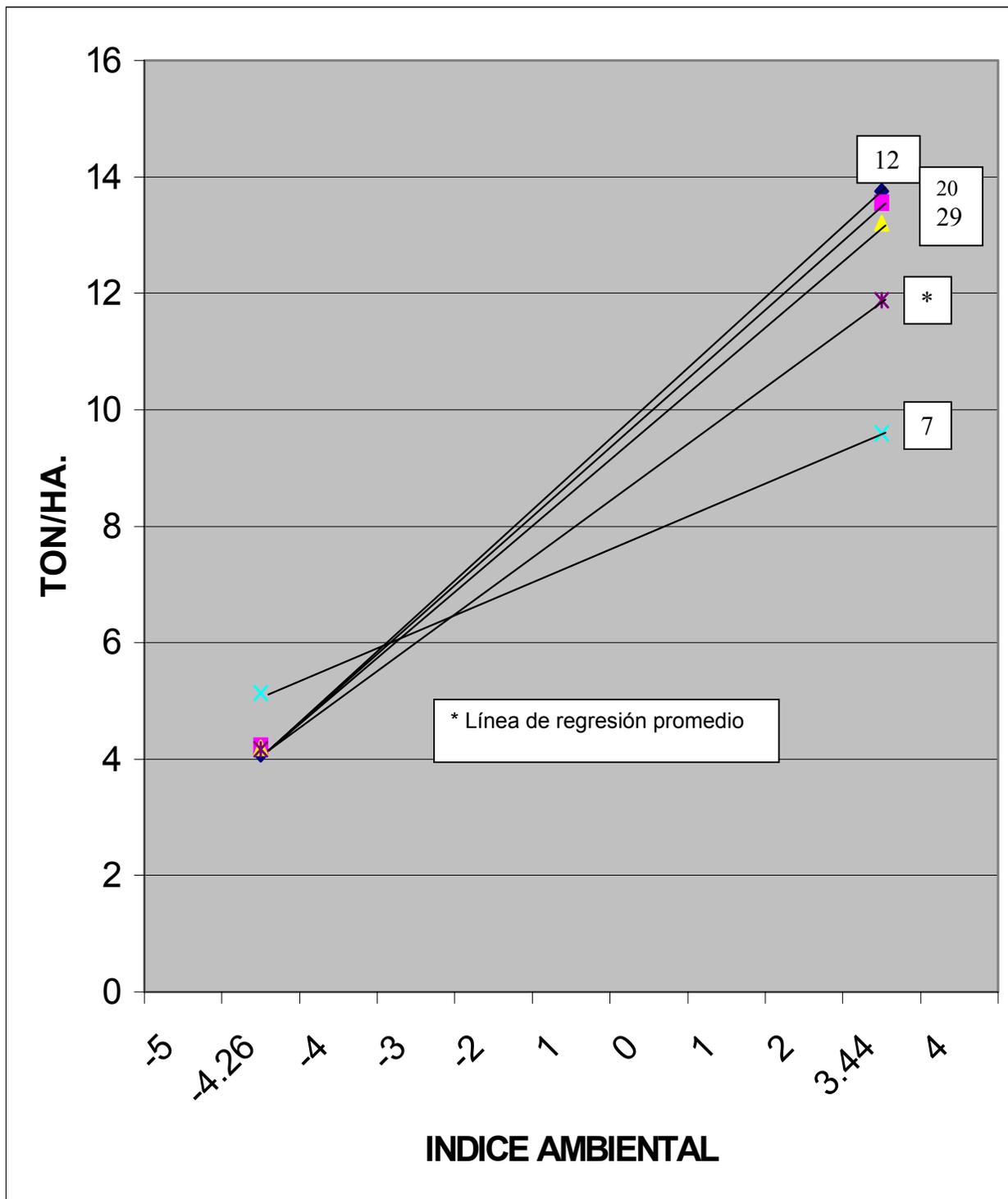


Figura 3. Respuesta de los tratamientos 12, 20, 29 y 7 a los cambios de los índices ambientales, representados por las líneas de regresión de cada una de ellas, así como la línea de regresión promedio (según Eberhart y Russell, 1966).



Las figuras anteriores muestran las líneas de regresión con materiales representativos de cada clasificación de este método, así como el comportamiento de ciertos materiales que nos interesan en esta investigación, graficando algunos mas rendidores en ambientes favorables y desfavorables, con un rendimiento uniforme y alto representado por su estabilidad.

En el cuadro 7 se muestran el orden jerárquico que tienen los materiales de acuerdo a la metodología usada en este trabajo, se puede observar que los ordenes que más coinciden son resultados de las columnas de  $b_i$  de Eberhart y Russell con los resultados de la columna de ecovalencia ( $W_i$ ) de Wricke, con un mismo número de coincidencia resultaron la columna de la desviación de regresión con la columna de ecovalencia de  $W_i$  de Wricke y le sigue en aproximación la columna de resultados de rendimiento medio con la  $Sd_i^2$ .

En el cuadro 8 se presentan la clasificación de los materiales de acuerdo a la metodología de Eberhart y Russell (1966), a partir de este resultado se puede considerar que esta metodología es efectiva al evaluar estabilidad.

Como procedimiento estadístico confiable se midieron las correlaciones ( $r$ ) entre los diferentes parámetros de estabilidad utilizados, estos se muestran en el cuadro 9, en donde se obtuvieron una correlación altamente significativa y positiva entre los parámetros de estabilidad de ecovalencia ( $W_i$ ) de Wricke (1962) y  $Sd_i^2$  de Eberhart y Russell (1966) por lo que puede utilizarse cualquiera de los dos parámetros al hacer selección de estabilidad; la correlación entre el coeficiente de regresión ( $b_i$ ) y ecovalencia ( $W_i$ ) tuvieron un resultado no significativo así como  $b_i$  con respecto a la  $Sd_i^2$  pero que si existe relación, por lo que puede considerarse que hay que utilizar estos tres

parámetros para hacer selección de estabilidad . En la correlación de entre rendimiento y  $b_i$ ,  $Sd_i^2$ , entre rendimiento y  $W_i$  resultaron altamente significativos, por lo que puede utilizarse cualquiera de los tres parámetros para selección de estabilidad.

Cuadro 7. Jerarquización de los tratamientos de acuerdo a las diferentes metodologías que se utilizaron para el cálculo de parámetros de estabilidad.

Material genético	Rendimiento Medio ton/ha <sup>-1</sup>	Eberhart bi	y Russell Sdi <sup>2</sup>	Wricke Wi
1. T-1//[CM1,108]-B	7.26 (46)	0.52 (43)	(37) 1.02	3.950 (41)
2. T-1 //CM1,317	7.88 (34)	0.79 (21)	(11) -0.34	0.781 ( 11)
3. T-1//87[G24S2/B810(3)S2]-B-49-1-B*4	7.66 (36)	0.77 (26)	(14) 0.42	1.516 (23)
4. T-2 //CML 78	7.08 (48)	0.40 (48)	(40) 1.87	6.230 (46)
5. T-2 //CML313	7.33 (43)	0.67 (36)	(47) 6.15	6.571 (47)
6. T-2 //CML317	8.42 (27)	0.95 (8)	(13) -0.37	0.259 (6)
7. T-2 //CML316	7.61 (40)	0.58* (41)	(15) -0.43	2.235 (34)
8. T-2 //CML311	9.46 (5)	1.13* (17)	(24) -0.64	0.160 (3)
9. 90[LE/VP]41-4-1-1-4-BB/SLW"B"0F3-2-2-BB//CML,312	7.63 (38)	0.49 (45)	(44) 2.46	5.516 (45)
10. T-3 //90[LE/VP]13-3-1-3-7-B*3	8.64 (24)	1.38* (36)	(20) -0.55	1.791 (28)
11. T-3//CML312	9.79 (3)	1.09 (11)	(26) 0.82	1.239 (18)
12. T-3 //CML313	9.45 (6)	1.25 (29)	(39) 1.41	2.375 (35)
13. T-3 //CML315	8.81 (19)	1.05 (7)	(9) -0.23	0.236 (5)
14. T-3 //CML316	8.70 (23)	0.90 (14)	(5) -0.07	0.572 (8)
15. T-3 //CML320	8.82 (18)	1.21 (23)	(29) 0.87	1.705 (26)
16. T-4 //P43CAM.-177-1-1-1-1-BB	7.42 (42)	0.76 (27)	(17) -0.48	0.823 (13)
17. T-4//CML311	8.89 (16)	1.18 (19)	(1) -0.02	0.874 (14)
18. T-4 //CML316	7.28 (45)	0.62 (40)	(31) 0.96	2.998 (37)
19. T-5 //CML78	7.63 (37)	0.96 (5)	(34) 1.06	1.346 (21)
20. T-5 //CML311	9.39 (8)	1.21 (24)	(38) 1.37	2.097 (31)
21. T-5 //CML321	9.98 ( 1)	1.26 (30)	(19) -0.52	0.903 (15)
22. T-5 //CML313	9.01 (15)	1.52 (46)	(27) 0.82	4.344 (42)

Material genético	Rendimiento		Eberhart	y Russell	Wricke	
Medio ton/ha <sup>-1</sup>	bi	Sdi <sup>2</sup>	Wi			
23. (UA-2 X N-7-4-3)//CML316	9.07	(13)	1.32	(35)	(4) -0.04	2.193 (32)
24. T-5//CML317	9.44	(7)	1.48	(44)	(42) 2.07	4.814 (44)
25. T-5//P501c0F57-1-1-BB	9.54	(4)	1.20	(20)	(36) 1.35	2.019 (29)
26. T-5//89[SPMAT/P600]#-84-4B*4	8.61	(25)	1.09	(12)	(30) 0.92	1.296 (20)
27. T-5//CML312	9.19	(11)	1.28	(33)	(46) 2.61	3.470 (39)
28. T-5//CML314	8.83	(17)	1.35	(37)	(28) 0.83	2.563 (36)
29. T-5//87[G24S2/B810(3)S2]-B-49-1-1-B*4	9.18	(12)	1.17	(18)	(35) 1.20	1.779 (27)
30. T-3//CML311	8.74	(22)	1.12	(16)	(8) 0.19	0.820 (12)
31. T-4//89[SPMAT/P600]#-84-4-B*4	7.62	(39)	0.79	(22)	(23) 0.63	1.516 (24)
32. T-4//CML311	9.06	(14)	1.29	(34)	(12) -0.36	1.295 (19)
33. CML322/CML78//CML311	7.53	(41)	0.47*	(47)	(10) -0.25	3.742 (40)
34. CML78/CML321//BRF-2-BB	9.85	(2)	1.23	(25)	(3) 0.04	1.189 (17)
35. CML78/89[L/LMBR]11-B-4-3-1-2-B//[CML-176]-BB	8.03	(32)	0.99	(2)	(18) -0.51	0.107 (2)
36. P43CAM-4-1-1-2-1-B/P500c0F90-3-2-BB//CML311	8.24	(28)	0.94	(10)	(16) -0.46	0.185 (4)
37. T-2//ICML-176I-BB	9.33	(9)	0.90	(13)	(2) -0.04	0.608 (9)
38. T-1	8.00	(33)	1.05	(9)	(33) 1.04	1.346 (22)
39. T-2	7.82	(35)	0.73	(31)	(45) 2.55	3.365 (38)
40. 90[LE/VP]41-4-1-1-4-BB/SLW-Bc0F3-2-2-BB	6.17	(47)	0.65	(38)	(48) 6.98	7.394 (48)
41. T-3	8.16	(29)	1.03	(3)	(41) 1.98	2.051 (30)
42. T-5	8.52	(26)	1.44	(42)	(37) 1.35	4.524 (43)
43. A7520	8.05	(31)	0.96	(4)	(25) -0.65	0.021 (1)
44. P3002	8.76	(21)	0.90	(15)	(21) 0.58	1.091 (16)
45. B-840	7.32	(44)	0.72	(32)	(7) 0.14	1.548 (25)
46. C343	8.15	(30)	0.99	(1)	(6) -0.08	0.437 (7)
47. TESTIGO LOCAL	8.77	(20)	1.25	(28)	(22) -0.60	0.772 (10)
48. TESTIGO LOCAL	9.24	(10)	0.90	(6)	(43) 2.17	2.222 (33)

El número de paréntesis indica el orden de acuerdo al método respectivo.

Cuadro 8. Descripción de los materiales de acuerdo a la clasificación propuesta por Carballo y Márquez (1970).

VARIEDAD	DESCRIPCIÓN
1	VARIEDAD ESTABLE
2	VARIEDAD ESTABLE
3	VARIEDAD ESTABLE
4	BUENA RESPUESTA EN TODOS LOS AMBIENTES, PERO INCONSISTENTE
5	BUENA RESPUESTA EN TODOS LOS AMBIENTES, PERO INCONSISTENTE
6	VARIEDAD ESTABLE
7	RESPUESTA MEJOR EN AMBIENTES DESFAVORABLES Y CONSISTENTE
8	RESPUESTA MEJOR EN BUENOS AMBIENTES Y CONSISTENTE
9	BUENA RESPUESTA EN TODOS LOA AMBIENTES, PERO INCONSISTENTE
10	RESPUESTA MEJOR EN BUENOS AMBIENTES Y CONSISTENTE
11	VARIEDAD ESTABLE
12	BUENA RESPUESTA EN TODOS LOS AMBIENTES, PERO INCONSISTENTE
13	VARIEDAD ESTABLE
14	VARIEDAD ESTABLE
15	VARIEDAD ESTABLE
16	VARIEDAD ESTABLE
17	VARIEDAD ESTABLE
18	VARIEDAD ESTABLE
19	VARIEDAD ESTABLE
20	BUENA RESPUESTA EN TODOS LOS AMBIENTES, PERO INCONSISTENTE
21	VARIEDAD ESTABLE
22	VARIEDAD ESTABLE
23	VARIEDAD ESTABLE
24	BUENA RESPUESTA EN TODOS LOS AMBIENTES, PERO INCONSISTENTE
25	BUENA RESPUESTA EN TODOS LOS AMBIENTES, PERO INCONSISTENTE
26	VARIEDAD ESTABLE
27	BUENA RESPUESTA EN TODOS LOS AMBIENTES, PERO INCONSISTENTE
28	VARIEDAD ESTABLE
29	VARIEDAD ESTABLE
30	VARIEDAD ESTABLE
31	VARIEDAD ESTABLE
32	VARIEDAD ESTABLE
33	RESPUESTA MEJOR EN AMBIENTES DESFAVORABLES Y CONSISTENTE
34	VARIEDAD ESTABLE
35	VARIEDAD ESTABLE
36	VARIEDAD ESTABLE
37	VARIEDAD ESTABLE
38	VARIEDAD ESTABLE
39	BUENA RESPUESTA EN TODOS LOS AMBIENTES, PERO INCONSISTENTE
40	BUENA RESPUESTA EN TODOS LOS AMBIENTES, PERO INCONSISTENTE
41	BUENA RESPUESTA EN TODOS LOS AMBIENTES, PERO INCONSISTENTE
42	BUENA RESPUESTA EN TODOS LOS AMBIENTES, PERO INCONSISTENTE

- 43 VARIEDAD ESTABLE  
 44 VARIEDAD ESTABLE  
 45 VARIEDAD ESTABLE  
 46 VARIEDAD ESTABLE  
 47 RESPUESTA MEJOR EN BUENOS AMBIENTES Y CONSISTENTE  
 48 BUENA RESPUESTA EN TODOS LOS AMBIENTES

Descripción en base a lo propuesto por Eberhart y Russell (1966) donde  $b_i = 1$  y  $Sd_i^2 = 0$

Cuadro 9. Coeficientes de correlación ( r ) entre los diferentes parámetros de estabilidad calculados.

	<u>Eberhart y Russell</u>		<u>Wricke</u>
	$B_i$	$Sd_i^2$	$W_i$
Rendimiento medio	0.781**	0.329*	0.407**
Eberhart y Russell ( $b_i$ )		0.198 N.S	0.266 N.S.
Eberhart y Russell ( $Sd_i^2$ )			0.805**

\*\*Significativo al nivel de probabilidad de .05 y .01

## 5. CONCLUSIONES

Por lo anterior podemos asentar las siguientes conclusiones:

1. Por la alta significancia entre tratamientos por localidades, se deduce que existen diferencias de comportamiento de los tratamientos a diferentes localidades
2. La metodología de Eberhart y Russell (1966) fue efectivo para discriminar la estabilidad de los tratamientos en estudio. Así mismo la metodología de Wricke (1962) identifico los tratamientos con un valor bajo, a la contribución a la suma de cuadrados de la interacción genotipo por ambiente.
3. El rendimiento es un parámetro importante para los materiales al hacer selección.
4. El parámetro  $Sd_i^2$  juega un papel importante al comparar los resultados al momento de la selección de algún genotipo, porque separa los materiales consistentes de los inconsistentes.
5. De acuerdo a los objetivos planteados en este trabajo y basándonos en la metodología de Eberhart y Russel (1966) se establece que:

En ambientes favorables los mejores tratamientos son:

8.....T-2 //CML311

10.....T-3//90[LE/VP]13-3-1-3-7-B\*3

47.....Testigo local (CM- Trueno)

Estos con un rendimiento superior a la media general.

En ambientes desfavorables los mejores materiales son

7.....T-2 //CML316

33..... CML322/CML78//CML//311

Estos con un rendimiento por arriba de la media lj que resulta de la peor localidad.

Los materiales estables y con un mayor rendimiento promedio son:

21.....-T-5 //CML321

34.....-CML78/CML321//BRF-2-BB

11.....-T-3//CML312

37.....-T-2//ICML-176I-BB

29.....-T-5//87[G24S2/B810(3)S2]-B-49-1-1-B\*4

23.....-(UA-2 X N-7-4-3)//CML316

Considerando estos tratamientos también por su alto rendimiento.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, M.I. y R.M. Fischer.1975. Análisis del crecimiento y rendimiento de 30 genotipos de trigo bajo condiciones ambientales óptimas de cultivos. *Agrociencia* 21: 185-190.
- Bradshaw, A.D.1965. evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. *Advance Genetics* 13: 115-155.
- Bucio, A.L.1966. Environmental and genotype-environmental components of variability I. Inbred lines. *Heredity* 21(3):387-397.
- Cordova O., H.S. 1975. Efecto del número de líneas endocriadas sobre el rendimiento y estabilidad de las variedades sintéticas derivadas de maíz (*Zea mays L.*). Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo México.
- Eberhart, S.A. and W.A. Russell. 1969. Yield and stability for a 10-line diallel of single cross and double cross maize hybrids. *Crop Sci.* 9:357-361.
- Eberhart, S.A. and W.A. Russell.1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6:36-40.

- Falconer, D.S. 1978. Introducción a la genética cuantitativa. Traducción al español por el Dr. Fidel Márquez Sánchez. 9a. Impresión. Ed. CECOSA. México, D.F: p.388.
- Finlay, K.W. and N.G. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptations in a plant breeding programme. Aust. J. Agric. Res. 14:742-754.
- Freeman, G.H and B.D. Dowker. 1973. The analysis of variance between and within genotypes and environments. Heredity 30: 97-109.
- Gómez. G., J.R. 1979. Aplicación de tres métodos de estabilidad en ocho colecciones de frijol (*P. vulgaris*) bajo cuatro ambientes de humedad en el suelo. Inédito. Colegio de Graduados. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Kang, M.S. and J.D. Miller. 1984. Genotype x environment interaction for cane and sugar yield and their implications in sugarcane breeding. Crop Sci. 24:435-440.
- Kang, M.S., Ph. D. 1990. Genotype - By - Environment interaction and plant Breeding. Louisiana State University Agricultural Center. pp. 1-5.
- Lin, C.S.; M.R. Binns and L.P. Lefkovitch. 1986. Stability analysis Where do we stand?. Crop Sci.26: 894-900.
- López H., A.J. 1978. Selección y evaluación de genotipos de maíz en condiciones limitadas para aumentar la producción y el rango de adaptación. Tesis Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Chapingo, Márquez S., F. 1970. El problema de la interacción genética ambiental en genotecnia vegetal. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

- Nguyen, H.T.; D.A. Sleper and K.L. Hunt. 1980. Genotype x environment interactions and stability analysis for herbage yield of tall fescue synthetics. *Crop Sci.* 20:221 - 224.
- Oyervides G. A. 1980. Adaptabilidad, estabilidad y producción de variedades tropicales de maíz (*Zea mays L.*). Tesis Profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila México.
- Ron-Parra, J. 1985. Variety-environment interaction for maize in Bajío-México. *Maize Abstracts*, Vol. 1, No. 5, P. 2.
- Scott, E.C. 1967. Selecting for stability of yield in maize. *Crop Sci.* 7:594-551.
- Sprague, G.E. and W.T. Feferer. 1951. A comparison of variance components in corn yield trials. II. Error year x variety, location x variety components. *Agron. J.* 43: 535 -541.
- Sprague, G.F. 1977. *Corn Improvement*. American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA. pp. 327-330.
- Vizcaino, S.J.L. 1988. Estimación de parámetros de estabilidad en el comportamiento de maíces híbridos (*Zea mays L*) en siete localidades. Tesis licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Wescott, B. 1986. Some methods of analysing genotype x environment interaction. *Heredity* 56:243-253.
- Wricke, G. 1962. Über eine methode zur erfassung der ökologischen streubreite in feldversuchen. *Z. Pflanzl. Züchtung* 47: 92-96.
- México.

- Márquez S., F. 1970. El problema de la interacción genética ambiental en genotecnia vegetal. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Nguyen, H.T.; D.A. Sleper and K.L. Hunt. 1980. Genotype x environment interactions and stability analysis for herbage yield of tall fescue synthetics. *Crop Sci.* 20:221 - 224.
- Oyervides G. A. 1980. Adaptabilidad, estabilidad y producción de variedades tropicales de maíz (*Zea mays L.*). Tesis Profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila México.
- Ron-Parra, J. 1985. Variety-environment interaction for maize in Bajío-México. *Maize Abstracts*, Vol. 1, No. 5, P. 2.
- Scott, E.C. 1967. Selecting for stability of yield in maize. *Crop Sci.* 7:594-551.
- Sprague, G.E. and W.T. Feferer. 1951. A comparison of variance components in corn yield trials. II. Error year x variety, location x variety components. *Agron. J.* 43: 535 -541.
- Sprague, G.F. 1977. Corn Improvement. American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA. pp. 327-330.
- Vizcaino, S.J.L. 1988. Estimación de parámetros de estabilidad en el comportamiento de maíces híbridos (*Zea mays L.*) en siete localidades. Tesis licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Wescott, B. 1986. Some methods of analysing genotype x environment interaction. *Heredity* 56:243-253.
- Wricke, G. 1962. Über eine methode zur erfassung dorokologischen streubreite in feldversuchen. *z. Pflxucht* 47: 92-96.

## 7. APENDICE

