

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS  
BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS  
DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS  
COORDINACION DE POSGRADO



APLICACION DE LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD EN  
LOS CARACTERES *Fusarium* DE TALLO, PUDRICION DE  
MAZORCA Y RENDIMIENTO DE GRANO EN MAIZ

---

## T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:  
MAESTRO EN CIENCIAS EN MANEJO DE AREAS DE TEMPORAL

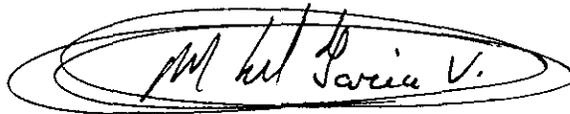
## P R E S E N T A

**MARIA DE LOS ANGELES PUENTE RODRIGUEZ**  
ZAPOPAN, JAL. AGOSTO DE 2002

Esta tesis fue realizada bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN  
MANEJO DE AREAS DE TEMPORAL

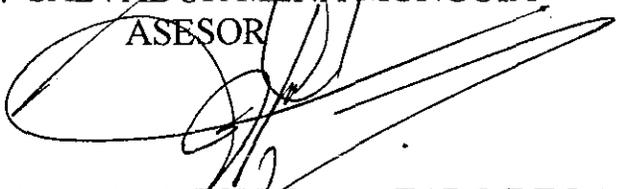
CONSEJO PARTICULAR



DR. MARIO ABEL GARCIA VAZQUEZ  
DIRECTOR



M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA  
ASESOR



M.C. SALVADOR ANTONIO HURTADO DE LA PEÑA  
ASESOR

185290/001446  
185290/0625581

Zapopan, Jalisco. Agosto de 2002

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guadalajara, por darme la oportunidad de formarme y superarme profesionalmente en sus aulas.

Al Dr. Mario Abel García Vázquez, por su excelente dirección, orientación, apoyo y disposición en la realización de esta tesis, sobre todo por su gran paciencia en todos mis momentos de duda, así como por sus valiosos consejos, sin los cuales este trabajo no hubiera podido salir adelante. Gracias Maestro.

Al Maestro Salvador Mena Munguía, por sus excelentes consejos, por todo lo que aprendí de él durante mis estudios de maestría, así como por su disposición en la asesoría y revisión de esta tesis.

Al Maestro Salvador Antonio Hurtado de la Peña, por su amistad y apoyo incondicional durante mis estudios de maestría, por su disposición en la revisión de esta tesis, así como por sus valiosos y acertados comentarios para mejorar la misma.

Al Maestro Margarito Chuela Bonaparte, Quiero hacer un reconocimiento muy especial al Maestro Margarito, por su apoyo y su ayuda desinteresada, que hicieron posible la realización de este trabajo, él fue un pilar muy importante para la culminación de esta meta. Pero más que nada quiero agradecerle todo lo que aprendí de él. Gracias Amigo.

Al Dr. Juan Francisco Casas Salas y al Maestro Norberto Carrizales Mejía, por su apoyo y disposición en la revisión de la tesis, así como por sus valiosos comentarios para mejorar la misma.

A la Señora Ana Ma. Sánchez Herrera, por su disposición y ayuda en la realización de lo trámites administrativos durante todos mis estudios de maestría.

A mis amigos y compañeros de estudios de la maestría, por brindarme su amistad.

## DEDICATORIAS

A DIOS, gracias por darme todo lo que tengo

### A MIS PADRES

Agustín y María Elena,

Pilares muy importantes de mi formación, a ellos debo todo lo que soy, con su ejemplo y su amor lograron sacar adelante a todos sus hijos a pesar de muchas adversidades, Gracias, los quiero mucho.

### A MI ESPOSO

Margarito Ortiz Rodríguez,

Por compartir conmigo buenos y malos momentos, por apoyarme siempre que lo necesito. Con su amor y apoyo me motiva cada día a seguir adelante.

### A MIS HIJOS

Alejandra Guadalupe, Iván y Omar Azael,

Por ser la fuerza que me impulsa a seguir siempre adelante, con su alegría y cariño me motivan a superarme cada día más.

### A MIS HERMANOS

Fredy, Gerardo, Agustín, Esmeralda, Luis y Claudia,

Así como a todas sus familias y a Martha, por todo el cariño y apoyo que siempre me han brindado.

## CONTENIDO

	Pág.
INDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	x
I INTRODUCCION	1
II REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Enfermedades que afectan el rendimiento de grano de maíz	4
2.2. Interacción genotipo- ambiente	5
2.3. Clasificación de la estabilidad genética	6
III MATERIALES Y METODOS	10
3.1. Material experimental	10
3.2. Análisis estadístico	10
3.2.1. Transformaciones	10
3.2.2. Análisis de varianza de los parámetros de estabilidad	12
3.2.3. Parámetros de estabilidad	14
3.2.4. Índice de selección jerarquizado de estabilidad	15
3.2.5. Pruebas de hipótesis	16
IV RESULTADOS Y DISCUSION	19
4.1. Análisis de varianza para rendimiento de grano	19
4.1.1. Prueba de hipótesis para variedades	19
4.1.2. Prueba de hipótesis para la interacción variedades por ambiente lineal ( V x A lin. )	19
4.1.3. Prueba de comparación de medias (Tukey)	19
4.1.4. Análisis de parámetros de estabilidad para la variable rendimiento de grano	25
4.1.5. Índice de estabilidad de Langer y Wricke	28
4.1.6. Correlaciones de Langer y Wricke para rendimiento	31
4.2. Análisis de varianza para pudrición de tallo por <i>Fusarium</i>	32
4.2.1. Prueba de hipótesis para variedades	32
4.2.2. Prueba de hipótesis para la interacción variedades por	32

ambiente lineal ( V x A lin. )	
4.2.3. Prueba de comparación de medias (Tukey)	32
4.2.4. Análisis de parámetros de estabilidad para pudrición de tallo por <i>Fusarium</i>	38
4.2.5. Índice de estabilidad de Langer y Wricke	42
4.2.6. Correlaciones de Langer y Wricke para pudrición de tallo por <i>Fusarium</i>	44
4.3. Análisis de varianza para pudrición de mazorca	46
4.3.1. Prueba de hipótesis para variedades	46
4.3.2. Prueba de hipótesis para la interacción variedades por ambiente lineal ( V x A <sub>lin.</sub> ) para pudrición de mazorca	46
4.3.3. Prueba de comparación de medias ( Tukey )	46
4.3.4. Análisis de los parámetros de estabilidad para la variable pudrición de mazorca	52
4.3.5. Índice de estabilidad de Langer y Wricke	55
4.3.6. Correlaciones de Langer y Wricke para pudrición de mazorca	58
V CONCLUSIONES	63
VI BIBLIOGRAFIA.	65
VII APENDICE	68

## INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Rendimiento de grano, porcentaje de pudrición de mazorca y tallo por <i>Fusarium</i> en 32 materiales de maíz evaluados en seis localidades en 1994	11
Cuadro 2. Análisis de varianza para la estimación de los parámetros de estabilidad ( $b_i$ y $S^2d_i$ )	13
Cuadro 3. Situaciones posibles derivadas de los valores de los parámetros de estabilidad.	14
Cuadro 4. Análisis de varianza para el cálculo de los parámetros de estabilidad para rendimiento de grano en seis localidades de México.	20
Cuadro 5. Rendimiento medio y parámetros de estabilidad de 32 variedades de maíz.	21
Cuadro 6. Prueba de Langer y Wricke en rendimiento.	29
Cuadro 7. Correlaciones entre Langer y Wricke con rendimiento, $b_i$ y $S^2d_i$ .	31
Cuadro 8. Análisis de varianza para el cálculo de los parámetros de estabilidad para <i>Fusarium</i> en seis localidades de México.	33
Cuadro 9. Respuesta media a <i>Fusarium</i> y parámetros de estabilidad de 32 Variedades de maíz.	34
Cuadro 10. Prueba de Langer y Wricke en pudrición de tallo por <i>Fusarium</i> .	43
Cuadro 11. Correlaciones entre Langer y Wricke con % de <i>Fusarium</i> , $b_i$ y $S^2d_i$ .	45
Cuadro 12. Análisis de varianza para el cálculo de los parámetros de estabilidad para pudrición de mazorca en seis localidades de México.	47
Cuadro 13. Respuesta media a pudrición de mazorca y parámetros de estabilidad de 32 variedades de maíz.	48
Cuadro 14. Prueba de Langer y Wricke en pudrición de mazorca.	56
Cuadro 15. Correlaciones entre Langer y Wricke con % de pudrición de Mazorca, $b_i$ y $S^2d_i$ .	59

## INDICE DE FIGURAS

Regi de ti Regi de ti Regi maz Regi maz Regi maz Regi maz Regi maz Regi maz Regi maz Regi maz		Pág.
	Figura 1. Regresión del rendimiento medio esperado de las variedades 6, 1, 22 y 24	22
	Figura 2. Regresión del rendimiento medio esperado de las variedades 29, 25, 27 y 32	22
	Figura 3. Regresión del rendimiento medio esperado de las variedades 5, 4, 3, y 7	22
	Figura 4. Regresión del rendimiento medio esperado de las variedades 26,15, 2 y 28	23
	Figura 5. Regresión del rendimiento medio esperado de las variedades 8, 31, 20 y 18	23
	Figura 6. Regresión del rendimiento medio esperado de las variedades 13, 23, 16 y 17	23
	Figura 7. Regresión del rendimiento medio esperado de las variedades 19, 12, 10 y 11	24
	Figura 8. Regresión del rendimiento medio esperado de las variedades 30, 9, 21 y 14	24
	Figura 9. Regresión de la respuesta media esperada a <i>Fusarium</i> de tallo de las variedades 6, 22, 27 y 15	35
	Figura 10. Regresión de la respuesta media esperada a <i>Fusarium</i> de tallo de las variedades 1, 13, 26 y 20	35
	Figura 11. Regresión de la respuesta media esperada a <i>Fusarium</i> de tallo de las variedades 8, 25, 28 y 5	35
	Figura 12. Regresión de la respuesta media esperada a <i>Fusarium</i> de tallo de las variedades 18,19,24 y 29	36
	Figura 13. Regresión de la respuesta media esperada a <i>Fusarium</i> de tallo de las variedades 2, 7, 11 y 31	36

## RESUMEN

Para la realización de este estudio sobre parámetros de estabilidad se utilizó una base de datos que contiene información sobre el comportamiento de 32 genotipos de maíz del programa subtropical del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), misma que se obtuvo en Tlaltizapán Mor; Tlajomulco, Jal; Celaya, Gto y Aguascalientes, Ags, en 1994 e incluye el rendimiento de grano y respuesta a pudrición de tallo y mazorca principalmente por *Fusarium*.

El trabajo tuvo como objetivos aplicar el método de parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell, el índice de Langer y la ecovalencia de Wricke a las variables rendimiento de grano, *Fusarium* de tallo y pudrición de mazorca, partiendo de la hipótesis de que los parámetros de estabilidad también pueden aplicarse a la variable enfermedades.

El análisis de la información se hizo, para el caso de enfermedades, a partir de datos originales (porcentaje de pudrición de tallo y porcentaje de pudrición de mazorca). El análisis de varianza de los parámetros de estabilidad indicó que la interacción variedades por ambiente fue altamente significativa para rendimiento de grano y para pudrición de tallo y mazorca, por lo que procedió el análisis de parámetros de estabilidad.

Los resultados más relevantes indican que la aplicación de los parámetros de estabilidad a la variable pudrición de tallo es una buena herramienta para complementar la selección de materiales por la estabilidad y consistencia del rendimiento, sin embargo no hubo una correspondencia clara entre los materiales seleccionados por pudrición de mazorca y los seleccionados por rendimiento de grano. Hubo una correspondencia mas o menos estrecha entre rendimiento y pudrición de tallo, ya que al considerar tanto el rendimiento de grano como el porcentaje de pudrición de tallo se tiene que, con base al índice de Langer y la ecovalencia de Wricke, los materiales estables en rendimiento [ 1 (CMT945001), 22 (CMT945043) y 25 (CMT945049) ] también lo fueron en cuanto a pudrición de tallo, mientras que de los cuatro genotipos consistentes en rendimiento [ 24 (CMT945047), 15 ( CMT945029), 27 (CMT945053) y 32 (CMM945061) ], los tres primeros también lo fueron en cuanto a pudrición de tallo.

Al considerar el índice de Langer y la ecovalencia de Wricke en pudrición de tallo, como complemento de los parámetros de estabilidad en rendimiento de grano, se encontró una correspondencia mas o menos estrecha entre los genotipos seleccionados en rendimiento por los parámetros de estabilidad y los seleccionados por el índice de Langer y la ecovalencia de Wricke para pudrición de tallo, más no para pudrición de mazorca, lo que probablemente puede deberse a que el rendimiento de grano se correlacionó negativa y en forma altamente significativa con pudrición de tallo en cinco de las seis localidades, mientras que no hubo correlación significativa entre rendimiento y pudrición de mazorca en tres de las seis localidades.

## I. INTRODUCCIÓN

El incremento constante de la población en México requiere, para satisfacer las necesidades de alimentación, de cantidades cada vez mayores de alimentos, como es el caso del maíz que forma parte fundamental de la dieta del mexicano. Durante el año 2000 la superficie total cosechada de maíz a nivel nacional fue de 6'235,950 hectáreas, con una producción de alrededor de 14'194,165 toneladas; en el año 2001 la superficie total sembrada fue de 7'235,461 hectáreas con una producción estimada de 14'435,303 toneladas (SAGARPA 2001). La producción de maíz obtenida ha sido insuficiente para satisfacer las demandas del país, teniendo la necesidad de importar volúmenes importantes de grano de maíz al año para reducir el déficit, lo cual subraya la urgencia de analizar posibles fuentes de crecimiento de la producción.

El cultivo de maíz se ve afectado en su rendimiento por una gran cantidad de factores como son el uso de variedades de bajo potencial de rendimiento y susceptibles a enfermedades, genotipos tardíos, deficiente control de plagas y maleza, siembras bajo condiciones de temporal errático, bajos precios de garantía, problemas en la comercialización, extrapolar recomendaciones técnicas a condiciones ambientales diferentes de las que se obtuvieron los resultados y a la interacción genotipo-ambiente, entre otros.

En México se ha realizado una gran cantidad de investigaciones sobre agronomía y mejoramiento genético de maíz, que han permitido generar paquetes tecnológicos con los que se ha incrementado en forma sustancial los rendimientos de grano por hectárea. Una de las razones por las que no han trascendido estas investigaciones es porque se han tratado de generalizar los resultados a condiciones ambientales muy diferentes a las del lugar de donde se obtuvieron. Para que los resultados de la investigación agrícola sean correctamente utilizados es conveniente determinar bajo que condiciones ambientales son óptimos, ya que existe una gran interacción genética ambiental que sesga los resultados esperados, por lo que se

requiere disponer de herramientas que permitan seleccionar los mejores materiales para cada ambiente

La cuantificación de la interacción genotipo-ambiente permite conocer si los materiales se comportan de igual o diferente manera en los diversos ambientes. Esta interacción se empezó a cuantificar a partir de los trabajos desarrollados por Eberhart y Russel (1966), los cuales dieron origen a los llamados parámetros de estabilidad, los que con algunas modificaciones han permitido identificar a variedades estables que rinden mejor en ambientes deficientes y genotipos que producen bien en ambientes favorables. Para clasificar las variedades por su estabilidad y consistencia en los diferentes ambientes básicamente se ha considerado al carácter rendimiento de grano. Al clasificar las variedades únicamente por el rendimiento se está dejando de tomar en cuenta aspectos de gran importancia como son las enfermedades, las que en algunos casos pueden reducir en forma significativa la producción de grano y ocasionar otro tipo de daños como son el acame, baja de calidad del producto, impedir la cosecha mecánica, etc., teniendo pérdidas importantes. Al recomendar una variedad, para una zona determinada, basándose únicamente en el rendimiento de grano se corre el riesgo de que éste disminuya y/o sea de mala calidad por problemas de pudrición de tallo y mazorca, por lo que se requiere tener información confiable que indique que una variedad, además de tener un alto rendimiento de grano, presenta consistencia o estabilidad en la resistencia a pudrición de tallo y mazorca.

En el estado de Jalisco el cultivo de maíz se ve afectado por una gran cantidad de enfermedades, entre las que destacan el *Fusarium* de tallo y las pudriciones de mazorca, las cuales encarecen el cultivo ya que dificultan la cosecha mecánica y bajan la calidad del producto. Si la herramienta estadística parámetros de estabilidad también se pudiera aplicar a variables como enfermedades sería de gran utilidad, ya que esto permitiría, al igual que para rendimiento de grano, identificar las variedades más convenientes para los ambientes desfavorables (alta presencia de la enfermedad), así como los más adecuados para los ambientes favorables (poca presencia de la enfermedad), con lo cual se podría determinar la

estabilidad o consistencia del comportamiento de una variedad ante la presencia de una enfermedad.

La información conjunta de la estabilidad o consistencia del rendimiento y de la calidad del mismo sería de gran utilidad, ya que esto permitiría un uso más eficiente de los resultados de investigación y daría mayor seguridad a los productores de diferentes ambientes, ya que con lo anterior se podrían identificar las variedades de mejor rendimiento y calidad para ambientes buenos, así como los materiales más indicados para ambientes desfavorables. Con base a lo anterior, utilizando una base de datos de experimentos de maíz del CIMMYT, en el presente trabajo se pretende utilizar el método de parámetros de estabilidad en caracteres diferentes del rendimiento y tiene como objetivo aplicar el método de parámetros de estabilidad de Eberhart y Russel, el índice de Langer y la ecovalencia de Wricke a las variables rendimiento de grano, así como a *Fusarium* de tallo y pudrición de mazorca, partiendo de la hipótesis de que los parámetros de estabilidad también pueden aplicarse a la variable enfermedades y por lo tanto permiten conocer el comportamiento de los genotipos ante la presencia de una enfermedad tanto en un ambiente favorable como en uno desfavorable.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA.

### 2.1. Enfermedades que afectan el rendimiento de grano de maíz.

El maíz, considerado como un cultivo fundamental en México debido a que forma parte de la dieta alimenticia, a su gran valor cultural, así como por la superficie de siembra, presenta ciertas limitantes en su producción, como son las condiciones climáticas y edáficas adversas, así como daños causados por plagas y enfermedades. Dentro de las enfermedades de mayor importancia económica se encuentran las pudriciones de tallo y mazorca causadas por *Fusarium moniliforme*, patógeno que se encuentra ampliamente distribuido en las zonas maiceras.

Estudios realizados sobre la incidencia del patógeno indican que una de la regiones más afectadas es la zona del Bajío, que comprende los estados de Jalisco, Michoacán, Querétaro y Guanajuato.

#### Importancia económica:

Fuentes (1960) indica que en México, cuando las condiciones son favorables para *Fusarium*, la pudrición de mazorca llega a provocar pérdidas de un 30 a un 50% de la cosecha.

Dodd (1980) señala que la pudrición de tallo y mazorca en maíz causan problemas para los agricultores, ocasionando reducciones en los rendimientos potenciales del grano.

#### Sintomatología:

Foley (1962) reporta que la pudrición del tallo del maíz se manifiesta por una deterioración gradual del parénquima, debilitando los tallos y éstos pueden estar

desde inclinados hasta doblados completamente dependiendo del grado de daño, ocasionando esto disminuciones sustanciales en el rendimiento.

Agrios (1989) menciona que las enfermedades del maíz causadas por *Fusarium sp.* se encuentran ampliamente distribuidas por todo el mundo ocasionando pérdidas considerables, siendo las mas importantes las pudriciones del tallo y la mazorca. En la pudrición del tallo los entrenudos se ablandan y son de color canela o café en su exterior, mientras que internamente pueden ser de color rosa o rojizo; la médula del tallo se desintegra dejando intactos solo a los ases vasculares. La pudrición afecta también a las raíces de las plantas.

La pudrición de la mazorca se caracteriza porque en ésta última aparece un moho rojizo que con frecuencia empieza a desarrollarse en la punta; el hongo forma peritecios (cuerpo fructífero que porta o contiene las hifas en forma de saco con ascosporas sexuales) sobre las vainas y el pedúnculo de la mazorca.

## 2.2. Interacción Genotipo - Ambiente.

Al estudiar el comportamiento de un conjunto de genotipos en diferentes ambientes, existen algunos que se adaptan mejor a más ambientes que el resto, así como otros que presentan gran adaptación a ambientes específicos; características que se necesitan identificar al seleccionar genotipos.

Cruz (1989) indica que se denomina como interacción genotipo-ambiente a el comportamiento diferencial de un grupo de genotipos en diversos ambientes, entendiéndose por ambiente al complejo climático, edáfico y tecnológico que actúa sobre el genotipo

Bucio, Eberhart-Russell y Finley (1966) señalan que la utilidad de los métodos de interacción genotipo-ambiente, ha sido importante desde un punto de

vista práctico para justificar las razones para seleccionar un genotipo dado por su comportamiento uniforme o estable en diferentes ambientes. Esto se refiere al análisis de la interacción genotipo ambiente desde un punto de vista genético, aquí se hace un intento de identificar al genotipo y su comportamiento con las condiciones cambiantes del medio ambiente; al decir esto se refiere tanto a las condiciones naturales de cambio del medio ambiente como las que puede propiciar el hombre como pueden ser: el nivel de fertilidad, las prácticas de manejo de un cultivo, las plagas, las enfermedades, etc. Este modelo, que es el que más importancia tiene para el mejorador de plantas, ha recibido poca atención. Por lo anterior es necesario motivar a los investigadores dedicados al mejoramiento de plantas a utilizar el recurso de la interacción genético-ambiente como un recurso adicional a los que usualmente utiliza para mejorar los organismos biológicos y los cultivos. En este trabajo se definen los efectos genéticos ambientales, los de interacción genético-ambiental y los de correlación genético-ambiental con los efectos ambientales, para conocer su magnitud, la forma en que se heredan y el papel que juegan en los procesos de selección.

### 2.3. Clasificación de la estabilidad genética.

Eberhart y Russel (1966) presentan el modelo de parámetros de estabilidad, el que permite, a través de un análisis estadístico de mínimos cuadrados, la prueba de significancia conjunta de la interacción genotipo-ambiente, así como la de cada una de las variedades. Sugirieron que el modelo  $Y_{ij} = \mu_i + \beta_i l_j + S_{ij}$  define los parámetros de estabilidad que pueden ser usados para describir el comportamiento de una variedad sobre una serie de ambientes, donde:  $Y_{ij}$  es la media varietal de la  $i$  - ésima variedad en el  $j$  - ésimo ambiente,  $\mu_i$  es la media de la  $i$  - ésima variedad sobre todos los ambientes,  $\beta_i l_j$  es el coeficiente de regresión que mide la respuesta de la  $i$  - ésima variedad en el  $j$  -ésimo ambiente. Definieron que una variedad "estable" es aquella que posee un coeficiente de regresión igual a uno ( $\beta_i = 1$ ) y el cuadrado medio de las desviaciones tan pequeño como sea posible ( $S^2 d_i = 0$ ). Por otra parte indican que la regresión de

cada variedad hacia un índice ambiental y el cuadrado medio de las desviaciones de esta regresión proveen estimaciones de los parámetros de estabilidad deseados.

Carballo y Márquez (1970) presentaron un estudio sobre comparación de variedades de maíz del Bajío y de la mesa central, empleando los parámetros de estabilidad propuestos por Eberhart y Russell (1966), clasificaron a las variedades en función del significado de los valores del coeficiente de regresión ( $\beta_i$ ) y de las desviaciones de regresión ( $S^2d_i$ ) en las seis situaciones posibles. Así, cuando  $\beta_i$  es menor que uno, indica una respuesta mejor en ambientes desfavorables y cuando  $\beta_i$  es mayor que uno, significa que la variedad responde bien en ambientes favorables. En lo que respecta a  $S^2d_i$ , adoptó el término "consistente" para indicar pocas fluctuaciones en relación con lo que se esperaría en determinados ambientes, es decir,  $S^2d_i = 0$ , e "inconsistente" cuando  $S^2d_i$  es mayor que cero, es decir, mayores fluctuaciones en los cambios ambientales alrededor de los que se debería esperar en función de la tendencia general de la variedad. Una variedad estable ( $\beta_i = 1$  y  $S^2d_i = 0$ ) con un rendimiento elevado, son características que debe reunir una variedad "deseable".

Márquez (1992) menciona que tan pronto aparecieron los modelos de regresión en 1966, surgieron críticas a ellos. Esto no es de extrañar, ya que todos los intentos hechos al respecto de la interacción genético - ambiental han sido con el afán de perfeccionar al modelo pionero, o bien buscar alternativas más precisas o más representativas del fenómeno como realmente se da.

Otros modelos basados en la estadística no paramétrica son la ecovalencia de Wricke (1960) y la relación estructural de Kendall y Stuart (Langer, 1978). La primera no es otra cosa sino la equivalencia de la suma de cuadrados del término de interacción genético-ambiental de Eberhart y Russel (Márquez, 1991), es decir, es una estimación conjunta de los efectos del coeficiente de regresión y de las

desviaciones de regresión, por lo que no se puede asignar la proporción de la interacción genético-ambiental que corresponde a cada uno de ellos. En la segunda, la principal característica es que acepta que la variable independiente (los índices ambientales) también se miden con error.

Carrizales (2000) menciona que existen índices sencillos para estimar con mayor certeza la estabilidad del rendimiento de un conjunto de variedades de maíz evaluadas en diferentes ambientes, en relación al método tradicionalmente usado de parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell. Señala que varios investigadores como Crossa (1990), Cruz (1990) y Márquez (1992), entre otros al estudiar el método de los parámetros de estabilidad, encontraron varias limitaciones desde el punto de vista estadístico y genético como las siguientes: las pruebas para variedades por ambientes son erróneas; su prueba de interacción variedad por ambiente lineal, así como las pruebas de desviaciones de regresión son incorrectas; no hay independencia en la estimación de los efectos ambientales de las variedades probadas; los valores de los ambientes son medias de rendimiento de todas las variedades y sirven para estimar cuantitativamente a dichos ambientes, y finalmente, el modelo matemático no debe ser lineal sino curvilíneo para describir el comportamiento de las variedades.

Con base a lo antes mencionado, Carrizales (2000) propuso utilizar índices de estabilidad más sencillos, como son la ecovalencia de Wricke  $W^2$  y el índice de Langer, entre otros.

Langer *et al.* (1979) propusieron el uso de rangos de las variedades (el rendimiento mas alto menos el rendimiento más bajo) como una tosca medida de estabilidad a través de ambientes variables. Encontraron que los coeficientes de regresión y los rangos de variedades estuvieron altamente correlacionados. Y sugirieron que las variedades podrían crecer en dos ambientes extremos por su estabilidad. Esta técnica simplificó la selección para rendimiento bajo estrés y sin estrés.

Wricke (1960) propone el método de la Ecovalencia, basado en las diferencias con la media de cada genotipo en su ambiente. El genotipo seleccionado es aquel con el valor más pequeño de  $W^2$ . Esta equivalencia es la contribución global de la suma de cuadrados de la interacción variedades por ambiente y de acuerdo a Márquez (1991) por si sola es menos informativa que los parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Material experimental.

Para la realización de este estudio sobre parámetros de estabilidad se utilizó una base de datos que se presenta en el Cuadro 1, el cual contiene información sobre el comportamiento de 32 genotipos de maíz del programa subtropical del CIMMYT. Dicha información se obtuvo de seis localidades de México en 1994 (Tlaltizapán, Morelos; Tlajomulco, Jalisco; Celaya, Guanajuato; Ceres; Celaya, Guanajuato y Aguascalientes, Aguascalientes), e incluye el rendimiento de grano y respuesta a pudrición de tallo y mazorca por *Fusarium* para cada uno de los 32 genotipos evaluados. En este cuadro el rendimiento de grano está expresado en toneladas por hectárea, y la pudrición de tallo y mazorca están expresados en porcentaje de daño.

#### 3.2. Análisis estadístico

##### 3.2.1. Transformaciones.

Para proceder al análisis de varianza, la información sobre pudrición de tallo y mazorca se transformó a raíz cuadrada, logaritmo y elevación a la segunda potencia. Lo anterior fue con la finalidad de determinar que transformación era la indicada para que los datos se ajustaran a una distribución normal. Con base a una prueba de Ji cuadrada ( $X^2$ ) se determinó que únicamente la transformación raíz cuadrada ajustó los datos a una distribución normal.

Para practicar el análisis de parámetros de estabilidad es necesario que en la base de datos se encuentre para cada variable de estudio, la siguiente información: a) rendimiento medio por variedad por localidad, b) rendimiento medio por localidad y c) coeficiente de variación. Dado que en la localidad Aguascalientes no se cuenta con el coeficiente de variación para pudrición de mazorca, no fue posible analizar los datos con la transformación raíz cuadrada.

CUADRO 1. RENDIMIENTO DE GRANO, PORCENTAJE DE PUDRICION DE MAZORCA Y TALLO POR Fusarium EN 32 MATERIALES DE MAIZ EVALUADOS EN SEIS LOCALIDADES EN 1994.

ENT	PEDIGREE	TLALTIZAPAN			TLAJOMULCO			CELAYA			CERES			CELAYA			AGUASCAL		
		REN	PUD	FUS	REN	PUD	FUS	REN	PUD	FUS	REN	PUD	FUS	REN	PUD	FUS	REN	PUD	FUS
		ton/ha	%	%	ton/ha	%	%	ton/ha	%	%	ton/ha	%	%	ton/h a	%	%	ton/ha	%	%
1	CMT945001	9.51	0	6	12.45	4	35	9.62	2	14	10.09	6	16	8.15	0	3	9.44	3	6
2	CMT945003	10.38	6	8	12.78	14	16	7.40	17	39	5.71	23	33	6.59	0	12	8.51	6	4
3	CMT945005	11.54	1	2	13.14	6	32	7.68	15	40	6.50	19	35	6.44	1	8	7.53	6	5
4	CMT945007	9.51	10	4	13.95	12	24	8.56	13	20	5.74	37	42	6.92	12	23	9.22	7	7
5	CMT945009	11.40	2	3	14.38	9	10	8.07	10	33	5.97	17	40	7.30	2	12	7.71	1	3
6	CMT945011	9.85	3	0	15.64	3	11	10.51	3	16	8.33	9	25	7.40	1	6	8.61	2	10
7	CMT945013	9.59	6	6	12.72	12	13	7.45	11	34	6.43	13	43	8.20	0	12	8.07	3	8
8	CMT945015	7.80	0	21	11.91	6	12	7.95	5	16	7.68	9	27	7.83	1	11	7.39	0	5
9	CMT945017	7.92	7	7	10.81	17	13	6.35	19	47	3.71	30	55	6.13	7	14	3.99	10	7
10	CMT945019	9.24	4	6	11.55	6	9	5.34	14	57	3.78	16	53	5.03	15	24	6.34	3	3
11	CMT945021	5.78	7	15	10.50	12	11	7.34	12	37	5.16	26	39	6.21	9	9	5.94	4	5
12	CMT945023	8.78	1	9	12.26	5	10	6.28	5	32	4.55	24	48	5.78	4	17	5.35	0	16
13	CMT945025	8.95	1	6	13.79	7	2	7.40	11	22	5.78	10	39	6.82	1	4	5.56	2	9
14	CMT945027	9.34	11	11	10.51	29	8	4.70	28	41	3.13	19	38	5.09	7	22	4.55	10	28
15	CMT945029	9.02	0	7	10.79	7	31	9.84	3	9	7.50	7	13	6.37	1	13	7.95	1	4
16	CMT945031	8.75	3	8	11.93	5	25	8.51	11	22	4.80	16	46	5.76	1	15	5.24	3	8
17	CMT945033	9.66	0	6	13.09	2	16	6.78	9	24	3.93	7	46	5.33	5	22	6.15	2	6
18	CMT945035	7.34	6	12	13.39	6	10	8.67	0	21	5.22	26	41	6.41	7	13	7.58	8	6
19	CMT945037	7.59	2	10	12.29	2	15	7.32	5	33	4.63	14	38	5.77	2	5	5.83	3	7
20	CMT945039	9.93	1	1	11.93	4	14	8.17	7	23	4.94	5	32	7.51	1	8	6.15	1	13
21	CMT945041	8.32	4	6	10.15	8	19	6.18	12	26	4.34	15	54	5.28	2	4	4.54	1	14
22	CMT945043	9.68	2	9	12.05	3	29	9.75	4	12	9.54	7	12	7.58	0	2	9.36	1	6
23	CMT945045	8.62	9	8	11.20	13	22	7.78	17	47	5.64	19	30	6.53	3	17	7.19	2	6
24	CMT945047	10.30	4	5	14.13	5	26	8.91	13	33	6.60	9	40	8.61	6	3	9.34	4	1
25	CMT945049	10.79	2	4	12.71	12	21	9.12	12	22	7.15	11	34	8.52	0	5	8.07	4	8
26	CMT945051	9.05	2	7	14.54	8	15	7.20	5	20	7.66	16	29	7.30	0	7	6.31	2	9
27	CMT945053	9.61	3	4	13.93	7	13	9.05	2	17	6.85	11	31	8.76	1	6	7.34	2	1
28	CMT945057	8.98	8	7	13.34	13	16	7.44	16	23	6.14	14	32	6.56	1	7	8.25	0	9
29	CMS935011	11.81	1	3	13.79	6	17	8.36	15	27	5.01	36	50	8.48	2	7	9.56	6	4
30	CMS935013	7.98	0	4	12.19	9	1	5.36	15	38	2.45	31	54	4.99	7	22	6.01	4	10
31	CMM945059	9.46	1	1	11.94	4	14	6.51	6	41	5.97	12	36	7.36	1	7	7.87	3	17
32	CMM945061	10.01	7	9	13.80	6	28	8.70	11	34	6.30	29	35	7.94	4	9	8.61	5	6
	MEDIA	9.30	4	6	12.7	8	17	7.98	10	28	6.12	16	35	6.9	3	11	7.43	3.3	8
	C.V. (%)	8.5	110	71	10.0	39	62	13.7	46	41	16.1	44	27	16	138	85	16.0		80

Por lo anterior se decidió a utilizar los datos originales para el análisis de varianza aprovechando la correlación existente entre la ecovalencia de Wricke ( $W_i^2$ ) y las desviaciones de regresión ( $S^2d_i$ ), así como entre el índice Langer (L) y el coeficiente de regresión ( $b_i$ ) señalada en diversos estudios (Carrizales, 2000 y García, 2000).

### 3.2.2. Análisis de varianza de los parámetros de estabilidad

En el Cuadro 2 se indica el análisis de varianza propuesto por Palomo (1975) para la estimación de los parámetros de estabilidad que son los coeficientes de regresión ( $b_i$ ) y las desviaciones de regresión ( $S^2d_i$ ). Este análisis se practicó a las variables rendimiento de grano y datos originales de pudrición de tallo y mazorca por *Fusarium*.

Para realizar el análisis de varianza propuesto por Palomo se requiere el valor de suma de cuadrados del error para cada localidad. Dado que la base de datos no contaba con esta información se procedió a calcular este valor utilizando la fórmula:

$$SC_{EE} = [ (CV/100)( media ) ]^2 \times GL_{EE}$$

En donde:

$SC_{EE}$  = Suma de cuadrados del error experimental

CV = Coeficiente de variación

$GL_{EE}$  = grados de libertad del error experimental.

Los grados de libertad del error experimental por localidad se calcularon partiendo de que los experimentos se establecieron utilizando el diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, donde se evaluaron 32 variedades en seis localidades.

CUADRO 2. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD  $b_i$  y  $S^2 d_i$ .

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO
TOTAL	$(nv)-1$	$\sum_i \sum_j Y_{ij}^2 - FC$	
VARIEDADES (v)	$v-1$	$1/n \sum_i Y_i^2 - FC$	CM <sub>v</sub>
AMBIENTE (a)	$(v-1)(n-1)$	$\sum_i \sum_j Y_{ij}^2 - \sum y_i^2 / n$	
AMBIENTE (lineal)	1	$1/v (\sum_j Y_{.j})^2 / \sum_j I_j^2$	
V x A (lineal)	$v-1$	$\sum_i [(\sum_j Y_{ij} I_j)^2 / \sum_j I_j^2] - SCA (lin)$	CM <sub>VxAL</sub>
DESV. PONDERADAS	$v(n-2)$	$\sum_i \sum_j d_{ij}^2$	CM <sub>dp</sub>
Variedad 1	$n-2$	$[\sum_j Y_{1j}^2 - (Y_1/n)^2] - (\sum_j Y_{1j} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
.	.		
.	.		
.	.		
Variedad v	$n-2$	$[\sum_j Y_{vj}^2 - (Y_v/n)^2] - (\sum_j Y_{vj} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
ERROR PONDERADO	$n(r-1)(v-1)$		

### 3.2.3. Parámetros de estabilidad

Para definir el comportamiento de las variedades en cuanto a su estabilidad y consistencia se utiliza la clasificación propuesta por Carballo y Márquez en 1970 (Cuadro 3). Esta información señala que un coeficiente de regresión de  $b = 1$  corresponde a una variedad estable, en tanto que valores mayores ( $b > 1$ ) corresponden a genotipos que responden mejor a ambientes buenos, y valores menores ( $b < 1$ ) indican a los materiales que funcionan mejor en ambientes desfavorables. En cuanto a las desviaciones de regresión, un valor de  $S^2d_i = 0$  indica una variedad estable, en tanto que valores mayores ( $S^2d_i > 0$ ) corresponden a materiales inconsistentes.

CUADRO 3. SITUACIONES POSIBLES DERIVADAS DE LOS VALORES DE LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD.

CATEGORIA	COEFICIENTE DE REGRESION ( $\beta_i$ )	DESVIACION DE REGRESION ( $S^2d_i$ )	DESCRIPCION
A	=1	=0	Estable
B	=1	>0	Buena respuesta en todos los Ambientes, inconsistente.
C	<1	=0	Buena en ambientes desfavorables, consistente.
D	<1	>0	Buena en ambientes desfavorables, inconsistente.
E	>1	=0	Buena en ambientes favorables, consistente.
F	>1	>0	Buena en ambientes favorables, inconsistente.

Esta clasificación se complementó con los valores calculados de la ecovalencia de Wricke ( $W_i^2$ ), la cual indica que valores pequeños de Wricke corresponden a variedades más estables. De igual forma se utilizó el índice Langer, en el cual se usan rangos de las variedades (el rendimiento más alto menos el rendimiento más bajo). Este índice señala que a menor Langer mayor estabilidad.

#### 3.2.4. Índice de selección jerarquizado de estabilidad.

Estudios como los de Carrizales (2000) y García (2000) señalan que la consistencia y estabilidad de los genotipos se puede hacer con base a la ecovalencia de Wricke e índice de Langer respectivamente, aprovechando la correlación existente entre la ecovalencia de Wricke ( $W_i^2$ ) y las desviaciones de regresión ( $S^2d_i$ ), así como entre el índice Langer (L) y el coeficiente de regresión ( $b_i$ ).

La ecovalencia de Wricke define el parámetro “ecovalencia” de la variedad  $i$  como:

$$W_i^2 = \sum (Y_{ij} - Y_{i.} - Y_{.j} + Y_{..})^2$$

En donde:

$W_i^2$  = Ecovalencia de Wricke = Suma de cuadrados de la variedad  $i$  de la interacción genotipo-ambiente para la variedad  $i$

$Y_{ij}$  = Respuesta media del  $i$ -ésimo genotipo en el  $j$ -ésimo ambiente

$Y_{i.}$  = Media de la respuesta del  $i$ -ésimo genotipo a través de los ambientes

$Y_{.j}$  = Media del  $j$ -ésimo ambiente

$Y_{..}$  = Media general

De acuerdo a Wricke, mientras más pequeño sea el valor de  $W_i^2$  la variedad es más estable.

El índice de Langer para cada variable de estudio se calculó con base a la siguiente fórmula:

$$L_i = X_{i \text{ mayor}} - X_{i \text{ menor}}$$

Donde:

$L_i$  = Índice de Langer para la variedad  $i$

$X_{i \text{ mayor}}$  = valor promedio mayor de la variedad  $i$  independientemente de la localidad

$X_{i \text{ menor}}$  = valor promedio menor de la variedad  $i$  independientemente de la localidad

Con base a la sugerencia de Carrizales (2000) se hace la selección primero por rendimiento, enseguida por el índice Langer para estabilidad y finalmente por Wricke para consistencia.

### 3.2.5. Pruebas de hipótesis

Las pruebas de hipótesis nula ( $H_0$ ) y alternativa ( $H_a$ ) son:

**a) Para variedades** la hipótesis nula ( $H_0: X_1 = X_2 = \dots X_{32}$ ) señala que, en cuanto a rendimiento de grano o respuesta a pudrición de tallo y mazorca, todas las variedades son estadísticamente similares. La hipótesis alternativa indica que cuando menos una variedad es diferente a las otras. Estas hipótesis se probaron en base a una prueba de F ( $F = CM_v / CM_{dp}$ ) con una probabilidad de 1 y 5 %, en donde  $CM_v$  corresponde al cuadrado medio de las variedades y  $CM_{dp}$  se refiere a el cuadrado medio de la desviación ponderada.

**b) Para la interacción variedades por ambiente lineal ( $V \times A_L$ )** las hipótesis son:  $H_0: V \times A = 0$  y  $H_a: V \times A > 0$ . La hipótesis nula indica que la interacción variedad por ambiente es igual a cero, o que las variedades se comportan de igual forma

independientemente del ambiente, mientras que la hipótesis alternativa señala que la interacción es mayor de cero y que los genotipos se comportan de diferente manera dependiendo del ambiente. Las hipótesis se probaron en base a una prueba de F ( $F = CM_{v \times A_{lineal}} / CM_{ep}$ ) con una probabilidad del 1 y 5 %, en donde  $CM_{v \times A_{lineal}}$  equivale al cuadrado medio de la interacción variedades por ambiente lineal y  $CM_{ep}$  corresponde al cuadrado medio del error ponderado.

c) **Para la regresión:**  $H_0: b = 1$  y  $H_a: b \neq 1$ . La hipótesis nula indica que la regresión es igual a uno, en tanto que la alternativa señala que ésta es diferente de uno. Estas hipótesis se probaron con una prueba de  $t$  con base a la fórmula siguiente:

$$t_c = \frac{b_i - \beta_0}{Sb_i}$$

Donde:

$$Sb_i = \sqrt{\frac{CM_{dr_i}}{\sum_j I_j^2}}$$

donde:

$b_i$  = Coeficiente de regresión estimado para la variedad  $i$

$\beta_0$  = Coeficiente de regresión del parámetro  $\beta = 1$

$Sb_i$  = Desviación estándar del coeficiente de regresión de la variedad  $i$

$CM_{dr_i}$  = Cuadrado medio de la desviación de regresión de la variedad  $i$

$\sum_j I_j^2$  = Suma de cuadrados de los índices ambientales

d) **Para las desviaciones de regresión:**  $H_0: S^2_{d_i} = 0$  y  $H_a: S^2_{d_i} \neq 0$ . La hipótesis nula indica que las desviaciones de regresión son igual a cero, en tanto

que la alternativa señala que éstas son diferentes de cero. Estas hipótesis se probaron con una prueba de F con base a la fórmula siguiente:

$$F = CMvi / CMec$$

Donde:

CMvi = Cuadrado medio de la variedad i

CMec = Cuadrado medio del error conjunto con  $v - 1$  grados de libertad

e) **Para la correlación:** Ho:  $r = 0$  y Ha:  $r \neq 0$ . La hipótesis nula señala que no hay correlación entre las variables mientras que la hipótesis alternativa señala que si hay correlación entre las variables. Estas hipótesis se probaron con una prueba de t con base en la siguiente fórmula:

$$t_c = \frac{r}{\sqrt{(1 - r^2) / (n - 2)}}$$

donde:

r = Coeficiente de correlación

n = Pares de valores utilizados para calcular el coeficiente de correlación

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Análisis de varianza para rendimiento de grano.

#### 4.1.1. Prueba de hipótesis para variedades.

En el Cuadro 4 se observa que para el rendimiento de grano hubo diferencias altamente significativas para variedades. Lo anterior indica que las diferencias genéticas entre variedades existen y son altamente significativas, esto permite que se rechace la hipótesis nula y se acepte la alternativa.

#### 4.1.2. Prueba de hipótesis para la interacción variedades por ambiente lineal (VxA lin.)

En el Cuadro 4 se observa que para la interacción variedades por ambiente lineal la prueba de F indica una diferencia altamente significativa. Los resultados anteriores indican que se rechaza la hipótesis nula y que se acepta la alternativa, o sea que las variedades evaluadas tienen un comportamiento diferencial a través de localidades y que unas variedades producen mejores rendimientos en unas localidades que en otras. El comportamiento diferencial de las variedades justifica la utilización de los parámetros de estabilidad.

#### 4.1.3. Prueba de comparación de medias (Tukey).

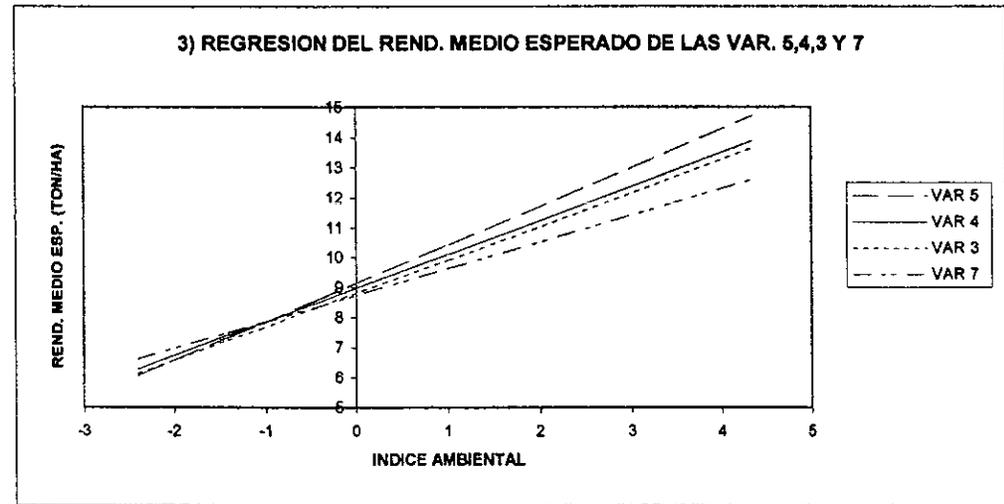
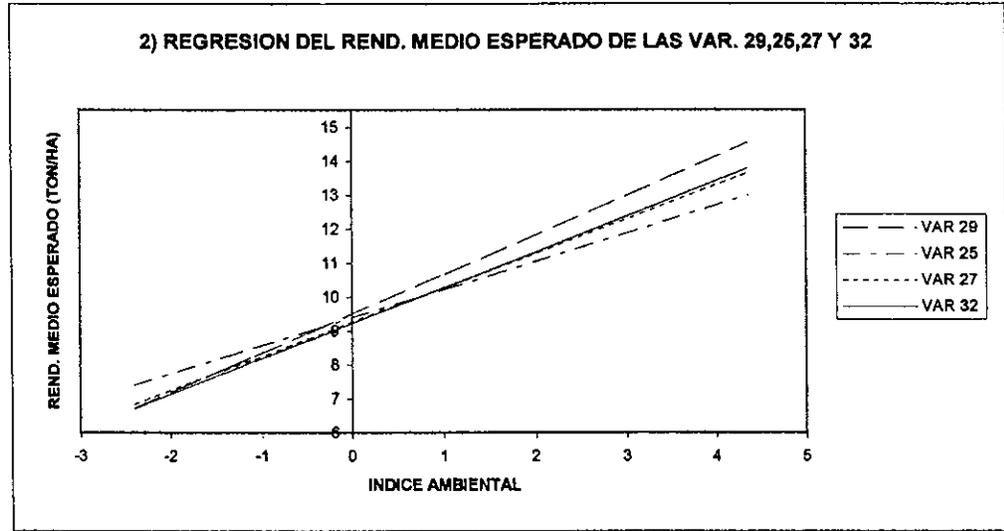
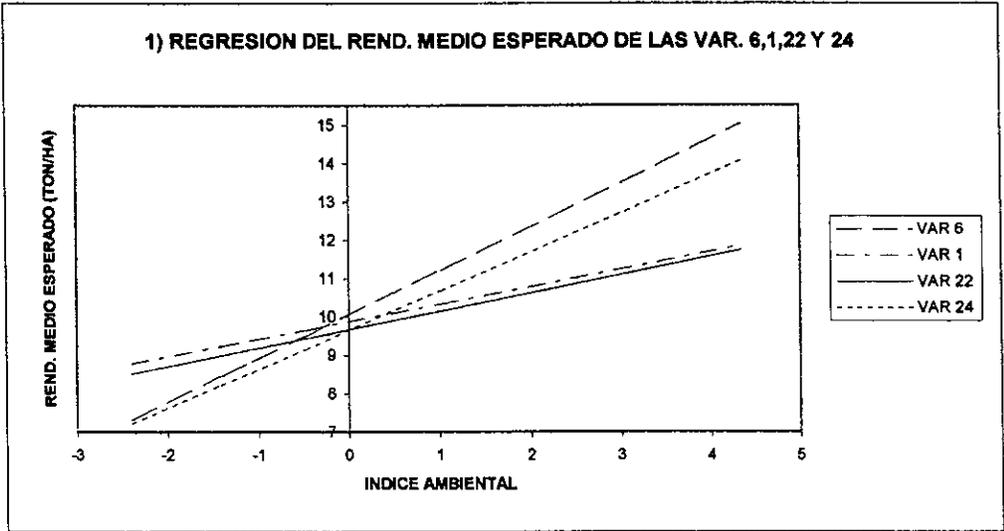
Con base a los resultados del análisis de varianza procede la prueba de comparación de medias. En el Cuadro 5 se observa que los rendimientos fluctuaron de 6.22 a 10.06 toneladas por hectárea y con base a la prueba de comparación de medias de Tukey ( 5% ) los mejores genotipos fueron aquellos que presentaron un rendimiento igual o mayor a 9.14 toneladas por hectárea. De las 32 variedades evaluadas 9 quedaron ubicadas en el mejor grupo y fueron: la 6 (CMT945011), 1 (CMT945001), 22 (CMT945043), 24 (CMT945047),

CUADRO 4. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL CALCULO DE LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD PARA RENDIMIENTO DE GRANO EN SEIS LOCALIDADES DE MEXICO.

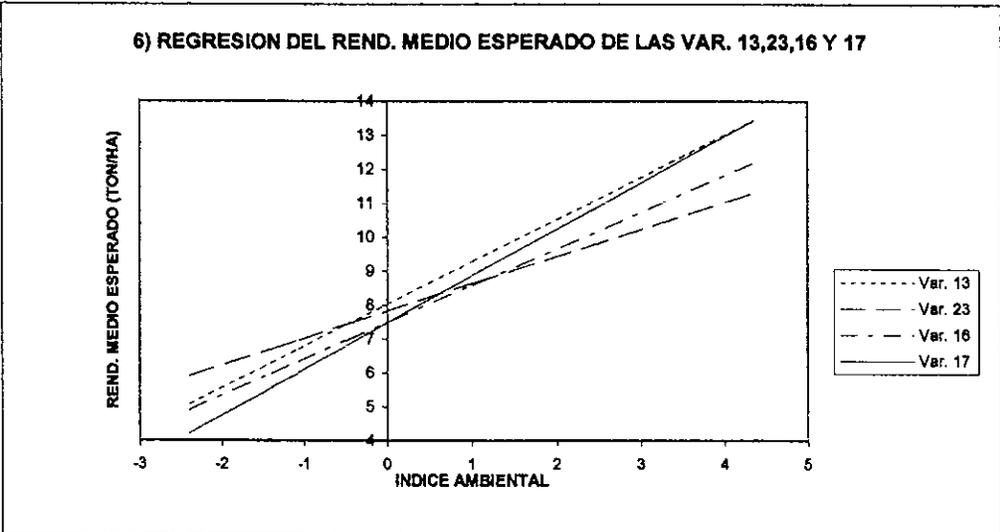
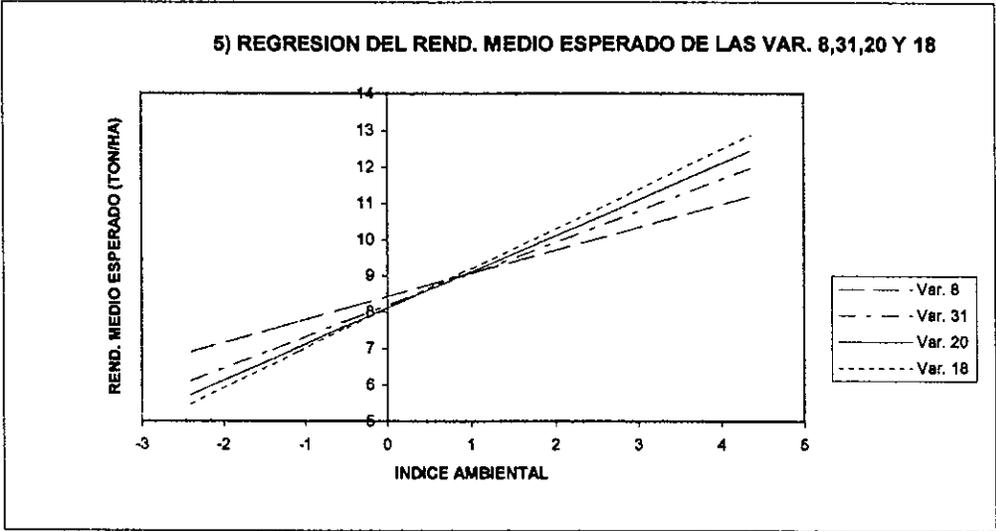
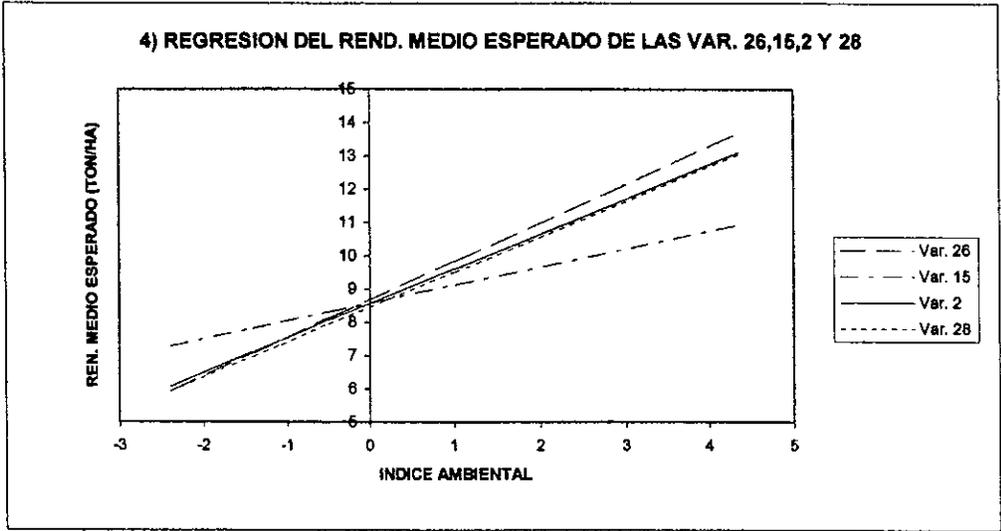
FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALC
TOTAL	191	1305.910		10.068
VARIEDADES (V)	31	228.238	7.363	**
AMBIENTE (A)	160	1077.673		
V x A	155			
AMB. (lineal)	1	0.912		
V x A (lineal)	31	983.156	31.715	42.000 **
DESV. PONDERADA	128	93.604	0.731	2.491
VARIEDAD 1	4	3.919	0.980	3.338 *
VARIEDAD 2	4	2.631	0.658	2.241
VARIEDAD 3	4	3.957	0.989	3.370 **
VARIEDAD 4	4	3.020	0.755	2.572 *
VARIEDAD 5	4	1.249	0.312	1.064
VARIEDAD 6	4	5.430	1.358	4.625 **
VARIEDAD 7	4	1.362	0.340	1.160
VARIEDAD 8	4	2.969	0.742	2.529 *
VARIEDAD 9	4	3.530	0.882	3.006 *
VARIEDAD 10	4	3.139	0.785	2.673 *
VARIEDAD 11	4	4.360	1.090	3.714 **
VARIEDAD 12	4	0.690	0.173	0.588
VARIEDAD 13	4	2.338	0.584	1.991
VARIEDAD 14	4	5.788	1.447	4.929 **
VARIEDAD 15	4	4.509	1.127	3.840 **
VARIEDAD 16	4	3.738	0.935	3.184 *
VARIEDAD 17	4	0.896	0.224	0.763
VARIEDAD 18	4	5.513	1.378	4.695 **
VARIEDAD 19	4	1.093	0.273	0.931
VARIEDAD 20	4	3.271	0.818	2.786 *
VARIEDAD 21	4	1.876	0.469	1.598
VARIEDAD 22	4	3.495	0.874	2.976 *
VARIEDAD 23	4	0.284	0.071	0.242
VARIEDAD 24	4	1.348	0.337	1.148
VARIEDAD 25	4	0.752	0.188	0.640
VARIEDAD 26	4	6.550	1.637	5.578 **
VARIEDAD 27	4	2.151	0.538	1.832
VARIEDAD 28	4	1.706	0.427	1.453
VARIEDAD 29	4	7.202	1.801	6.134 **
VARIEDAD 30	4	2.016	0.504	1.717
VARIEDAD 31	4	2.275	0.569	1.937
VARIEDAD 32	4	0.546	0.136	0.465
Error ponderado	594	697.464	0.294	

CUADRO 5. RENDIMIENTO MEDIO Y PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE 32 VARIEDADES DE MAIZ

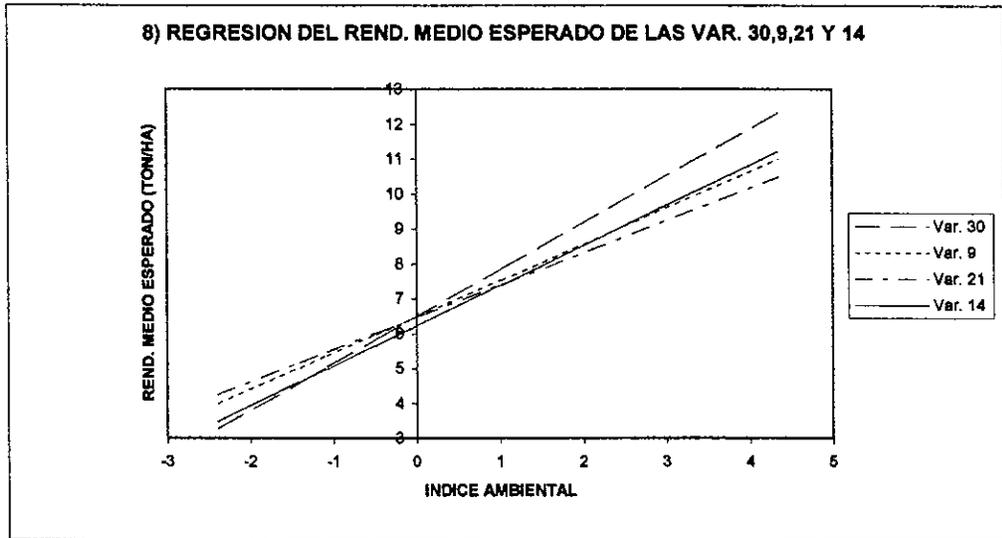
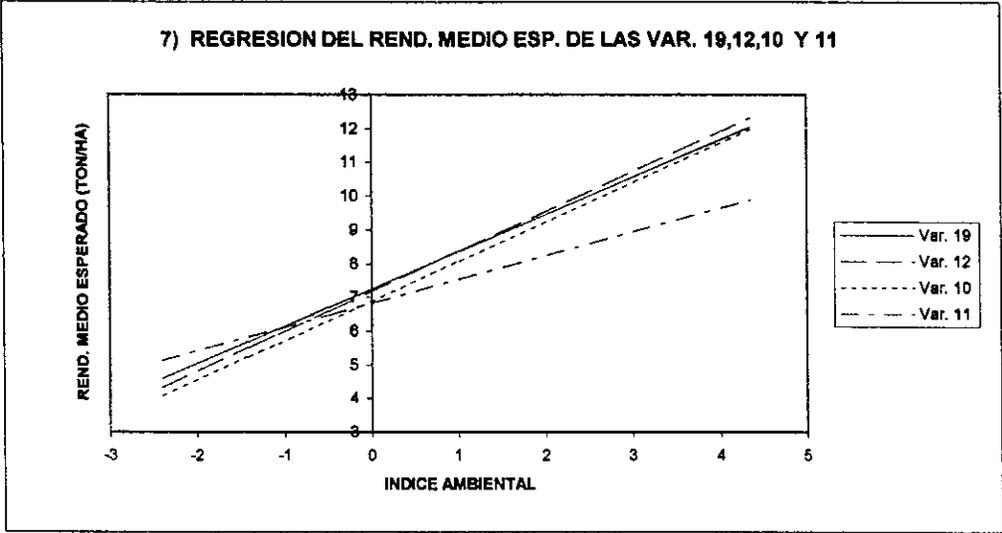
Variedad	Ton/ha Rend.	Prueba de Tuckey	bi		S <sup>2</sup> di		Respuesta Ambiental	Consistencia
(06) CMT945011	10.06	a	1.14		1.0640	**	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
(01) CMT945001	9.88	ab	0.46	*	0.6863	*	Buena en ambientes desfavorables	Inconsistente
(22) CMT945043	9.66	ab	0.48	*	0.5802	*	Buena en ambientes desfavorables	Inconsistente
(24) CMT945047	9.65	ab	1.02		0.0434		Estable	
(29) CMS935011	9.50	abc	1.16		1.5070	**	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
(25) CMT945049	9.39	abcd	0.82		-0.1057		Estable	
(27) CMT945053	9.26	abcde	1.01		0.2443		Estable	
(32) CMM945061	9.23	abcde	1.04		-0.1571		Estable	
(05) CMT945009	9.14	abcdef	1.28		0.0188		Estable	
(04) CMT945007	8.98	bodef	1.12		0.4616	*	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
(03) CMT945005	8.81	cdefg	1.11		0.6958	**	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
(07) CMT945013	8.74	cdefg	0.89		0.0470		Estable	
(26) CMT945051	8.68	defg	1.15		1.3439	**	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
(15) CMT945029	8.58	efgh	0.54		0.8336	**	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
(02) CMT945003	8.56	efgh	1.04		0.3642		Estable	
(28) CMT945057	8.45	efgh	1.05		0.1330		Estable	
(08) CMT945015	8.43	fgh	0.64		0.4488	*	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
(31) CMM945059	8.19	ghi	0.87		0.2752		Estable	
(20) CMT945039	8.11	ghij	0.99		0.5243	*	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
(18) CMT945035	8.10	ghij	1.09		1.0846	**	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
(13) CMT945025	8.05	ghij	1.24		0.2909		Estable	
(23) CMT945045	7.83	hijk	0.80	*	-0.2225		Buena en ambientes desfavorables	Consistente
(16) CMT945031	7.50	ijkl	1.08		0.6410	*	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
(17) CMT945033	7.49	ijklm	1.37	*	-0.0696		Buena en ambientes favorables	Consistente
(19) CMT945037	7.24	ijklmn	1.10		-0.0202		Estable	
(12) CMT945023	7.17	jklmn	1.18		-0.1210		Estable	
(10) CMT945019	6.88	klmn	1.17		0.4912	*	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
(11) CMT945021	6.82	lmn	0.70		0.7965	**	Buena respuesta en todos los amb.	
(30) CMS935013	6.50	mn	1.34		0.2106		Estable	
(09) CMT945017	6.49	mn	1.04		0.5889	*	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
(21) CMT945041	6.47	mn	0.92		0.1754		Estable	
(14) CMT945027	6.22	n	1.15		1.1533	**	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
Tukey ( 5%)	0.9675							



Figs.1, 2 y 3. Regresión del rendimiento medio esperado de 12 variedades de maíz.



Figs.4, 5 y 6. Regresión del rendimiento medio esperado de 12 variedades de maíz



Figs. 7 y 8. Regresión del rendimiento medio esperado de 8 variedades de maíz

29 (CMS935011), 25 (CMT945049), 27 (CMT945053), 32 (CMM945061) y 5 (CMT945009), mientras que los 10 híbridos con menor rendimiento fueron: el 14 (CMT945027), 21 (CMT945041), 9 (CMT945017), 30 (CMS935013), 11 (CMT945021), 10 (CMT945019), 12 (CMT945023), 19 (CMT945037), 17 (CMT945033) y 16 (CMT945031).

#### 4.1.4. Análisis de parámetros de estabilidad para la variable rendimiento de grano.

En el Cuadro 5 se indica el rendimiento medio de cada variedad, la prueba de Tukey, el coeficiente de regresión ( $b_i$ ), las desviaciones de regresión ( $S^2d_i$ ) y la significancia estadística de estos parámetros. También se señala la caracterización de cada variedad en cuanto a su comportamiento en buenos y malos ambientes, así como la consistencia de cada genotipo.

En cuanto a rendimiento de grano, en el cuadro se observa que nueve variedades fueron las de mayor producción, fluctuando ésta de 9.14 a 10.06 toneladas por hectárea, estos híbridos son; 6 (CMT945011), 1 (CMT945001), 22 (CMT945043), 24 (CMT945047), 29 (CMS935011), 25 (CMT945049), 27 (CMT945053), 32 (CMM945061) y 5 (CMT945009). De este grupo de materiales que sobresalen por su alto rendimiento de grano hay algunos que son más deseables que otros por su consistencia y buena producción en ambientes desfavorables. En este cuadro también se observa que con base a los parámetros de estabilidad  $b_i$  y  $S^2d_i$ , de las 32 variedades 14 se clasificaron como estables, una como buena en ambientes desfavorables y consistente, una como buena en ambientes favorables y consistente, 14 con buena respuesta a todos los ambientes pero inconsistentes y dos como buenas en ambientes desfavorables e inconsistentes.

Para la selección de variedades se debe considerar no solamente a los parámetros de estabilidad sino también la media de rendimiento, ya que de las 32 variedades evaluadas únicamente se considerarían como deseables aquellas que

son estables y las que son consistentes y de esta forma se estarían seleccionando variedades de bajo potencial de rendimiento, como sería el caso de los híbridos 23 (CMT945045) y 17 (CMT945033) que se clasifican como consistentes pero tienen un bajo potencial de rendimiento, ó el híbrido 21 (CMT945041) que está clasificado como estable y sin embargo su potencial de rendimiento también es muy bajo. Por otra parte, si al hacer la selección de variedades, además de considerar los parámetros de estabilidad  $b_i$  y  $S^2d_i$ , se toma en cuenta un promedio de rendimiento alto, se estarán seleccionando de esa manera variedades estables y consistentes con un alto potencial de rendimiento.

En el Cuadro 5 también se observa que con base a la prueba de comparación de medias de Tukey, nueve variedades quedaron incluidas en el grupo estadísticamente superior y al aplicar los parámetros de estabilidad  $b_i$  y  $S^2d$ , de este grupo de materiales de mayor potencial de rendimiento, cinco genotipos 24 (CMT945047), 25 (CMT945049), 27 (CMT945053), 32 (CMM945061) y 5 (CMT945009) se clasificaron como estables, característica que los hace altamente recomendables ya que su respuesta es estable y consistente a través de ambientes. Dos variedades; 6 (CMT945011) y 29 (CMS935011) presentaron buena respuesta en todos los ambientes sin embargo son inconsistentes, dos más 1 (CMT945001) y 22 (CMT945043), presentaron buena respuesta en ambientes desfavorables, pero son también inconsistentes, por lo que, aún cuando estos cuatro híbridos tienen alto potencial de rendimiento, no pueden ser considerados como materiales recomendables.

En las figuras de la 1 a la 8 se ilustra gráficamente la regresión del rendimiento medio esperado de los 32 híbridos de maíz evaluados, ordenados de mayor a menor. Con base a la prueba de comparación de medias de Tukey se seleccionaron, por su alto rendimiento de grano, nueve variedades, por lo que el resto de los genotipos quedaron fuera del grupo estadísticamente superior, razón por la que no se consideran importantes para fines de recomendación. Las variedades de mayor rendimiento, con base a la prueba de comparación de

medias de Tukey, fueron la 6 ( CMT945011), 1 (CMT945001), 22 (CMT945043) y 24(CMT945047), ilustradas en la figura 1, la 29 (CMS935011), 25 (CMT945049), 27 (CMT945053) y 32 (CMM945061), representadas en la figura 2 y la 5 (CMT945009) ilustrada en la figura 3.

En la figura 1 se observa claramente que las variedades 1 (CMT945001) y 22 (CMT945043) son las de mayor rendimiento de grano en ambientes desfavorables, donde podrían obtenerse rendimientos aproximados de 8.8 y 8.5 ton/ha respectivamente, pero tienen el inconveniente de ser inconsistentes, por lo que no pueden considerarse como una buena opción para estos ambientes. Una característica que se busca en las variedades es de que, además de un alto rendimiento, sean estables, característica que fue reunida por los genotipos 24 (CMT945047, figura 1), 25 (CMT945049, figura 2), 27(CMT945053, figura 2), 32 (CMM945061, figura 2) y 5 (CMT945009, figura 3). En los cinco materiales estables los rendimientos esperados fluctuaron de 6.1 (var.5) a 7.4 ton/ha (var.25), por lo que los híbridos más recomendables para ambientes desfavorables serían los de mayor rendimiento y estables, como son el 25 (CMT945049), el 24 (CMT945047), el 27 (CMT945053) y el 32 (CMM945061), con los que se espera obtener rendimientos aproximados de 7.4, 7.2, 6.8 y 6.7 ton/ha respectivamente.

En cuanto a los ambientes favorables se tiene que el rendimiento esperado fluctuó de 11.7 en el genotipo 22 (CMT945043, figura 1) a 15.0 ton/ha en el material 6 (CMT945011, figura 1). Los materiales de mayor rendimiento esperado fueron el 6 (CMT945011, figura 1), 24 (CMT945047, figura 1), 29 (CMS935011, figura 2) y el 5 (CMT945009, figura 3), con los cuales se esperan rendimientos aproximados de 15.0, 14.1, 14.5 y 14.7 ton/ha respectivamente, pero los genotipos 6 y 29 tienen el inconveniente de ser inconsistentes, por lo que, desde el punto de vista estabilidad, no serían las mejores opciones para los ambientes favorables. De los cuatro materiales de mayor rendimiento mencionados anteriormente los genotipos 24 (CMT945047, figura 1) y 5 (CMT945009, figura 3) además de tener

alto rendimiento de grano presentan la característica de ser estables, lo cual los hace las opciones más recomendables para ambientes favorables.

El graficar la regresión del rendimiento medio esperado permite identificar variedades en las que su rendimiento es muy variable al pasar de un ambiente desfavorable a uno favorable, como es el caso por ejemplo de las variedades 30 (CMS935013, figura 8) y 14 (CMT945027, figura 8), que en ambientes malos pueden llegar a producir solo 3.4 ton/ha aproximadamente, mientras que en ambientes favorables se espera produzcan hasta 12.3 y 11.2 ton/ha respectivamente. De igual manera nos permite identificar híbridos con poca variabilidad al pasar de un ambiente desfavorable a uno favorable y en este caso en particular, las variedades que presentaron menor fluctuación al pasar de un ambiente a otro fueron los genotipos 1 (CMT945001) y 22 (CMT945043) ilustrados en la figura 1.

#### 4.1.5. Índice de estabilidad de Langer y Wricke

En el Cuadro 6 se señala el rendimiento medio de grano por hectárea, la prueba de Tukey, el coeficiente de regresión ( $b_i$ ), las desviaciones de regresión ( $S^2d_i$ ), el índice Langer y la ecovalencia de Wricke ( $Wi^2$ ) para cada una de las variedades evaluadas. Por otra parte se presenta también el intervalo de confianza para  $Wi^2$  y para Langer al 95 %.

De acuerdo a Carrizales (2000), los materiales con índice Langer menores al límite inferior del intervalo de confianza son los genotipos más estables. De los 32 materiales evaluados 10 presentaron índices Langer menores al límite inferior del intervalo de confianza al 95 % de probabilidad y de éstos sobresalen principalmente tres materiales: 1 (CMT945001), 22 (CMT945043) y 25 (CMT945049), con un índice Langer de 4.3, 4.47 y 5.56 respectivamente, estos materiales además de presentar índices Langer pequeños, ocuparon el segundo, tercero y sexto lugar entre los materiales más rendidores respectivamente. El

CUADRO 6. PRUEBA DE LANGER Y WRICKE EN RENDIMIENTO

Variedad	Ton/ha Rend.	Prueba de Tuckey	bi	S <sup>2</sup> di	L	Wi <sup>2</sup>
(06) CMT945011	10.06	a	1.14	1.0640	8.24	6.03
(01) CMT945001	9.88	ab	0.46	0.6863	4.30	12.50
(22) CMT945043	9.66	ab	0.48	0.5802	4.47	11.46
(24) CMT945047	9.65	ab	1.02	0.0434	7.53	1.36
(29) CMS935011	9.50	abc	1.16	1.5070	8.78	7.92
(25) CMT945049	9.39	abcd	0.82	-0.1057	5.56	1.66
(27) CMT945053	9.26	abcde	1.01	0.2443	7.08	2.15
(32) CMM945061	9.23	abcde	1.04	-0.1571	7.50	0.60
(05) CMT945009	9.14	abcdef	1.28	0.0188	8.41	3.56
(04) CMT945007	8.98	bcdef	1.12	0.4616	8.21	3.48
(03) CMT945005	8.81	cdefg	1.11	0.6958	6.70	4.33
(07) CMT945013	8.74	cdefg	0.89	0.0470	6.29	1.74
(26) CMT945051	8.68	defg	1.15	1.3439	8.23	7.22
(15) CMT945029	8.58	efgh	0.54	0.8336	4.42	10.61
(02) CMT945003	8.56	efgh	1.04	0.3642	7.07	2.69
(28) CMT945057	8.45	efgh	1.05	0.1330	7.20	1.79
(08) CMT945015	8.43	fgh	0.64	0.4488	4.52	6.86
(31) CMM945059	8.19	ghi	0.87	0.2752	5.97	2.79
(20) CMT945039	8.11	ghij	0.99	0.5243	6.99	3.27
(18) CMT945035	8.10	ghij	1.09	1.0846	8.17	5.76
(13) CMT945025	8.05	ghij	1.24	0.2909	8.23	3.98
(23) CMT945045	7.83	hijk	0.80	-0.2225	5.56	1.47
(16) CMT945031	7.50	ijkl	1.08	0.6410	7.13	3.91
(17) CMT945033	7.49	ijklm	1.37	-0.0696	9.16	4.90
(19) CMT945037	7.24	ijklmn	1.10	-0.0202	7.66	1.40
(12) CMT945023	7.17	ijklmn	1.18	-0.1210	7.71	1.65
(10) CMT945019	6.88	klmn	1.17	0.4912	7.77	3.98
(11) CMT945021	6.82	lmn	0.70	0.7965	5.34	6.93
(30) CMS935013	6.50	mn	1.34	0.2106	9.74	5.48
(09) CMT945017	6.49	mn	1.04	0.5889	7.10	3.57
(21) CMT945041	6.47	mn	0.92	0.1754	5.81	2.05
(14) CMT945027	6.22	n	1.15	1.1533	7.38	6.40

Intervalo de confianza para Wi<sup>2</sup> 95% = 3.430 - 5.538

Intervalo de confianza para Langer 95% = 6.511 - 7.503

mismo autor menciona que los valores más pequeños de  $Wi^2$  corresponden a los genotipos más consistentes. En el cuadro se observa que 13 materiales presentaron valores menores al límite inferior del intervalo de confianza al 95 % de probabilidad, de estos sobresalen principalmente por su alto rendimiento de grano, los materiales 32 (CMM945061), 24 (CMT945047), 25 (CMT945049) y 27 (CMT945053) con índices  $Wi^2$  de 0.60, 1.36, 1.66 y 2.15 respectivamente.

De acuerdo a la sugerencia de Carrizales (2000) y García (2000) se hace la selección primero por rendimiento, después por Langer para estabilidad y finalmente por Wricke para consistencia. De acuerdo a lo anterior, con base a la prueba de comparación de medias de Tukey, nueve fueron los materiales que estadísticamente produjeron mayor rendimiento de grano; con la aplicación del índice Langer el grupo de nueve materiales seleccionado se reduce a tres, siendo estos las variedades 1 (CMT945001), 22 (CMT945043) y 25 (CMT945049), las cuales de acuerdo a Langer se consideran como materiales estables.

Al aplicar la ecovalencia de Wricke al grupo de variedades de mayor rendimiento, Wricke selecciona como consistentes únicamente cuatro, que son la 24 (CMT945047), 25 (CMT945049), 27 (CMT945053) y 32 (CMM945061). Al aplicar conjuntamente el índice Langer y la ecovalencia de Wricke, de acuerdo a lo sugerido por Carrizales (2000) y García (2000), únicamente el material 25 (CMT945049) sería el recomendable, ya que además de tener alto rendimiento de grano presenta índice Langer y ecovalencia de Wricke pequeños, es decir estables y consistentes. El genotipo 25 (CMT945049) seleccionado por Langer y Wricke también fue un material seleccionado cuando se le aplicaron los parámetros de estabilidad  $b_i$  y  $S^2d_i$ , los cuales lo clasificaron como una variedad estable y consistente; cabe hacer mención que con el uso de parámetros  $b_i$  y  $S^2d_i$  se seleccionaron cinco variedades como estables y consistentes dentro del grupo de las nueve mejores, por lo que se puede decir que utilizando la selección jerarquizada por rendimiento, índice de Langer y ecovalencia de Wricke, la precisión de selección fue mayor.

#### 4.1.6. Correlaciones de Langer y Wricke para rendimiento.

En el Cuadro siete se indican los coeficientes de correlación y su significancia entre los índices Langer y ecovalencia de Wricke con rendimiento de grano y los parámetros de estabilidad  $b_i$  y  $S^2d_i$ . En el cuadro también se observa que el índice Langer se correlaciona positiva y altamente significativo con el coeficiente de regresión  $b_i$ . La ecovalencia de Wricke se correlaciona negativa y significativamente con el coeficiente de regresión  $b_i$ , mientras que con la desviación de regresión  $S^2d_i$  la correlación es positiva y altamente significativa.

La correlación positiva y significativa entre el índice Langer y el coeficiente de regresión  $b_i$  y entre Wricke y la desviación de regresión  $S^2d_i$ , indican que valores pequeños de Langer y Wricke se asocian con valores pequeños de  $b_i$  y  $S^2d_i$  respectivamente. Estas correlaciones concuerdan con las reportadas por Carrizales (2000) y García (2000).

De tal forma que los parámetros  $b_i$  y  $S^2d_i$  pueden ser estimados por Langer y Wricke respectivamente, por lo cual no habría necesidad de hacer el análisis de parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell, proponiéndose el método de selección jerarquizado propuesto por Carrizales (2000) y García (2000).

CUADRO 7. CORRELACIONES ENTRE LANGER Y WRICKE CON RENDIMIENTO DE GRANO,  $b_i$  y  $S^2d_i$ .

	Rendimiento	$b_i$	$S^2d_i$	Wricke
Langer	-0.166	0.956 **	0.043	-0.333
Wricke	0.201	-0.471**	0.666 **	

#### 4.2. Análisis de varianza para pudrición de tallo por *Fusarium*.

##### 4.2.1. Prueba de hipótesis para variedades.

En el Cuadro 8 se observa que para la pudrición de tallo por *Fusarium* hubo diferencia significativa para variedades. Esto indica que existen diferencias genéticas entre las variedades y que son significativas, lo cual permite que se rechace la hipótesis nula y se acepte la alternativa.

##### 4.2.2. Prueba de hipótesis para la interacción variedades por ambiente lineal (V x A lin.)

En el Cuadro 8 se observa que para la interacción variedades por ambiente lineal la prueba de F indica una diferencia altamente significativa. Esto indica que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, o sea que los genotipos evaluados presentan un comportamiento diferencial a través de localidades y unos presentan menor grado de pudrición de tallo por *Fusarium* en unas localidades que en otras. Este comportamiento diferencial de los genotipos justifica la utilización de los parámetros de estabilidad.

##### 4.2.3. Prueba de comparación de medias (Tukey).

Con base a los resultados del análisis de varianza procede la prueba de comparación de medias. En el cuadro 9 se observa que la respuesta a pudrición de tallo por *Fusarium* fluctúa del 25.33 % al 11.33 % de pudrición de tallo y con base a la prueba de comparación de medias de Tukey (5%) los mejores genotipos fueron aquellos que presentaron un porcentaje de infestación igual o menor a 19.33 % . De los 32 genotipos evaluados 20 quedaron ubicados en el mejor grupo, que son el 6 (CMT945011), 22 (CMT945043), 27 (CMT945053), 15 (CMT945029), 1 (CMT945001), 13 (CMT945025), 26 (CMT945051), 20 (CMT945039), 8 (CMT945015), 25 (CMT945049), 28 (CMT945057), 5 (CMT945009), 18

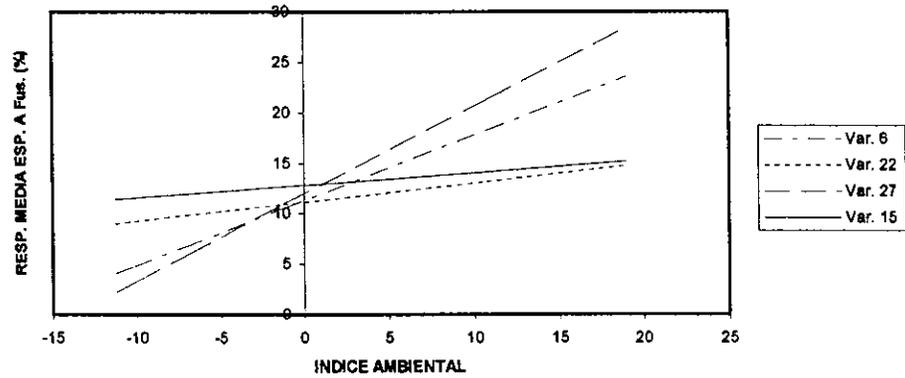
CUADRO 8. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL CALCULO DE LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD PARA *Fusarium* EN SEIS LOCALIDADES DE MEXICO.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALC
TOTAL	191	37168.950		
VARIEDADES (V)	31	2636.120	85.036	1.620 *
AMBIENTE (A)	160	34532.830		
V x A	155			
AMB. (lineal)	1	23.780		
V x A (lineal)	31	27791.540	896.501	17.083 **
DESV. PONDERADA	128	6717.508	52.481	2.631
VARIEDAD 1	4	600.602643	150.151	7.528 **
VARIEDAD 2	4	133.948242	33.487	1.679
VARIEDAD 3	4	331.795967	82.949	4.159 **
VARIEDAD 4	4	279.332068	69.833	3.501 **
VARIEDAD 5	4	54.122136	13.531	0.678
VARIEDAD 6	4	51.461139	12.865	0.645
VARIEDAD 7	4	29.443239	7.361	0.369
VARIEDAD 8	4	182.881377	45.720	2.292
VARIEDAD 9	4	113.729537	28.432	1.425
VARIEDAD 10	4	544.461987	136.115	6.824 **
VARIEDAD 11	4	166.781313	41.695	2.090
VARIEDAD 12	4	177.243535	44.311	2.221
VARIEDAD 13	4	203.785758	50.946	2.554 *
VARIEDAD 14	4	471.849036	117.962	5.914 **
VARIEDAD 15	4	445.041518	111.260	5.578 **
VARIEDAD 16	4	166.331271	41.583	2.085
VARIEDAD 17	4	200.346595	50.087	2.511 *
VARIEDAD 18	4	149.237333	37.309	1.870
VARIEDAD 19	4	60.353503	15.088	0.756
VARIEDAD 20	4	66.100315	16.525	0.828
VARIEDAD 21	4	241.543986	60.386	3.027 *
VARIEDAD 22	4	405.493638	101.373	5.082 **
VARIEDAD 23	4	371.705153	92.926	4.659 **
VARIEDAD 24	4	150.371423	37.593	1.885
VARIEDAD 25	4	76.168483	19.042	0.955
VARIEDAD 26	4	16.357054	4.089	0.205
VARIEDAD 27	4	36.906897	9.227	0.463
VARIEDAD 28	4	15.547683	3.887	0.195
VARIEDAD 29	4	65.748228	16.437	0.824
VARIEDAD 30	4	504.057169	126.014	6.318 **
VARIEDAD 31	4	263.443194	65.861	3.302 *
VARIEDAD 32	4	141.316704	35.329	1.771
Error ponderado	594	47392.745	19.946	

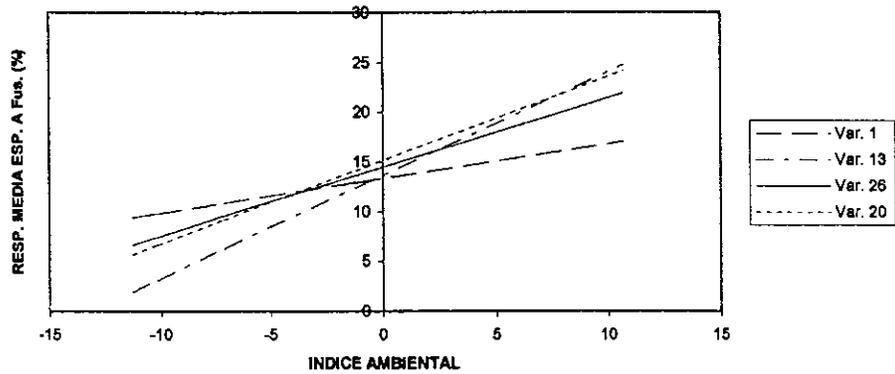
CUADRO 9. RESPUESTA MEDIA A *Fusarium* Y PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE 32 VARIEDADES DE MAIZ

Variedad	Resp a Fus. (%)	Prueba de Tuckey	bi	S <sup>2</sup> di	Respuesta ambiental	Consistencia
6 CMT945011	11.33	a	0.64 *	-7.0811	Buena en ambientes desfavorables	Consistente
22 CMT945043	11.67	a	0.19	81.4269 **	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
27 CMT945053	12.00	a	0.86	-10.7197	Estable	
15 CMT945029	12.83	ab	0.12	91.3139 **	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
1 CMT945001	13.33	ab	0.34	130.2042 **	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
13 CMT945025	13.67	abc	1.03	30.9999 *	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
26 CMT945051	14.50	abcd	0.69 *	-15.8571	Buena en ambientes desfavorables	Consistente
20 CMT945039	15.17	abcd	0.83	-3.4213	Estable	
8 CMT945015	15.33	abcd	0.40	25.7739	Estable	
25 CMT945049	15.67	abcde	0.91	-0.9043	Estable	
28 CMT945057	15.67	abcde	0.81	-16.0595	Estable	
5 CMT945009	16.83	abcde	1.25	-6.4159	Estable	
18 CMT945035	17.17	abcdef	0.92	17.3628	Estable	
24 CMT945037	18.00	abcdef	1.10	-4.8580	Estable	
29 CMT945047	18.00	abcdef	1.30	17.6464	Estable	
19 CMS935011	18.00	abcdef	1.44 *	-3.5093	Buena en ambientes favorables	Consistente
2 CMT945003	18.67	abcdef	1.06	13.5406	Estable	
7 CMT945013	19.33	abcdef	1.22	-12.5856	Estable	
31 CMT945021	19.33	abcdef	1.10	21.7488	Estable	
11 CMM945059	19.33	abcdef	1.49	45.9143 *	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
4 CMT945007	20.00	bcdef	0.92	49.8865 **	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
17 CMT945033	20.00	bcdef	1.08	30.1402 *	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
32 CMM945061	20.17	bcdef	1.01	15.3827	Estable	
3 CMT945005	20.33	bcdef	1.21	63.0025 **	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
21 CMT945041	20.50	bcdef	1.37	40.4395 *	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
16 CMT945031	20.67	bcdef	1.05	21.6363	Estable	
30 CMS935013	21.50	bcdef	1.48	106.0678 **	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
23 CMT945045	21.67	cdef	1.02	72.9798 **	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
12 CMT945023	22.00	cdef	1.13	24.3644	Estable	
9 CMT945017	23.83	ef	1.69 *	8.4859	Buena en ambientes favorables	Consistente
14 CMT945027	24.67	f	0.77	98.0158 **	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
10 CMT945019	25.33	f	1.76	116.1690 **	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
Tukey (5%)	8.20					

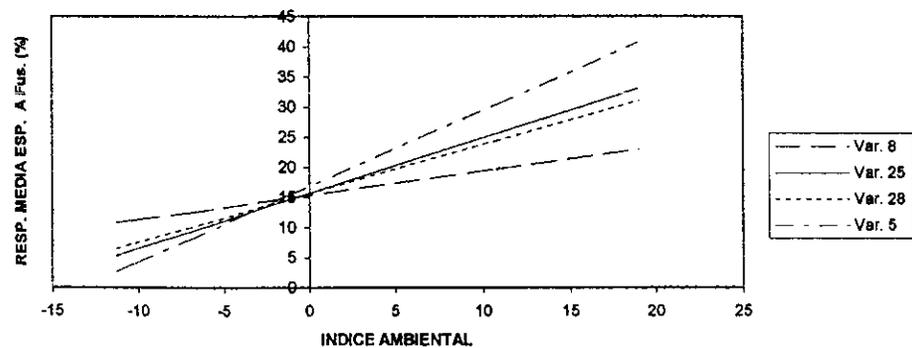
9) REGRESION DE LA RESPUESTA MEDIA ESPERADA A *Fusarium* DE TALLO DE LAS VARIEDADES 6,22,27 Y 15



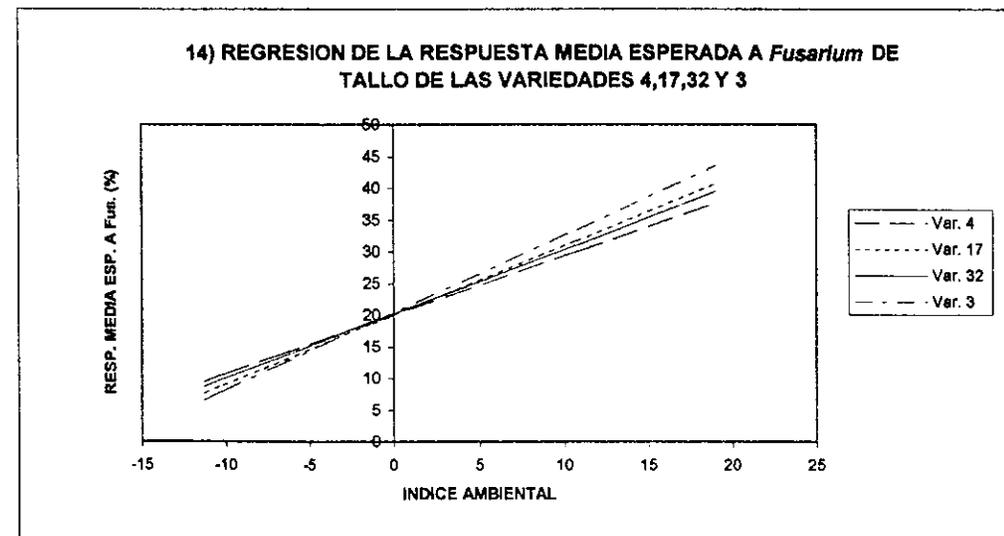
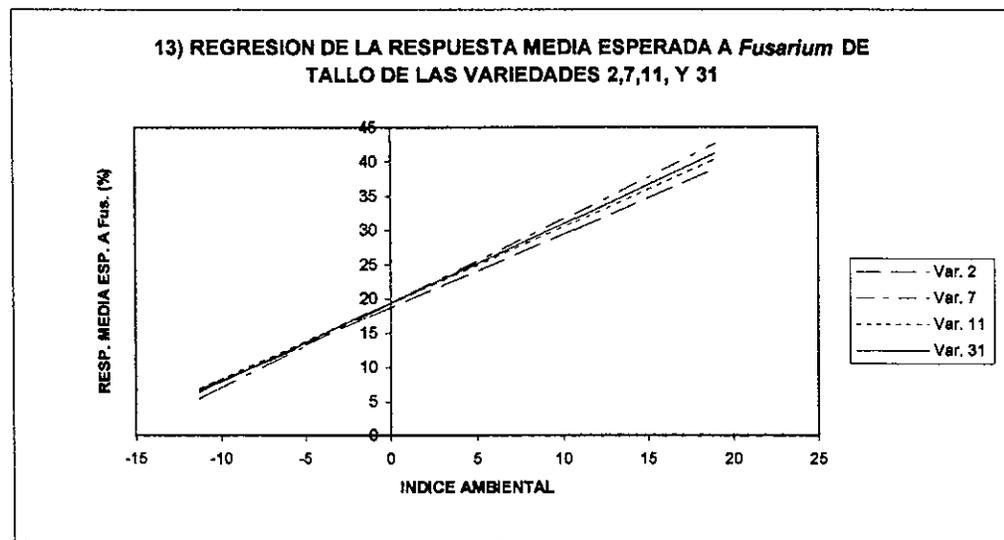
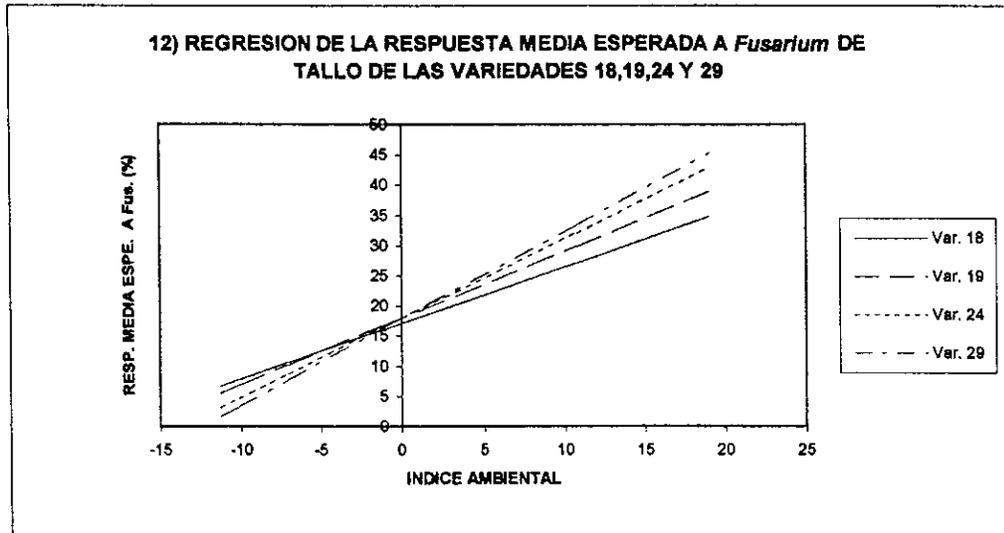
10) REGRESION DE LA RESPUESTA MEDIA ESPERADA A *Fusarium* DE TALLO DE LAS VARIEDADES 1,13,26 Y 20



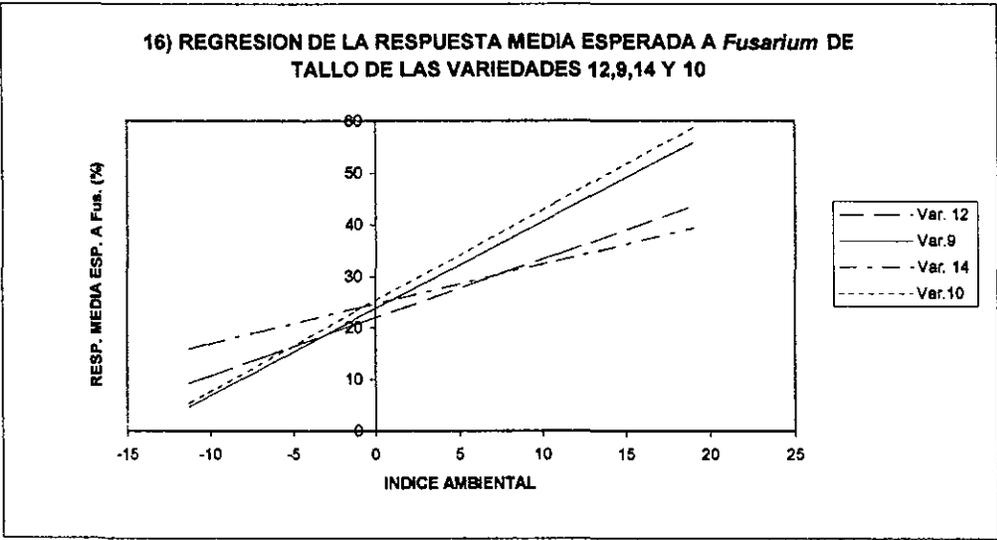
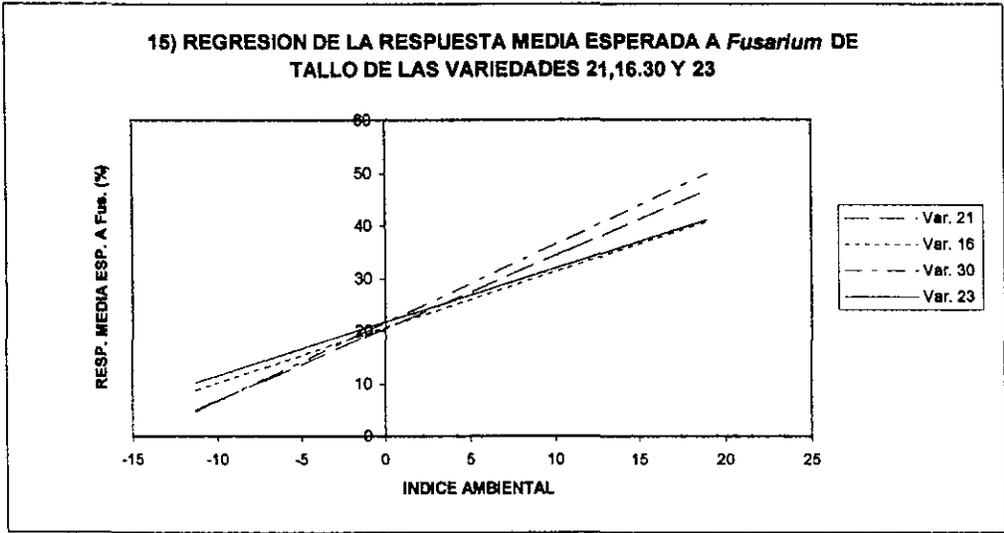
11) REGRESION DE LA RESPUESTA MEDIA ESPERADA A *Fusarium* DE TALLO DE LAS VARIEDADES 8,25,28 Y 5



Figs. 9,10 y 11. Regresión de la resp. media esperada a *Fusarium* de tallo en 12 variedades de maíz



Figs. 12,13 y 14. Regresión de la resp. media esperada a *Fusarium* de tallo en 12 variedades de maíz



Figs. 15 y 16. Regresión de la resp. media esperada a *Fusarium* de tallo en 8 variedades de maíz

(CMT945035), 24 (CMT945037), 29 (CMT945047) , 19 (CMS935011), 2 (CMT945003), 7 (CMT945013), 31 (CMT945021) y 11 (CMM945059), de los cuales sobresalen el 6 (CMT945011), 22 (CMT945043) y el 27 (CMT945053) con una incidencia de solo 11.33, 11.67 y 12% respectivamente. Los resultados anteriores indican que los materiales evaluados, genéticamente presentan diferencias en cuanto a su respuesta a la presencia de *Fusarium* y además que hay unos genotipos mejores que otros.

#### 4.2.4. Análisis de parámetros de estabilidad para pudrición de tallo por *Fusarium*.

En el Cuadro 9 se indica el porcentaje de respuesta a *Fusarium* de cada variedad, la prueba de Tukey, el coeficiente de regresión ( $b_i$ ), las desviaciones de regresión  $S^2d_i$  y la significancia estadística de estos parámetros, se señala también la caracterización de cada variedad en cuanto a su comportamiento en buenos y malos ambientes, así como la consistencia de cada genotipo.

En lo que se refiere a pudrición de tallo por *Fusarium*, en el Cuadro 9 se observa que de las veinte variedades que fueron las de menor pudrición de tallo, se encuentran algunas que son más deseables que otras por su consistencia y buena respuesta en ambientes desfavorables. También se observa que con base a los parámetros de estabilidad  $b_i$  y  $S^2d_i$ , de las 32 variedades, 15 se clasificaron como estables, dos como buenas en ambientes desfavorables y consistentes; dos como buenas en ambientes favorables y consistentes y 13 con buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistentes.

En cuanto a pudrición de tallo, además de seleccionar las variedades por la prueba de parámetros de estabilidad, se tomó en cuenta un bajo promedio de incidencia de la enfermedad, ya que de otra manera se estarían seleccionando variedades clasificadas por los parámetros de estabilidad como estables o consistentes, pero que presentan alto grado de incidencia a la enfermedad, como es el caso de la variedad 12 (CMT945023) que esta clasificada como estable

pero presenta una alta incidencia a pudrición de tallo, y la variedad 9 (CMT945017) que se clasifica como buena en ambientes favorables y consistente, pero también presenta una alta incidencia a pudrición de tallo.

Al Aplicar los parámetros de estabilidad  $b_i$  y  $S^2d_i$ , del grupo de materiales de mas bajo porcentaje de incidencia a la enfermedad, 12 variedades quedaron clasificadas como estables: 27 (CMT945053), 20 (CMT945039), 8 (CMT945015), 25 (CMT945049), 28 (CMT945057), 5 (CMT945009), 18 (CMT945035), 24 (CMT945037), 29 (CMT945047), 2 (CMT945003), 7 (CMT945013) y 31 (CMT945021), característica que las hace altamente recomendables; la 6 (CMT945011) y la 26 (CMT945051) quedaron como buenas en ambientes desfavorables y consistentes; la 19 (CMS935011) quedó como buena en ambientes favorables y consistente, características que hacen a estas tres últimas variedades como altamente recomendables; y cinco variedades más presentaron buena respuesta en todos los ambientes, pero inconsistentes, por lo que aún teniendo bajo porcentaje de incidencia a la enfermedad no pueden ser considerados como materiales recomendables.

En las figuras de la 9 a la 16 se ilustra gráficamente la regresión de la respuesta media esperada a pudrición de tallo por Fusarium de los 32 híbridos de maíz evaluados, ordenados de menor a mayor porcentaje de infestación. Con base a la prueba de comparación de medias de Tukey se seleccionaron por su menor incidencia a la enfermedad 20 variedades, por lo que los 12 genotipos restantes quedaron fuera del grupo estadísticamente superior, razón por la que no se consideran importantes para fines de recomendación. Las variedades con menor porcentaje de pudrición de tallo, con base a la prueba de comparación de medias de Tukey fueron; la 6 (CMT945011), 22 (CMT945043), 27 (CMT945053) y 15 (CMT945029) ilustradas en la figura 9, la 1 (CMT945001), 13 (CMT945025), 26 (CMT945051) y 20 (CMT945039) representadas en la figura 8, la 8 (CMT945015), 25 (CMT945049), 28 (CMT945057) y 5 (CMT945009) representadas en la figura 11, la 18 (CMT945035), 24 (CMT945037), 29

(CMT945047) y 19 (CMS935011) ilustradas en la figura 12, y la 2 (CMT945003), 7 (CMT945013), 31 (CMT945021) y 11 (CMM945059) representadas en la figura 13.

En la figura 9 se observa claramente que las variedades 22 (CMT945043) y 15 (CMT945029) así como la 1 (CMT945001, figura 10) son las de menor pudrición de tallo en ambientes desfavorables, donde podrían presentarse infestaciones aproximadas de 14.8, 15.2 y 19.9 % de pudrición de tallo respectivamente, pero tienen el inconveniente de ser inconsistentes, por lo que sería arriesgado considerarlas como una buena opción para estos ambientes.

Una característica que se busca en las variedades es de que además de presentar poca incidencia a la enfermedad, sean estables o consistentes. Los genotipos que se presentaron como consistentes fueron el 6 (CMT945011), 26 (CMT945051) y 19 (CMT945037), los cuales presentaron 23.6, 27.7 y 39.0 % de pudrición de tallo respectivamente, valores que pueden considerarse altos y por lo tanto descartan a estos materiales como buenas opciones para estos ambientes. Otro grupo de materiales recomendable es aquel que presenta estabilidad y baja incidencia de la enfermedad; de los 20 genotipos seleccionados por Tukey 12 presentaron la característica de ser estables, pero el porcentaje de pudrición de tallo fluctuó de 23.0 en la variedad 8 (CMT945015, figura 11) hasta 45.5 % de pudrición de tallo en el genotipo 29 (CMT945047, figura 12). De los materiales estables los cinco de menor porcentaje de pudrición de tallo fueron el 8 (CMT945015, figura 11), 27 (CMT945053, figura 9), 28 (CMT945057, figura 11), 20 (CMT945039, figura 10) y 25 (CMT945049, figura 11), los cuales se espera presenten aproximadamente 23.0, 28.5, 31.1, 31.2 y 33.1 % de pudrición de tallo respectivamente. Si además del porcentaje de pudrición de tallo y estabilidad se considera el rendimiento de grano, se tiene que del grupo de cinco materiales mencionados, probablemente solo el 25 (CMT945049, figura 11) podría ser el recomendable, aunque presenta 33.1 % de pudrición de tallo, lo cual podría propiciar mala calidad de la cosecha, situación que también podría presentarse

con el material 24 (CMT945047, figura 12), que fue el de mayor rendimiento de grano y se clasificó como estable, pero con un 42.9 % de pudrición de tallo.

En cuanto a ambientes favorables, se tiene que la respuesta media esperada a pudrición de tallo por *Fusarium* fluctuó de 1.7 % en el genotipo 29 (CMS935011, figura 12) a 11.4 % en el material 15 (CMT945029, figura 9). Los materiales en los que se espera menor pudrición de tallo por *Fusarium* fueron el 29 (CMS935011, figura 12), 13 (CMT945025, figura 10), 27 (CMT945053, figura 9), 5 (CMT945009, figura 11), 24 (CMT945047, figura 12) y 6 (CMT945011, figura 9), con los cuales se esperan porcentajes de infestación a *Fusarium* de 1.7, 2.0, 2.2, 2.7, 3.2, y 4.1 % respectivamente, pero el genotipo 13 tiene el inconveniente de ser inconsistente, por lo que desde el punto de vista estabilidad, no sería la mejor opción para ambientes favorables. De los cinco genotipos restantes seleccionados por su bajo porcentaje de pudrición de tallo por *Fusarium*, el material 6 presenta consistencia y los materiales 29, 27, 5 y 24 están clasificados como estables.

Si además de seleccionar estos cinco materiales por su bajo porcentaje de pudrición de tallo por *Fusarium* se toma en cuenta el rendimiento, estabilidad y consistencia, solamente las variedades 27 (CMT945053, figura 9), 5 (CMT945009, figura 11) y 24 (CMT945047, figura 12) presentaron dichas características, razón por la cual pueden ser considerados como materiales altamente recomendables para ambientes favorables.

Así mismo, el graficar la regresión de la respuesta media esperada a pudrición de tallo por *Fusarium* permite identificar variedades que fluctúan poco en el porcentaje de pudrición de tallo al pasar de un ambiente favorable a uno desfavorable, como es el caso principalmente de las variedades 15 (CMT945029, figura 9), 22 (CMT945043, figura 9) y 1 (CMT945001, figura 10), las cuales podrían llegar a presentar alrededor del 9 % de pudrición de tallo por *Fusarium* en ambientes favorables, mientras que en ambientes desfavorables el porcentaje de pudrición de tallo puede llegar cuando mucho a un 19 % aproximadamente.

#### 4.2.5. Índice de estabilidad de Langer y Wricke

En el Cuadro 10 se señala el porcentaje de pudrición de tallo por *Fusarium*, la prueba de Tukey, el coeficiente de regresión ( $b_i$ ), las desviaciones de regresión ( $S_{di}^2$ ), el índice Langer y la ecovalencia de Wricke ( $W_i^2$ ) para cada una de las variedades. Por otra parte se presenta también el intervalo de confianza para  $W_i^2$  y para Langer al 95 %.

De acuerdo a Carrizales (2000), los materiales con índices Langer menores la limite inferior del intervalo de confianza son los genotipos más estables. En el Cuadro 10 se observa que de los 32 materiales evaluados, 16 presentaron índices Langer menores al límite inferior del intervalo de confianza al 95 % de probabilidad, y de estos, 14 se encuentran dentro del grupo de 20 materiales seleccionados por Tukey. De estas variedades, los seis genotipos con índices Langer más pequeños son el 26 (CMT945051), 8 (CMT945015), 6 (CMT945011), 28 (CMT945057), 22 (CMT945043) y 15 (CMT945029) con índices de 22, 22, 25, 25, 27 y 27 respectivamente. El mismo autor menciona que los valores más pequeños de Wricke corresponden a los genotipos más consistentes. En el cuadro se observa que de los 32 materiales, 18 presentaron valores Wricke menores al límite inferior del intervalo de confianza al 95% de probabilidad, de los cuales sobresalen 14 por su menor pudrición de tallo con base a la prueba de Tukey.

De acuerdo a la sugerencia de Carrizales (2000) y García (2000) se hace la selección primero por pudrición de tallo, después por Langer para estabilidad y finalmente por Wricke para consistencia. De acuerdo a lo anterior, con base a la prueba de comparación de medias de Tukey, 20 fueron los materiales que estadísticamente presentaron menor pudrición de tallo; con la aplicación del índice Langer el grupo de 20 materiales se reduce a 14, siendo estos los materiales 6(CMT945011), 22 (CMT945043), 27 (CMT945053), 15 (CMT945029), 1 (CMT945001), 26 (CMT945051), 20 (CMT945039), 8 (CMT945015), 25 (CMT945049), 28 (CMT945057), 18 (CMT945035), 24 (CMT945037), 2

CUADRO 10. PRUEBA DE LANGER Y WRICKE EN PUDRICIÓN DE TALLO POR *Fusarium*

Variedad	Respuesta a Fusarium %	Prueba de Tuckey	bi	S <sup>2</sup> di	L.	Wi <sup>2</sup>
(06) CMT945011	11.33	a	0.64	-7.0811	25	147.79
(22) CMT945043	11.67	a	0.19	81.4269	27	903.29
(27) CMT945053	12.00	a	0.86	-10.7197	30	50.52
(15) CMT945029	12.83	ab	0.12	91.3139	27	1028.45
(01) CMT945001	13.33	ab	0.34	130.2042	32	926.85
(13) CMT945025	13.67	abc	1.03	30.9999	37	204.79
(26) CMT945051	14.50	abcd	0.69	-15.8571	22	87.36
(20) CMT945039	15.17	abcd	0.83	-3.4213	31	85.63
(08) CMT945015	15.33	abcd	0.40	25.7739	22	455.85
(25) CMT945049	15.67	abcde	0.91	-0.9043	30	81.67
(28) CMT945057	15.67	abcde	0.81	-16.0595	25	42.92
(05) CMT945009	16.83	abcde	1.25	-6.4159	37	103.20
(18) CMT945035	17.17	abcdef	0.92	17.3628	35	153.32
(24) CMT945037	18.00	abcdef	1.10	-4.8580	33	68.58
(29) CMT945047	18.00	abcdef	1.30	17.6464	39	223.39
(19) CMS935011	18.00	abcdef	1.44	-3.5093	47	214.33
(02) CMT945003	18.67	abcdef	1.06	13.5406	35	137.29
(02) CMT945013	19.33	abcdef	1.22	-12.5856	37	68.67
(31) CMT945021	19.33	abcdef	1.10	21.7488	34	175.48
(11) CMM945059	19.33	abcdef	1.49	45.9143	40	280.48
(04) CMT945007	20.00	bcdef	0.92	49.8865	38	283.33
(17) CMT945033	20.00	bcdef	1.08	30.1402	40	206.46
(32) CMM945061	20.17	bcdef	1.01	15.3827	29	141.45
(03) CMT945005	20.33	bcdef	1.21	63.0025	38	368.04
(21) CMT945041	20.50	bcdef	1.37	40.4395	50	348.30
(16) CMT945031	20.67	bcdef	1.05	21.6363	38	168.73
(30) CMS935013	21.50	bcdef	1.48	106.0678	53	684.74
(23) CMT945045	21.67	cdef	1.02	72.9798	41	372.04
(12) CMT945023	22.00	cdef	1.13	24.3644	39	190.21
(09) CMT945017	23.83	ef	1.69	8.4859	48	476.63
(14) CMT945027	24.67	f	0.77	98.0158	33	510.85
(10) CMT945019	25.33	f	1.76	116.1690	54	987.23

Intervalo de confianza para Wi<sup>2</sup> 95% = 217.806 - 418.31

Intervalo de confianza para Langer 95% = 35.32 - 41.08

(CMT945003) y 31 (CMT945021), los cuales de acuerdo a Langer se consideran como genotipos estables.

Al aplicar la ecovalencia de Wricke al grupo de 20 variedades de menor pudrición de tallo, Wricke selecciona como consistentes 14, siendo estas la variedad 6 (CMT945011), 27 (CMT945053), 13 (CMT945025), 26 (CMT945051), 20 (CMT945039), 25 (CMT945049), 28 (CMT945057), 5 (CMT945009), 18 (CMT945035), 24 (CMT945037), 19 (CMS935011), 2 (CMT945003), 7(CMT945013) y la 31 (CMT945021). Al aplicar conjuntamente el índice Langer y la ecovalencia de Wricke, de acuerdo a lo sugerido por Carrizales (2000) y García (2000), únicamente 10 genotipos serían los recomendables: 6 (CMT945011), 27 (CMT945053), 26 (CMT945051), 20 (CMT945039), 25 (CMT945049), 28 (CMT945057), 18 (CMT945035), 24 (CMT945037), 2 (CMT945003) y 31 (CMT945021), ya que además de presentar poca pudrición de tallo, tienen índices Langer y ecovalencia de Wricke pequeños, lo que significa que son estables y consistentes. Cabe señalar que todos los materiales seleccionados en forma conjunta por Langer y Wricke también fueron seleccionados cuando se aplicaron los parámetros de estabilidad  $b_i$  y  $S^2 d_i$ . Vale la pena señalar que de los 10 materiales señalados, 6 genotipos quedaron clasificados en el grupo de mayor rendimiento de grano, siendo estos el 27 (CMT945053), 26 (CMT945051), 20 (CMT945039), 25 (CMT945049), 28 (CMT945057), y 24 (CMT945037), por lo que se puede decir que utilizando la selección jerarquizada por rendimiento, índice Langer y ecovalencia de Wricke, la precisión de selección fue mayor.

#### 4.2.6. Correlaciones de Langer y Wricke para pudrición de tallo por *Fusarium*.

En el Cuadro 11 se indican los coeficientes de correlación y su significancia entre los índices Langer y ecovalencia de Wricke con respuesta a pudrición de tallo por *Fusarium* y los parámetros de estabilidad  $b_i$  y  $S^2 d_i$ , también se observa que el índice Langer se correlaciona positiva y altamente significativo con el coeficiente de regresión  $b_i$ . La ecovalencia de Wricke no se correlaciona con el

coeficiente de regresión  $b_i$ , mientras que con la desviación de regresión  $S^2d_i$  se correlaciona positiva y altamente significativa.

La correlación positiva y significativa entre el índice Langer y el coeficiente de regresión  $b_i$  y entre la ecovalencia de Wricke y la desviación de regresión  $S^2d_i$  indican que valores pequeños de Langer y Wricke se asocian con valores pequeños de  $b_i$  y  $S^2d_i$  respectivamente. Estas correlaciones concuerdan con las reportadas por Carrizales (2000) y García (2000), de tal forma que los parámetros  $b_i$  y  $S^2d_i$  pueden ser estimados por Langer y Wricke respectivamente, por lo que no habría necesidad de hacer el análisis de parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell y probablemente no se requiera que la variable no presente una distribución normal, como es el caso de enfermedades, proponiéndose el método de selección jerarquizado propuesto por estos autores.

CUADRO 11. CORRELACIONES ENTRE LANGER Y WRICKE CON %  
DE *Fusarium* DE TALLO,  $b_i$  y  $S^2d_i$ .

	% de <i>Fusarium</i>	$B_i$	$S^2d_i$	Wricke
Langer	0.705 **	0.829 **	0.321	0.214
Wricke	0.065	-0.228	0.882 **	

### 4.3. Análisis de varianza para pudrición de mazorca.

#### 4.3.1. Prueba de hipótesis para variedades.

En el Cuadro 12. se observa que para la pudrición de mazorca hubo una diferencia altamente significativa para variedades. Esto indica que cuando menos una variedad presenta menor grado de pudrición que las otras. Lo anterior señala que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa.

#### 4.3.2. Prueba de hipótesis para la interacción variedades por ambiente lineal (V x A lin.) para pudrición de mazorca.

En el Cuadro 12 se observa que para la interacción variedades por ambiente lineal la prueba de F indica una diferencia altamente significativa. Este resultado señala que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, o sea que las variedades evaluadas presentan un comportamiento diferencial y que unas variedades presentan menor grado de pudrición de mazorca en unas localidades que en otras. Este comportamiento diferencial de las variedades justifica la utilización de los parámetros de estabilidad.

#### 4.3.3. Prueba de comparación de medias (Tukey).

Con base al resultado de los análisis de varianza procede la prueba de comparación de medias. En el cuadro 13 se observa que la respuesta a pudrición de mazorca fluctúa del 18.80 % al 2.40 % de pudrición de mazorca, y con base a la prueba de comparación de medias de Tukey los mejores genotipos fueron aquellos que presentaron un porcentaje de infestación igual o menor a 7.20 %. De las 32 variedades evaluadas 13 quedaron ubicadas en el mejor grupo, estas son la 1 (CMT945001), 22 (CMT945043), 15 (CMT945029), 20 (CMT945039), 6 (CMT945011), 8 (CMT945015), 17 (CMT945033), 27 (CMT945053), 31 (CMM945059), 19 (CMT945037), 13 (CMT945025), 26 (CMT945051), y la 16

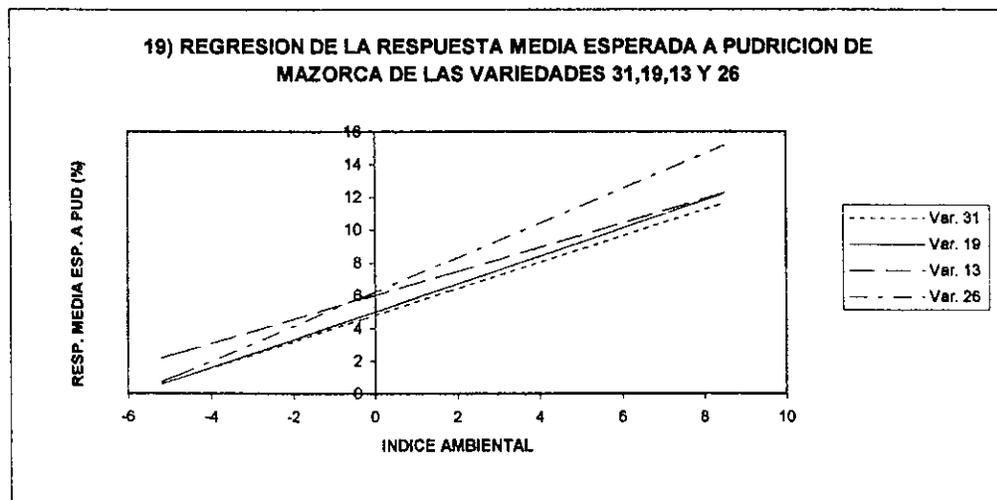
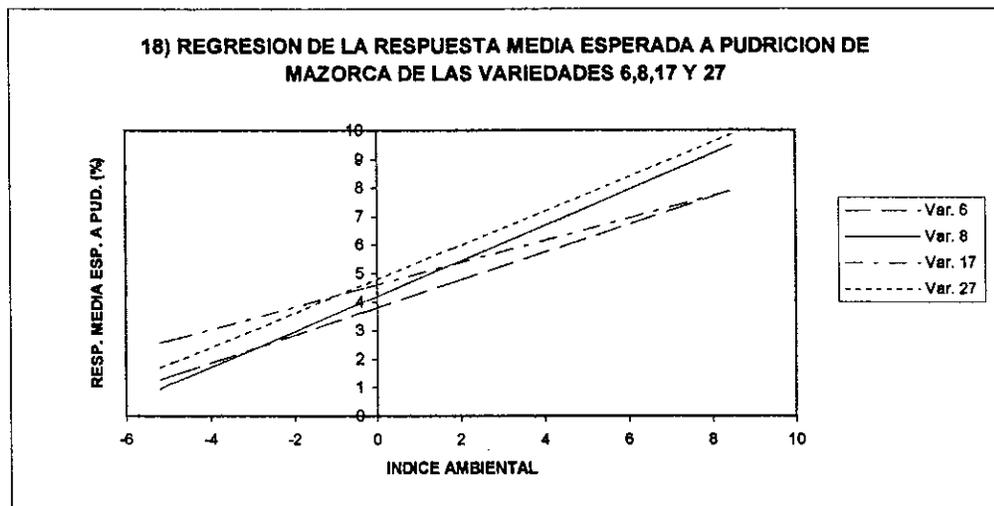
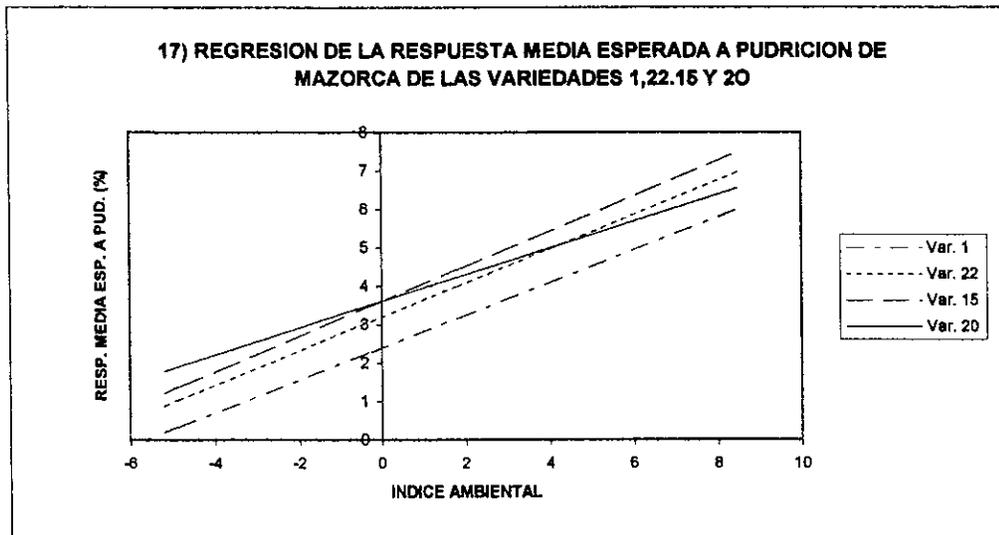
CUADRO 12. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL CALCULO DE LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD PARA PUDRICION DE MAZORCA EN SEIS LOCALIDADES DE MEXICO.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO F CALC MEDIO	
TOTAL	159	9329.490		
VARIETADES (V)	31	2751.890	88.771	5.863 **
AMBIENTE (A)	124	6577.600		
V x A	120			
AMB. (lineal)	1	3.960		
V x A (lineal)	31	5165.530	166.630	11.005 **
DESV. PONDERADA	93	1408.106	15.141	2.589 **
VARIEDAD 1	3	4.427174	1.476	0.252
VARIEDAD 2	3	33.485708	11.162	1.909
VARIEDAD 3	3	22.861179	7.620	1.303
VARIEDAD 4	3	116.652493	38.884	6.650 **
VARIEDAD 5	3	2.257252	0.752	0.129
VARIEDAD 6	3	6.936431	2.312	0.395
VARIEDAD 7	3	40.949072	13.650	2.334
VARIEDAD 8	3	5.551725	1.851	0.316
VARIEDAD 9	3	2.829155	0.943	0.161
VARIEDAD 10	3	92.978928	30.993	5.300 **
VARIEDAD 11	3	22.584353	7.528	1.287
VARIEDAD 12	3	63.933651	21.311	3.644 *
VARIEDAD 13	3	23.425966	7.809	1.335
VARIEDAD 14	3	284.381655	94.794	16.211 **
VARIEDAD 15	3	16.573891	5.525	0.945
VARIEDAD 16	3	8.756350	2.919	0.499
VARIEDAD 17	3	33.916112	11.305	1.933
VARIEDAD 18	3	203.833078	67.944	11.619 **
VARIEDAD 19	3	16.495042	5.498	0.940
VARIEDAD 20	3	11.815187	3.938	0.673
VARIEDAD 21	3	7.760380	2.587	0.442
VARIEDAD 22	3	1.742437	0.581	0.099
VARIEDAD 23	3	31.857970	10.619	1.816
VARIEDAD 24	3	34.850189	11.617	1.987
VARIEDAD 25	3	56.164739	18.722	3.202 *
VARIEDAD 26	3	16.001890	5.334	0.912
VARIEDAD 27	3	23.541625	7.847	1.342
VARIEDAD 28	3	65.270832	21.757	3.721 *
VARIEDAD 29	3	48.596441	16.199	2.770 *
VARIEDAD 30	3	43.590421	14.530	2.485
VARIEDAD 31	3	0.692726	0.231	0.039
VARIEDAD 32	3	63.391545	21.131	3.613 *
Error ponderado	495	11578.404	5.848	

CUADRO 13. RESPUESTA MEDIA A PUDRICION DE MAZORCA Y PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE 32 VARIEDADES DE MAIZ

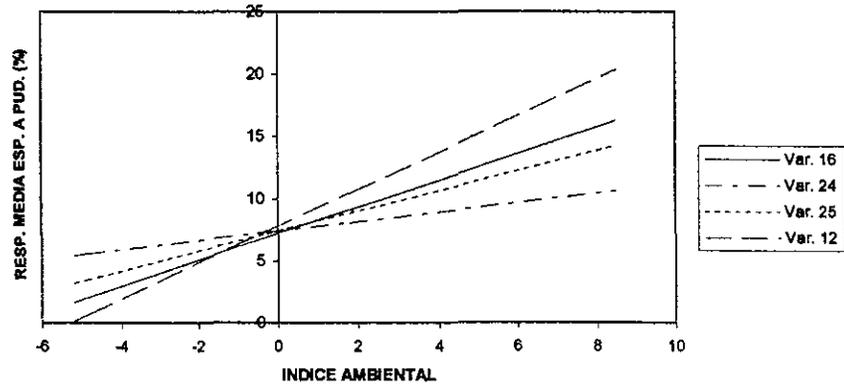
Variedad	Resp. a Pud.%	Prueba de Tuckey	bi		S <sup>2</sup> di	Respuesta ambiental	Consistencia
1 CMT945001	2.40	a	0.42	**	-4.3720	Buena en ambientes desfavorables	Consistente
22 CMT945043	3.20	ab	0.44	**	-5.2669	Buena en ambientes desfavorables	Consistente
15 CMT945029	3.60	abc	0.45	*	-0.3231	Buena en ambientes desfavorables	Consistente
20 CMT945039	3.60	abc	0.34	*	-1.9093	Buena en ambientes desfavorables	Consistente
6 CMT945011	3.80	abc	0.48	*	-3.5356	Buena en ambientes desfavorables	Consistente
8 CMT945015	4.20	abcd	0.62	*	-3.9972	Buena en ambientes desfavorables	Consistente
17 CMT945033	4.60	abcd	0.38		5.4575	Estable	
27 CMT945053	4.80	abcd	0.59		1.9994	Estable	
31 CMM945059	4.80	abcd	0.80	**	-5.6168	Buena en ambientes desfavorables	Consistente
19 CMT945037	5.00	abcd	0.84		-0.3494	Estable	
13 CMT945025	6.00	abcde	0.73		1.9608	Estable	
26 CMT945051	6.20	abcdef	1.05		-0.5138	Estable	
16 CMT945031	7.20	bcdefg	1.06		-2.9289	Estable	
25 CMT945047	7.40	bcdefgh	0.38		5.7689	Estable	
24 CMT945049	7.40	bcdefghi	0.80		12.8738 *	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
12 CMT945023	7.80	bcdefghi	1.47		15.4634 *	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
5 CMT945009	8.00	bcdefghi	1.10		-5.0953	Estable	
21 CMT945041	8.20	cdefghi	0.92		-3.2609	Estable	
7 CMT945005	8.40	cdefghij	1.39		1.7726	Estable	
3 CMT945013	8.40	cdefghij	0.77		7.8019	Estable	
18 CMT945035	9.00	defghij	1.21		62.0965 **	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
28 CMT945057	10.40	efghij	0.79		15.9091 *	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
10 CMT945019	11.00	fghij	0.49		25.1451 **	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
32 CMM945061	11.40	ghijk	1.66		15.2827 *	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
29 CMT945003	12.00	ghijkl	1.52		5.3141	Estable	
2 CMS935011	12.00	ghijkl	2.50	*	10.3510 *	Buena en ambientes favorables	Inconsistente
23 CMT945045	12.20	hijkl	1.02		4.7715	Estable	
30 CMS935013	12.40	ijkl	1.99	*	8.6823	Buena en ambientes favorables	Consistente
11 CMT945021	13.20	jkl	1.25		1.6803	Estable	
9 CMT945017	16.00	klm	1.69	**	-4.9047	Buena en ambientes favorables	Consistente
4 CMT945007	16.80	lm	1.77		33.0363 **	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente
14 CMT945027	18.80	m	0.90		88.9461 **	Buena respuesta en todos los amb.	Inconsistente

Tukey (5) 4.88

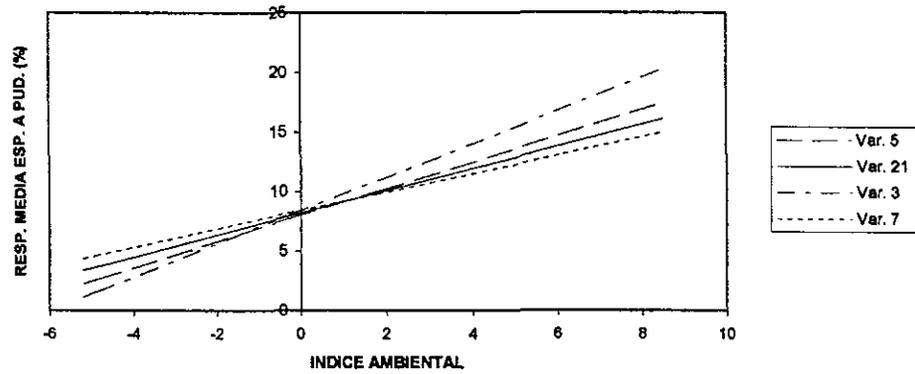


Figs.17, 18 y 19. Regresión de la respuesta media esperada a pudrición de mazorca en 12 variedades de maíz.

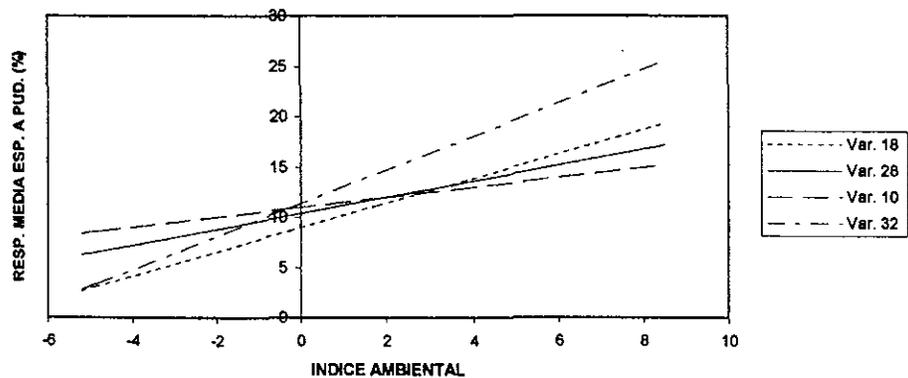
20) REGRESION DE LA RESPUESTA MEDIA ESPERADA A PUDRACION DE MAZORCA DE LAS VARIEDADES 16,24,25 Y 12



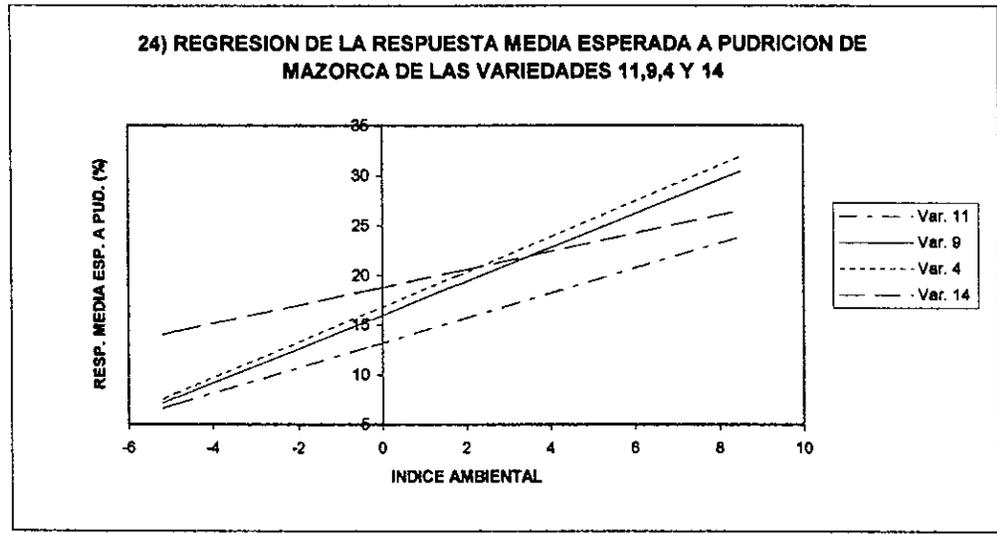
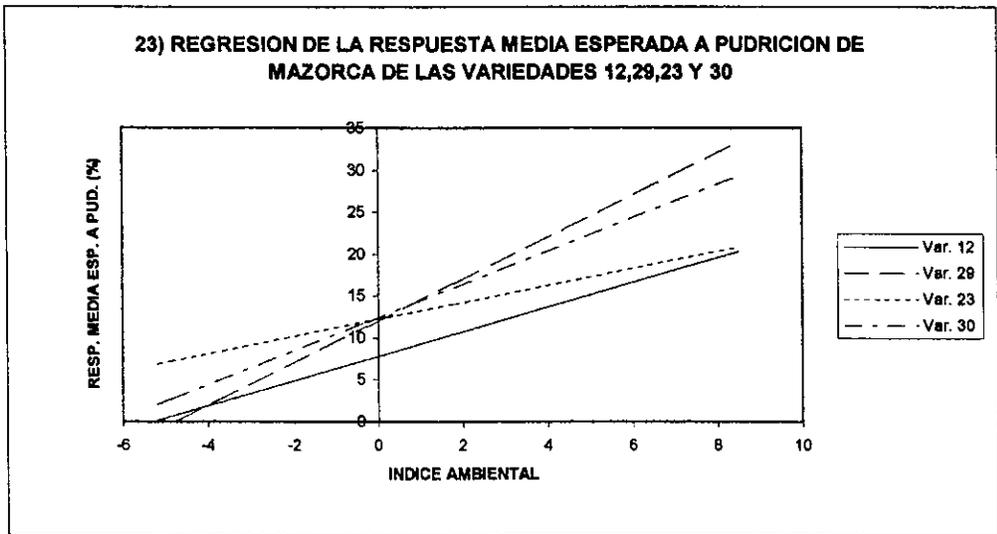
21) REGRESION DE LA RESPUESTA MEDIA ESPERADA A PUDRACION DE MAZORCA DE LAS VARIEDADES 5,21,3 Y 7



22) REGRESION DE LA RESPUESTA MEDIA ESPERADA A PUDRACION DE MAZORCA DE LAS VARIEDADES 18,28,10 Y 32



Figs.20, 21 y 22. Regresión de la respuesta media esperada a pudrición de mazorca en 12 variedades de maíz.



Figs.23 y 24. Regresión de la respuesta media esperada a pudrición de mazorca en 8 variedades de maíz.

(CMT945031) de las cuales sobresalen las variedades 1 (CMT945001), 22 (CMT945043), 15 (CMT945029) y la 20 (CMT945039) con una incidencia de solo 2.40, 3.20, 3.60 y 3.60 % respectivamente. Los resultados anteriores indican que los materiales evaluados, genéticamente presentan diferencias en cuanto a su respuesta a pudrición de mazorca y además que hay unos genotipos mejores que otros.

#### 4.3.4. Análisis de los parámetros de estabilidad para la variable pudrición de mazorca.

En el Cuadro 13 se indica el porcentaje de respuesta a pudrición de mazorca de cada variedad, la prueba de Tukey, el coeficiente de regresión ( $b_i$ ), las desviaciones de regresión ( $S^2d_i$ ) y la significancia estadística de estos parámetros, se señala también la caracterización de cada variedad en cuanto a su comportamiento en buenos y malos ambientes, así como la consistencia de cada una de las variedades.

En lo que se refiere a pudrición de mazorca, en el cuadro se observa que de las 13 variedades que fueron las de mas bajo porcentaje de pudrición de mazorca, hay algunas que son más deseables que otras por su consistencia y buena respuesta en ambientes desfavorables.

En este mismo cuadro se observa que con base a la prueba de parámetros de estabilidad  $b_i$  y  $S^2d_i$ , de las 32 variedades, 14 se clasificaron como estables, siete como buenas en ambientes desfavorables y consistentes, ocho con buena respuesta en todos los ambientes e inconsistentes, dos como buenas en ambientes favorables y consistentes y una mas como buena en ambientes favorables e inconsistente.

Como ya se mencionó en las variables anteriores de rendimiento y respuesta a *Fusarium*, además de la selección de variedades por la prueba de

parámetros de estabilidad, se debe tomar en cuenta un bajo promedio de incidencia a la enfermedad, ya que de otra manera se estarían seleccionando variedades clasificadas por los parámetros de estabilidad como estables o consistentes, pero que presentan alto grado de incidencia a la enfermedad, como es el caso de la variedad 11 (CMT945021) que esta clasificada como estable pero presenta una alta incidencia a pudrición de mazorca y la variedad 9 (CMT945017) que se clasifica como buena en ambientes favorables y consistente, pero también presenta una alta incidencia a la enfermedad.

Al aplicar la prueba de parámetros de estabilidad  $b_i$  y  $S^2d_i$ , del grupo de materiales de mas bajo porcentaje de incidencia a la enfermedad seis variedades quedaron clasificadas como estables: 17 (CMT945033), 27 (CMT945053), 19 (CMT945037), 13 (CMT945025), 26 (CMT945051), y 16 (CMT945031); siete quedaron clasificadas como buenas en ambientes desfavorables y consistentes: 1 (CMT945001), 22 (CMT945043), 15 (CMT945029), 20 (CMT945039), 6 (CMT945011), 8 (CMT945015), y 31 (CMM945059). Características que hacen a estas 13 variedades como altamente recomendables con base a estas pruebas.

En las figuras de la 17 a la 24 se ilustra gráficamente la regresión de la respuesta media esperada a pudrición de mazorca de los 32 híbridos de maíz evaluados, ordenados de menor a mayor porcentaje de pudrición. Con base a la prueba de comparación de medias de Tukey se seleccionaron, por su menor incidencia a la enfermedad, 13 variedades, por lo que los 19 genotipos restantes quedaron fuera del grupo estadísticamente superior, razón por la que no se consideran importantes para fines de recomendación. Las variedades con menor porcentaje de pudrición de mazorca, con base a la prueba de comparación de medias de Tukey, fueron: la 1 (CMT945001), 22 (CMT945043), 15(CMT945029) y 20 (CMT945039) representadas en la figura 17; la 6(CMT945011), 8 (CMT945015), 17 (CMT945033) y la 27 (CMT945053) ilustradas en la figura 18; la 31 (CMM945059), 19 (CMT945037), 13 (CMT945025) y 26 (CMT945051) graficadas en la figura 19 y la 16 (CMT945031) representada en la figura 20.

En la figura 17 se observa claramente que las variedades 1, 22, 15 y 20 son las de menor pudrición de mazorca en ambientes desfavorables, donde podrían presentarse infestaciones aproximadas de 6.0, 6.9, 7.5 6.5 % respectivamente de pudrición de mazorca; así mismo en la figura 18 se observa que la variedad 6 presenta un 7.9 % de pudrición de mazorca. Como se menciona en la variable *Fusarium* de tallo, una característica que se busca en las variedades es de que además de presentar poca incidencia de la enfermedad, sean estables o consistentes. En este caso se tiene la ventaja de que las cinco variedades seleccionadas por su baja pudrición de mazorca también están clasificadas como consistentes por lo que debido a esto podrían considerarse como una buena opción para recomendarse en ambientes desfavorables. Si además del porcentaje de pudrición de mazorca y consistencia se considera el rendimiento de grano, se tiene que del grupo de cinco materiales mencionados solo el 1 (CMT945001) y 22 (CMT945043) ilustrados en la figura 17 y el 6 (CMT945011, figura 18) podrían ser los recomendables para ambientes desfavorables.

En cuanto a ambientes favorables, se tiene que la respuesta media esperada a pudrición de mazorca fluctuó de 0.1 % en el genotipo 1 (CMT945001, figura 17) a 2.5 % en el material 17 (CMT945033, figura 18). Los materiales en los que se espera menor porcentaje de pudrición de mazorca son: 1 (CMT945001, figura 17), 19 (CMT945037, figura 19), 31 (CMM945059, figura 19), 26 (CMT945051, figura 19) 22 (CMT945043, figura 17), 8 (CMT945015, figura 18) y 6 (CMT945011, figura 18), con los cuales se esperan porcentajes de pudrición de mazorca de 0.1, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 y 1.2 % respectivamente; de estos siete genotipos seleccionados por su bajo porcentaje de pudrición de mazorca esperado, el 19 y el 26 se clasifican como materiales estables, mientras que los otros cinco se clasifican como consistentes, razones por las que pueden ser considerados como buenas opciones de recomendación para ambientes favorables.

Si además de seleccionar estos siete materiales por su bajo porcentaje esperado de pudrición de mazorca y por estabilidad o consistencia se toma en cuenta el rendimiento, solamente los genotipos 1 (CMT945001) y 22 (CMT945043) ilustrados en la figura 17 y el 6 (CMT945011, figura 18) presentan estas características, por lo que por esta razón podrían ser considerados como materiales altamente recomendables para ambientes favorables.

Las gráficas de la regresión de la respuesta media esperada a pudrición de mazorca muestra que hay variedades que fluctúan poco en el porcentaje de pudrición de mazorca al pasar de un ambiente favorable a uno desfavorable, como es el caso principalmente de las variedades 20 (CMT945039, figura 17), 17(CMT945033, figura 18) y 24(CMT945049, figura 20): en el caso de las variedades 20 y 17 podrían llegar a presentar pudriciones de mazorca de 1.7 y 2.5% respectivamente en ambientes favorables, mientras que en ambientes desfavorables el porcentaje de pudrición puede llegar cuando mucho a un 6.5 y 7.9% respectivamente, en el caso de la variedad 24 puede llegar a presentar un porcentaje de pudrición de 5.4% en ambientes favorables, mientras que en ambientes desfavorables, el porcentaje de pudrición puede llegar cuando mucho a un 10.6%. Sin embargo estas tres variedades no pueden ser consideradas como buenas opciones debido a que no se ubican dentro del grupo seleccionado por su bajo porcentaje de pudrición de mazorca con base a las pruebas de comparación de media de Tukey, y además a excepción de la variedad 24, las otras dos presentaron bajo porcentaje de rendimiento de grano.

#### 4.3.5. Índice de estabilidad de Langer y Wricke

En el Cuadro 14 se indica el porcentaje de pudrición de mazorca, la prueba de Tukey, el coeficiente de regresión ( $b_i$ ), las desviaciones de regresión ( $S^2d_i$ ), el índice Langer y la ecovalencia de Wricke ( $W_i^2$ ) para cada una de las variedades. También se indican, el intervalo de confianza para Wricke y para Langer al 95 %.

CUADRO 14. PRUEBA DE LANGER Y WRICKE EN PUDRICION DE MAZORCA

Variedad	Respuesta a Pudrición %	Prueba de Tuckey	bi	S <sup>2</sup> d <sub>i</sub>	L	Wi <sup>2</sup>
(01) CMT945001	2.40	a	0.42	-4.3720	6	46.53
(22) CMT945043	3.20	ab	0.44	-5.2669	7	40.86
(15) CMT945029	3.60	abc	0.45	-0.3231	7	53.79
(20) CMT945039	3.60	abc	0.34	-1.9093	6	65.66
(06) CMT945011	3.80	abc	0.48	-3.5356	8	40.53
(08) CMT945015	4.20	abcd	0.62	-3.9972	9	23.55
(17) CMT945033	4.60	abcd	0.38	5.4575	9	81.10
(27) CMT945053	4.80	abcd	0.59	1.9994	10	44.09
(31) CMM945059	4.80	abcd	0.80	-5.6168	11	5.53
(19) CMT945037	5.00	abcd	0.84	-0.3494	12	19.36
(13) CMT945025	6.00	abcde	0.73	1.9608	10	32.30
(26) CMT945051	6.20	abcdef	1.05	-0.5138	16	16.36
(16) CMT945031	7.20	abcdefg	1.06	-2.9289	15	9.30
(25) CMT945047	7.40	bcdefgh	0.38	5.7689	9	83.53
(24) CMT945049	7.40	bcdefghi	0.80	12.8738	12	60.78
(12) CMT945023	7.80	bcdefghi	1.47	15.4634	24	92.21
(05) CMT945009	8.00	bcdefghi	1.10	-5.0953	16	3.74
(21) CMT945041	8.20	cdefghi	0.92	-3.2609	14	8.43
(07) CMT945005	8.40	cdefghij	1.39	1.7726	18	43.09
(03) CMT945013	8.40	cdefghij	0.77	7.8019	13	47.34
(18) CMT945035	9.00	defghij	1.21	62.0965	26	209.86
(28) CMT945057	10.40	efghij	0.79	15.9091	16	70.65
(10) CMT945019	11.00	fghij	0.49	25.1451	13	125.36
(32) CMM945061	11.40	ghijk	1.66	15.2827	25	118.78
(29) CMT945003	12.00	ghijkl	1.52	5.3141	23	68.99
(02) CMS935011	12.00	ghijkl	2.50	10.3510	35	334.43
(23) CMT945045	12.20	hijkl	1.02	4.7715	9	31.93
(30) CMS935013	12.40	ijkl	1.99	8.6823	31	168.59
(11) CMT945021	13.20	jkl	1.25	1.6803	22	30.93
(09) CMT945017	16.00	klm	1.69	-4.9047	23	64.43
(04) CMT945007	16.80	lm	1.77	33.0363	30	192.21
(14) CMT945027	18.80	m	0.90	88.9461	22	285.46

Intervalo de confianza para Wi<sup>2</sup> 95% = 64.649 - 92.831

Intervalo de confianza para Langer 95% = 14.433 - 17.254

Como ya se mencionó; materiales con índices Langer menores al límite inferior del intervalo de confianza corresponden a variedades más estables. En el Cuadro 14 se observa que de los 32 materiales evaluados, 17 presentaron índices Langer menores al límite inferior del intervalo de confianza al 95 % de probabilidad, y de estos, 11 se encuentran dentro del grupo de 13 materiales seleccionados por Tukey. De estas variedades, los cinco genotipos con índices Langer más pequeños son el 1 (CMT945001), 20 (CMT945039), 22 (CMT945043), 15 (CMT945029) y 6 (cmt945011) con índices de 6, 6, 7, 7 y 8 respectivamente. El mismo autor menciona que los valores más pequeños de Wricke corresponden a los genotipos más consistentes. En el cuadro se observa que de los 32 materiales evaluados, 19 de ellos presentan índices Wricke menores al límite inferior del intervalo de confianza al 95 % de probabilidad y de estos, solamente 11 se encuentran ubicados dentro del grupo de 13 materiales seleccionados por su bajo porcentaje de pudrición de mazorca con base a la prueba de Tukey.

De acuerdo a la sugerencia de Carrizales (2000) y García (2000) se hace la selección primero por pudrición de mazorca, después por Langer para estabilidad y finalmente por Wricke para consistencia. De acuerdo a lo anterior, con base a la prueba de comparación de medias de Tukey, 13 fueron los materiales que estadísticamente presentaron menor pudrición de mazorca; con la aplicación del índice Langer, el grupo de 13 materiales se reduce a 11, siendo estos los materiales 1(CMT945001), 20 (CMT945039), 22 (CMT945043), 15 (CMT945029), 6 (CMT945011), 8 (CMT945015), 17 (CMT945033), 27 (CMT945053), 13 (CMT945025), 31 (CMM945059) y 19 (CMT945037), los cuales de acuerdo a Langer se consideran como genotipos estables.

Al aplicar la ecovalencia de Wricke al grupo de 13 variedades de menor pudrición de mazorca, Wricke selecciona como consistentes a 11, siendo estas la 1 (CMT945001), 22 (CMT945043), 15 (CMT945029), 6 (CMT945011), 8 (CMT945015), 27 (CMT945053), 31 (CMM945059), 19 (CMT945037), 13 (CMT945025), 26 (CMT945051 y 16 (CMT945031). Al aplicar conjuntamente el

índice Langer y la ecovalencia de Wricke, de acuerdo a lo sugerido por Carrizales (2000) y García (2000), únicamente nueve variedades serían las recomendables, estas son: 1 (CMT945001), 22 (CMT945043), 15 (CMT945029), 6 (CMT945011), 8 (CMT945015), 27 (CMT945053), 13 (CMT945025), 31 (CMM945059) y 19 (CMT945037), ya que además de presentar poca pudrición de mazorca tienen índices Langer y ecovalencia de Wricke pequeños, lo que significa que son materiales estables y consistentes. Cabe señalar que todos los materiales seleccionados en forma conjunta por Langer y Wricke también fueron seleccionados cuando se aplicaron los parámetros de estabilidad  $b_i$  y  $S^2d_i$ . Vale la pena señalar que de los nueve materiales señalados, cuatro genotipos quedaron clasificados en el grupo de mayor rendimiento de grano, siendo estos el 1(CMT945001), 22 (CMT945043), 6 (CMT945011) y 27 (CMT945053), por lo que se puede decir que utilizando la selección jerarquizada por rendimiento, índice de Langer y ecovalencia de Wricke, la precisión de selección fue mayor.

#### 4.3.6. Correlaciones de Langer y Wricke para pudrición de mazorca

En el Cuadro 15 se indican los coeficientes de correlación y su significancia entre los índices Langer y ecovalencia de Wricke con respuesta a pudrición de mazorca y los parámetros de estabilidad  $b_i$  y  $S^2d_i$ , también se observa que el índice Langer se correlaciona positiva y altamente significativo con el coeficiente de regresión  $b_i$  y la desviación de regresión  $S^2d_i$ , mientras que la ecovalencia de Wricke muestra de igual manera una correlación positiva y altamente significativa con la desviación de regresión  $S^2d_i$  y el coeficiente de regresión  $b_i$ .

Como ya se menciona en las dos variables anteriores (rendimiento y pudrición de tallo), la correlación positiva y significativa entre el índice Langer y el coeficiente de regresión  $b_i$  y entre la ecovalencia de Wricke y la desviación de regresión  $S^2d_i$  indican que valores pequeños de Langer y Wricke se asocian con valores pequeños de  $b_i$  y  $S^2d_i$  respectivamente.

Estas correlaciones concuerdan con las reportadas por Carrizales (2000) y García (2000), los cuales señalan que se puede utilizar el índice Langer y la ecovalencia de Wricke en vez de los parámetros de estabilidad  $b_i$  y  $S^2d_i$ , es decir que en variables que no tengan distribución normal se puede evitar el análisis de parámetros de estabilidad, proponiéndose el método de selección jerarquizado propuesto por estos autores.

CUADRO 15. CORRELACIONES ENTRE LANGER Y WRICKE CON % DE PUDRICIÓN DE MAZORCA,  $b_i$  y  $S^2d_i$ .

	% Pudrición	$b_i$	$S^2d_i$	Wricke
Langer	0.749 **	0.931 **	0.441 *	0.690 **
Wricke	0.584 **	0.522 **	0.740 **	

Los parámetros de estabilidad  $b_i$  y  $S^2d_i$ , propuestos por Eberhart y Russell para estimar la consistencia y estabilidad de los materiales, tradicionalmente se ha aplicado a la variable rendimiento, y en este estudio permite clasificar a los materiales 5 (CMT945009), 24 (CMT945047), 25 (CMT945049), 27(CMT945053) y 32 (CMM945061) como genotipos estables, los cuales además presentan alto rendimiento de grano, características que los hacen altamente recomendables. Al recomendar una variedad, para una zona determinada, basándose únicamente en el rendimiento de grano se corre el riesgo de que el rendimiento de ese material, por problemas de pudrición de tallo y mazorca, sea de baja calidad, por lo que se requiere tener información confiable que indique que una variedad, además de tener una alto rendimiento de grano, presenta consistencia o estabilidad en la calidad de su producción. Si los parámetros de estabilidad mencionados se

aplican a la variable enfermedades, como es la pudrición de tallo, se tiene que 15 materiales son los recomendables por su estabilidad o consistencia y si estos resultados se relacionan con los obtenidos en la variable rendimiento se tiene que únicamente cuatro genotipos de éstos coinciden con los seleccionados por la estabilidad del rendimiento, siendo estos el 27(CMT945053), 25 (CMT945049), 5 (CMT945009) y 24 (CMT945047).

Con la aplicación de los parámetros de estabilidad a la variable pudrición de mazorca se seleccionaron 13 materiales como recomendables, y de éstos el 1 (CMT945001), 22 (CMT945043), 15 (CMT945029), 20 (CMT945039), 6 (CMT945011), 8 (CMT945015) y 31 (CMM945059) fueron adecuados para ambientes desfavorables y presentaron consistencia, mientras que el 17 (CMT945033), 27 (CMT945053), 19 (CMT945037), 13 (CMT945025), 26 (CMT945051) y 16 (CMT945031) fueron estables. Al conjuntar los resultados de los parámetros de estabilidad de las tres variables de estudio se tiene que de los 15 genotipos recomendables por su comportamiento a pudrición de tallo, solamente el 24 (CMT945047), 25 (CMT945049), 27(CMT945053) y 5 (CMT945009) coincidieron con los genotipos estables de mayor rendimiento, y de estos solo el 27 (CMT945053) es recomendable por su rendimiento y por su estabilidad a la respuesta de pudrición de tallo y mazorca.

Los resultados anteriores sugieren que los parámetros de estabilidad también pueden aplicarse a la variable pudrición de tallo, ya que de los cinco materiales clasificados como estables por su rendimiento, cuatro de éstos también se clasificaron como estables para pudrición de tallo. Los parámetros de estabilidad seleccionan como recomendables, en cuanto a pudrición de mazorca, a 13 materiales, pero de éstos solamente el 27 (CMT945053) sería el recomendable si además de pudrición de mazorca se considera la pudrición de tallo y el rendimiento de grano. Los resultados anteriores pueden deberse a que no se hicieron transformaciones en las variables pudrición de tallo y mazorca, por lo que es probable que con transformaciones haya una mayor correspondencia

entre los genotipos seleccionados para cada una de las variables; otra posible razón puede ser a que el rendimiento de grano se correlacionó negativa y significativamente con *Fusarium* de tallo en cinco de las seis localidades, mientras que con pudrición de mazorca en tres localidades no hubo correlación significativa.

La literatura menciona que el índice de Langer y la ecovalencia de Wricke se correlacionan positiva y significativamente con el coeficiente de regresión ( $b_i$ ) y las desviaciones de regresión ( $S^2d_i$ ), por lo que estos índices se pueden utilizar para estimar la estabilidad y la consistencia de un material respectivamente.

Con base a los índices mencionados se tiene que, en cuanto a rendimiento de grano, los genotipos 1 (CMT945001), 22 (CMT945043) y 25 (CMT945049) se clasifican como estables, mientras que los materiales 24 (CMT945047), 25 (CMT945049), 27 (CMT945053) y 32 (CMM945061), se clasifican como consistentes; al considerar tanto el rendimiento de grano como el porcentaje de pudrición de tallo se tiene que los materiales estables en rendimiento también lo fueron en cuanto a pudrición de tallo, mientras que de los cuatro genotipos consistentes en rendimiento tres también lo fueron en cuanto a pudrición de tallo, siendo estos el 24 (CMT945047), el 25 (CMT945049) y el 27 (CMT945053). Al considerar el índice Langer y la ecovalencia de Wricke en rendimiento de grano y pudrición de tallo y mazorca se tiene que, considerando las tres variables, solamente los genotipos 1 (CMT945001) y 22 (CMT945043) fueron estables, mientras que sólo el 27 (CMT945053) fue consistente. Lo anterior pone de manifiesto la importancia de considerar la estabilidad y consistencia no solo del rendimiento de un material, sino también de su comportamiento ante la presencia de una enfermedad, ya que de no hacerlo se estaría recomendando un genotipo que puede tener alto rendimiento, pero que por problemas de enfermedad éste podría ser de mala calidad, como es el caso de los genotipos 25 (CMT945049), que es inestable e inconsistente en cuanto a pudrición de mazorca, el 32 (CMM945061) que es inconsistente para acame de tallo y pudrición de mazorca y el 24 que es inconsistente para pudrición de mazorca, materiales que de acuerdo

a lo mencionado son de alto rendimiento, pero podrían presentar serios problemas de pudrición de tallo y mazorca, y por lo tanto la pudrición podría ser de baja calidad.

Las correlaciones positivas y significativas entre el índice Langer y  $b_i$  y entre la ecovalencia de Wricke y  $S^2d_i$  concuerdan con lo reportado por Carrizales (2000) y García (2000). Tratando de combinar los parámetros de estabilidad en rendimiento de grano con el índice Langer y la ecovalencia de Wricke en pudrición de tallo y mazorca se tiene que, de los cinco genotipos estables en rendimiento únicamente el 27 (CMT945053), el 25 (CMT945049) y el 24 (CMT945047) fueron estables y consistentes para pudrición de tallo, mientras que al considerar el rendimiento y las dos enfermedades sólo el 27 (CMT945053) fue estable y consistente. Lo anterior indica que hay una correspondencia mas o menos estrecha entre los genotipos seleccionados en rendimiento por los parámetros de estabilidad y los seleccionados por el índice Langer y la ecovalencia de Wricke para pudrición de tallo, lo que probablemente pueda explicarse por el hecho de que el rendimiento de grano se correlacionó negativa y significativamente con pudrición de tallo en cinco de las seis localidades; no así para pudrición de mazorca, lo cual probablemente pueda deberse a que el rendimiento de grano no se correlacionó significativamente con pudrición de mazorca en tres de las seis localidades.

## V. CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos en este estudio se puede concluir lo siguiente:

La aplicación de los parámetros de estabilidad a la variable pudrición de tallo permitió identificar 15 genotipos como recomendables por su estabilidad y consistencia.

Con la aplicación de los parámetros de estabilidad a la variable pudrición de mazorca se seleccionaron 13 materiales como recomendables, y de éstos, siete fueron adecuados para ambientes desfavorables y presentaron consistencia, mientras que seis fueron estables.

La aplicación de los parámetros de estabilidad a la variable pudrición de tallo parece ser una buena herramienta para complementar la selección de materiales por la estabilidad y consistencia del rendimiento, ya que hubo una correspondencia mas o menos estrecha entre los genotipos seleccionados para pudrición de tallo y los seleccionados para rendimiento de grano.

Al aplicar los parámetros de estabilidad no hubo una correspondencia clara entre los materiales seleccionados para pudrición de mazorca y los seleccionados para rendimiento de grano.

Con base al índice de Langer y la ecovalencia de Wricke se tiene que, en cuanto a rendimiento de grano, tres materiales se clasificaron como estables, mientras que cuatro se clasificaron como consistentes.

Al considerar tanto el rendimiento de grano como el porcentaje de pudrición de tallo se tiene que, con base al índice Langer y la ecovalencia de Wricke, los materiales estables en rendimiento de grano también lo fueron en cuanto a

podrici3n de tallo, mientras que de los cuatro genotipos consistentes en rendimiento tres tambi3n lo fueron en cuanto a podrici3n de tallo.

Se encontr3 una correspondencia mas o menos estrecha entre los genotipos seleccionados en rendimiento y podrici3n de tallo mediante los par3metros de estabilidad de Eberhart y Russel y los seleccionados por el 3ndice de Langer y la ecovalencia de Wricke. Para podrici3n de mazorca no se encontr3 correspondencia.

## VI. BIBLIOGRAFIA

- AGRIOS, N. G. 1989. Fitopatología. Traduc. Manuel Guzmán O. Editorial Limusa, México, D. F.
- BUCIO, A. L. 1966. Enviromental and genotype-environmental components of variability. I. Inbred lines. Heredity.
- CARBALLO. C., A. Y F. Márquez S.1970. Comparación de variedades de maíz de el Bajío y la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. Agrociencia 5: 129-146.
- CARRIZALES, M.N. 2000. Comparación de índices para clasificar la estabilidad genética en híbridos tropicales de maíz. Tesis de maestría en ciencias. U de G.
- CERVANTES, S.T. 1992. La interacción genotipo-ambiente en la clasificación de regiones Agrícolas. . In SANCHEZ, G.J.J., RON, P.J. y MARQUEZ S.F.(Comp.). Memorias del Simposio interacción genotipo-ambiente en genotecnia vegetal. Guadalajara Jal., Méx. U.D.G. INIFAP. SOMEFI.
- CIMMYT, Centro Internacional de mejoramiento de maíz y trigo. (1994). Base de datos Sobre el comportamiento de 32 genotipos de maíz del programa subtropical.
- CROSSA. J. 1992. Analisis estadístico de series de experimentos. . In SANCHEZ, G.J.J., RON, P.J. y MARQUEZ S.F.(Comp.). Memorias del Simposio interacción genotipo-ambiente en genotecnia vegetal. Guadalajara Jal., Méx. U.D.G. INIFAP. SOMEFI.
- CRUZ, M. R. 1989. Un ejemplo de la prueba exacta de los parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell.Revista Fitotecnia Mexicana, vol. 12.

- CRUZ, M.R. y SALAZAR, G. M. 1992. Métodos alternativos en el análisis de la Interacción genotipo-ambiente. In SANCHEZ, G.J.J., RON, P.J. y MARQUEZ S.F.(Comp.). Memorias del Simposio interacción genotipo-ambiente en genotecnia vegetal. Guadalajara Jal., Méx. U.D.G. INIFAP. SOMEFI.
- EBERHART, S.A. and RUSSELL, W.A. 1966. Stability parameters for comparing Varieties. Crop Science. January – February, 1966. Vol. 6:36-40.
- F A O. 1993, Agriculture, Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación.
- GARCÍA. V.M.A. 2000. Aptitud combinatoria y estabilidad genética de la resistencia a sequía en líneas e híbridos tropicales de maíz. Tesis de doctorado en ciencias agrícolas y forestales. U de G.
- LANGER, I., K. J. Frey and T. Bailey. 1979 Associations among productivity, production response and stability indices in oat varieties. Euphytica 28:17-24.
- LUGO, H.F. 1990. Respuesta de dos líneas de maíz a la inoculación con Fusarium moniliforme. Tesis profesional U A A A N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, Méx.
- MARQUEZ, S.F. 1992. La interacción genotipo-ambiental en genotecnia vegetal. In SANCHEZ, G.J.J., RON, P.J. y MARQUEZ S.F. (Comp.). Memorias del Simposio interacción genotipo-ambiente en genotecnia vegetal. Guadalajara Jal., Méx. U.D.G. INIFAP. SOMEFI.
- MOLINA, G.J.D. 1992. Respuesta lineal y no lineal de variedades a los efectos del Ambiente y su importancia en la genotecnia del maíz. In SANCHEZ, G.J.J., RON, P.J. y MARQUEZ S.F. (Comp.). Memorias del Simposio interacción genotipo-ambiente en genotecnia vegetal. Guadalajara Jal., Méx. U.D.G. INIFAP. SOMEFI.

PALOMO, G.A. y PRADO, M.R. 1975. Estimación de los parámetros de estabilidad y su aplicación en investigación agrícola con algodónero CIANE, INIA, SAG.

PALOMO, G. A. 1974. Interacción genotipo ambiente y parámetros de estabilidad en variedades de algodónero (*Gossypium hirsutum* L.) para la Comarca Lagunera. tesis M. C. Chapingo, México. Colegio de Postgraduados.

S A R H. 1991. Boletín mensual de información básica del sector agropecuario y forestal (avance al mes de Julio). Septiembre.

SAGARPA. 2001. Anuario de estadísticas del estado de Jalisco.

SIERRA, M.M., RODRÍGUEZ, M.F.A., CASTILLO, G.R.A. y MARQUEZ, S.F. 1992.

La aplicación de los parámetros de estabilidad en el mejoramiento de maíz en la región sur de México. In SANCHEZ, G.J.J., RON, P.J. y MARQUEZ S.F. (Comp.). Memorias del Simposio interacción genotipo-ambiente en genotecnia vegetal. Guadalajara Jal., Méx. U.D.G. INIFAP. SOMEFI.

WRICKE, G. 1960. Einige Betrachtungen zur ökologischen streubreite und der Möglichkeit ihrer exakten Erfassung in Feldversuchen. Runcshr 2 Arb-Gem. Biometric index DLG – Pflunzen – Zuchtabteilg 1:1-5.

## VII APENDICE

BASE DE DATOS: Comportamiento de 32 genotipos de maíz.

Localidad 1.

Three-way crosses among white lines; STW94101, Tlaltizapan 1994B.

Entry no.	Pedigree	Yield ton/ha	Anth date	Silk date	Plant ht	Ear ht	Root lodg	Stalk lodg	Mz/plant	Moist (%)	Grain Text.	Plant. asp.	Ear asp.	Husk cov.	Erot (%)	Erot sco.	Fusar (%)	Achap (%)	Plant no.
1	CMT945001	9.51 (15)	60	61	226	133	19	5	0.99	26.5	2	2.7	1.5	0	0	0.8	6	1	41
2	CMT945003	10.38 (6)	60	61	241	134	27	3	0.99	28.6	3.3	2.7	2.6	8	6	1.8	8	0	39
3	CMT945005	11.54 (2)	59	59	242	134	5	4	1.08	25.4	2.2	2	2.1	2	1	1.5	2	1	40
4	CMT945007	9.51(16)	58	59	220	137	43	1	0.97	28.5	2.3	2.3	2.4	5	10	1.6	4	2	40
5	CMT945009	11.4 (3)	61	61	226	131	9	2	1.11	31.3	2.7	2.5	1.9	0	-2	1.3	3	1	40
6	CMT945011	9.85(10)	62	62	243	152	28	-1	1.18	30.9	2.3	2.8	1.9	-1	3	1.6	0	0	40
7	CMT945013	9.59 (14)	60	60	244	148	40	0	1.05	28.7	3.6	2.7	2.5	15	6	1.9	6	1	39
8	CMT945015	7.8 (31)	60	62	206	127	20	4	1.04	27	3.9	2.8	2.9	1	0	1.6	21	0	39
9	CMT945017	7.92 (30)	60	62	228	137	6	2	0.96	26.3	4	3	3.1	17	7	2	7	0	40
10	CMT945019	9.24 (19)	59	60	212	125	2	1	1.01	27.1	4	2.5	2.9	5	4	1.8	6	0	39
11	CMT945021	5.78 (34)	60	62	197	109	23	2	0.85	30.2	4	2.7	3.3	-1	7	1.7	15	0	41
12	CMT945023	8.78 (25)	62	62	218	133	10	1	1.09	28.3	4.1	2.5	3.1	7	1	1.5	9	0	39
13	CMT945025	8.95 (24)	61	62	232	146	20	1	1.09	28.8	4	3	2.9	3	1	1.2	6	1	40
14	CMT945027	9.34 (18)	59	61	229	140	5	3	1.04	26.5	3.7	2.8	3.1	16	11	2.2	11	0	40
15	CMT945029	9.02 (22)	59	60	234	130	40	4	1.06	25	3.3	2.8	2.8	0	0	1.8	7	2	38
16	CMT945031	8.75 (26)	60	61	240	130	16	3	1.05	26.4	3.7	2.8	2.7	10	3	2	8	2	40
17	CMT945033	9.66 (12)	59	60	232	121	26	3	1.01	25.6	2.9	2.5	2.4	1	0	1.4	6	0	39
18	CMT945035	7.34 (33)	59	61	211	119	46	2	0.88	27	3.7	3	3.1	1	6	1.6	12	0	40
19	CMT945037	7.59 (32)	61	63	212	126	43	0	1.05	30.3	3.3	2.7	3.2	0	2	1.3	10	0	40
20	CMT945039	9.93 (9)	62	62	235	142	45	1	0.79	25.9	4	2.5	2.5	1	1	1	1	0	40
21	CMT945041	8.32 (28)	62	62	235	134	41	5	1.03	25.9	4.1	2.5	2.8	7	4	1.5	6	0	39
22	CMT945043	9.68 (11)	60	62	242	131	8	0	0.97	26.4	3.3	2.5	2.5	7	2	1.4	9	0	39
23	CMT945045	8.62 (27)	60	60	247	139	3	1	0.99	27.4	3.4	2.8	2.9	21	9	2	8	1	40
24	CMT945047	10.3 (7)	58	59	238	130	4	0	1.02	28.3	3.3	2.2	1.9	5	4	1.2	5	0	40
25	CMT945049	10.79 (5)	60	60	242	145	13	3	1.05	26.7	3.6	2.7	2.4	4	2	1.7	4	1	41
26	CMT945051	9.05 (20)	62	62	228	134	10	2	1.03	29.4	2.4	2.2	2.8	0	2	1.4	7	1	40
27	CMT945053	9.61 (13)	63	63	232	147	11	0	1.08	29	3.8	2.8	2.4	2	3	1.3	4	0	39
28	CMT945057	8.98 (23)	61	61	239	146	10	0	1	27.4	4.1	2.7	2.5	24	8	1.7	7	0	39
29	CMS935011	11.81 (1)	61	61	257	150	7	1	1.03	29.7	1.7	2.5	1.3	3	1	1.2	3	1	40
30	CMS935013	7.98 (29)	61	61	201	125	4	2	0.99	30	3.9	2.2	3.2	20	0	2	4	1	39
31	CMM945059	9.46 (17)	60	61	239	136	28	2	1.02	27	3.9	2.8	2.8	2	1	1.5	1	0	40
32	CMM945061	10.01(8)	60	61	240	146	9	1	1.14	25.7	4.1	2.3	2.6	1	7	1.5	9	0	38
	Mean =	9.3	60	61	231	136	19	2	1.02	27.7	3.4	2.6	2.6	6	4	1.6	6	1	40
	LSD 0.05=	1.39	2	2	27	14	27	NS	NS	2.7	0.8	NS	0.7	8	7	0.6	8	NS	NS
	CV =	8.5	1.4	1.6	6.6	6.5	85	127	11.8	5.9	13.6	11.1	14.5	81.6	110	23.5	71	174	3.7

\* Grain texture; 1 = Nint and = dent.  
0 Rank of entry based on yield.

Localidad 2.

Three-way crosses among white lines; STW94102, ASGROW 1994.

Entry no.	Pedigree	Yield T/Ha	Silk date	Ear ht	Rlod sc.	Stalk lodg	Mz/ plant	Moist (%)	Text	Plant asp.	Ear asp.	Husk cov	Erot (%)	Erot sco.	Fusar (%)	Plant no.
1	CMT945001	12.45 (19)	72	154	3.3	19	1.15	18.6	3	2.4	2.7	8	4	2.3	35	46
2	CMT945003	12.78 (16)	72	153	4.3	6	1.16	18.3	2.9	3.5	3	18	14	3	16	47
3	CMT945005	13.14 (14)	69	147	3.5	8	1.13	16.6	3.4	2.9	2.2	7	6	2.4	32	48
4	CMT945007	13.95 (6)	69	145	4.1	18	1.01	20.1	3.7	2.9	2.2	6	12	2.9	24	49
5	CMT945009	14.38 (3)	74	150	4.6	11	1.31	19.8	3	3.8	2.7	2	9	2.3	10	45
6	CMT945011	15.64(1)	74	168	4	1	1.56	17.4	3.1	3.5	2.5	0	3	1.8	11	48
7	CMT945013	12.72 (17)	72	156	3	4	1.05	21.3	4	3.2	2.3	8	12	2.5	13	46
8	CMT945015	11.91 (27)	72	226	3.6	6	1.08	17.6	3.3	3.2	3.2	12	6	2.2	12	48
9	CMT945017	10.81(30)	72	159	3.6	7	1.09	18.8	4	2.7	3.2	27	17	3	13	45
10	CMT945019	11.55 (28)	72	144	4.6	1	1.02	17.3	4	3.2	2.8	20	6	2	9	46
11	CMT945021	10.5 (33)	71	137	3.4	2	0.9	20.2	4	3.3	3	10	12	2.4	11	45
12	CMT945023	12.25 (21)	74	148	4.5	2	1.24	18.5	3.3	3.4	3	2	5	2.2	10	47
13	CMT945025	13.79 (10)	74	161	4.1	1	1.24	19.5	3.7	3.4	2.8	9	7	2.4	2	47
14	CMT945027	10.51 (32)	74	148	3.3	6	0.98	19.7	4.1	3.3	3	18	29	3.5	8	45
15	CMT945029	10.79 (31)	72	159	2.7	11	0.99	18.7	3	2.1	3	8	7	2.3	31	47
16	CMT945031	11.93 (25)	72	154	4.5	6	1.12	18.3	3.1	3.2	2.7	9	5	2.3	25	46
17	CMT945033	13.09 (15)	69	138	4.4	5	1.07	17.8	3	3.4	2.2	9	2	1.3	16	48
18	CMT945035	13.39 (12)	70	147	3.8	10	0.98	21.5	4	3.4	2.2	9	6	2	10	47
19	CMT945037	12.29 (20)	74	150	4.8	8	1.33	18.2	3	3.7	2.8	5	2	1.5	15	44
20	CMT945039	11.93 (26)	74	148	3.6	2	1.22	18.3	3.4	2.8	2.7	4	4	2	14	48
21	CMT945041	10.15 (34)	73	148	2.5	8	1	19.1	4	2.4	3	8	8	2.5	19	46
22	CMT945043	12.05 (23)	73	151	3.8	14	1	18.1	3.3	3.4	2.8	8	3	1.8	29	48
23	CMT945045	11.2 (29)	74	154	4.4	13	1.04	17.8	3.4	3.3	3.2	11	13	3	22	45
24	CMT945047	14.13 (4)	71	144	3.8	9	1.11	16.7	3	3.1	1.8	9	5	2	26	47
25	CMT945049	12.71 (18)	72	155	2.4	15	1.14	17.2	4	2.2	2.8	14	12	2.8	21	50
26	CMT945051	14.54 (2)	75	146	4.9	1	1.3	18.3	3	4.2	2.5	5	8	2.3	15	49
27	CMT945053	13.93 (7)	75	159	4.3	0	1.4	18	3.9	3.2	2.5	3	7	2.5	13	48
28	CMT945057	13.34 (13)	74	171	4.9	15	1.06	18.9	4	3	2	12	13	2.8	16	46
29	CMS935011	13.79 (11)	72	155	3.3	10	1.27	20.3	2.9	2.8	2.5	2	6	1.9	17	48
30	CMS935013	12.19 (22)	74	143	4.3	1	1.09	19	4.1	3.8	3.2	29	9	2.7	1	45
31	CMM945059	11.94 (24)	73	159	2.7	9	1.13	18.7	3.7	2.2	2.7	4	4	1.5	14	46
32	CMM945061	13.8 (9)	72	159	3.1	12	1.24	18.9	3	2.7	2.7	9	6	2.3	28	44
	Mean =	12.69	72	154	3.8	8	1.13	18.6	3.5	3.1	2.6	10	8	2.3	17	47
	LSD 0.05 =	2.18	1	NS	1.1	11	0.16	1.7	0.5	1	0.6	8	5	0.6	18	NS
	CV =	10	1.1	14.4	16.3	79	8.5	5.6	8.3	18.1	13.4	43.1	39	15.3	62	5.3

69

\*Grain Texture; 1 = Nine and 4 = dent  
0 Rank of entry based on yield

Localidad 3.

Three-way crosses among white lines; STW94103, Antonio Narro (ANT) 1994.

Entry no.	Pedigree	Yield T/Ha	Anth date	Silk date	Plant ht	Ear ht	Root lodg	Stalk lodg	Mz/ plant	Moist (%)	Plant asp.	Husk cov	Erot (%)	Fusar (%)	Plant no.
1	CMT945001	9.62 (6)	80	81	223	93	1	0	1.16	23.8	2	11	2	14	42
2	CMT945003	7.4 (22)	80	81	235	107	0	4	1.26	24	3.5	40	17	39	39
3	CMT945005	7.68 (19)	77	79	210	75	1	3	0.94	23	3.3	37	15	40	40
4	CMT945007	8.56 (12)	76	77	208	96	2	4	1.06	26.3	2.9	37	13	20	40
5	CMT945009	8.07 (16)	79	80	210	97	1	0	1.22	23.4	3.2	5	10	33	42
6	CMT945011	10.51 (3)	81	82	223	103	0	0	1.52	23.3	3.1	16	3	16	42
7	CMT945013	7.45 (20)	81	82	200	85	2	4	1.03	23.2	2.6	55	11	34	40
8	CMT945015	7.95 (17)	81	82	208	117	0	1	0.99	23.9	2.9	8	5	16	41
9	CMT945017	6.35 (29)	80	81	213	101	1	4	1.07	23.2	3.5	33	19	47	42
10	CMT945019	5.34 (33)	80	81	185	80	1	4	0.87	22.9	3.8	28	14	57	36
11	CMT945021	7.34 (24)	78	80	192	104	3	1	1.08	24.3	3.2	26	12	37	41
12	CMT945023	6.28 (30)	83	84	187	84	0	3	1.26	23.5	3.3	0	5	32	40
13	CMT945025	7.4 (23)	79	80	217	102	3	2	1.06	23.2	3.4	13	11	22	39
14	CMT945027	4.7 (34)	83	84	185	97	3	4	0.86	23.4	3.8	35	28	41	40
15	CMT945029	9.84 (4)	79	80	215	80	1	0	0.17	23.2	2.4	11	3	9	41
16	CMT945031	8.51 (13)	80	80	220	102	1	1	1.17	23.1	2.9	12	11	22	42
17	CMT945033	6.78 (27)	78	79	202	75	0	3	0.98	23.5	3.9	14	9	24	42
18	CMT945035	8.67 (11)	77	78	207	78	7	0	0.91	24.1	3	8	0	21	42
19	CMT945037	7.32 (25)	82	83	203	78	0	2	1.22	23.3	3.2	4	5	33	42
20	CMT945039	8.17(15)	80	81	217	97	1	1	1.25	23.2	2.6	5	7	23	41
21	CMT945041	6.18 (31)	82	82	212	95	3	3	1.13	23.6	3.1	30	12	26	42
22	CMT945043	9.75 (5)	80	82	208	90	1	1	1.13	23.8	2.6	22	4	12	43
23	CMT945045	7.78 (18)	81	81	225	95	2	1	1.13	23.6	3.3	26	17	47	40
24	CMT945047	8.91(9)	78	79	212	84	0	3	1.1	23.4	3	22	13	33	40
25	CMT945049	9.12 (7)	80	81	225	103	3	0	1.1	23.5	2.5	22	12	22	42
26	CMT945051	7.2 (26)	83	84	200	74	0	2	1.17	25.2	3.3	5	5	20	42
27	CMT945053	9.05 (8)	82	83	223	99	1	1	1.14	24.1	2.7	10	2	17	42
28	CMT945057	7.44 (21)	81	82	222	102	1	0	1	23.9	2.4	68	16	23	40
29	CMS935011	8.36 (14)	82	83	225	98	1	3	1.25	24.5	3	63	15	27	42
30	CMS935013	5.36 (32)	83	84	195	105	1	6	0.89	23.6	3.4	28	15	38	40
31	CMM945059	6.51 (28)	79	80	228	97	5	2	1.21	23.3	3.5	10	6	41	41
32	CMM945061	8.7 (10)	79	80	227	100	1	2	1.2	2.3	3.2	29	11	34	40
	Mean =	7.98	80	81	212	94	2	2	1.11	23.7	3	23	10	28	41
	LSD 0.05 =	1.97	3	3	22	20	3	NS	0.22	NS	0.8	15	8	19	NS
	CV =	13.7	2.1	2.3	6.3	12.8	103	116	11.7	3.8	15.4	38.2	46	41	5.5

0 Rank of entry based on yield

Localidad 4.

Three-way crosses among white lines; STW94104, Ceres 1994.

Entry no.	Pedigree	Yield T/Ha	Anth date	Silk date	Plant ht	Ear ht	Stalk lodg (fusar)	Mz/ plant	Moist (%)	Grain text.	Plant asp.	Ear aps.	Husk cov.	Erot (%)	Fusar (slod)	Plant. no.
1	CMT945001	10.09 (2)	77	76	278	148	16	1.11	18.8	3	2.7	1.8	1	6	16	42
2	CMT945003	5.71(20)	78	78	268	147	33	1.09	15.1	4	3.4	2.7	13	23	33	37
3	CMT945005	6.5(12)	74	73	254	138	35	1.01	15.4	3	3.5	2.3	3	19	35	43
4	CMT945007	5.74 (19)	75	75	249	140	42	1.03	21.5	3	4.1	2.8	8	37	42	39
5	CMT945009	5.97 (16)	78	78	257	138	50	0.96	16	4	3.7	2.8	4	17	40	43
6	CMT945011	8.33 (5)	79	79	270	155	25	1.33	17.8	3	3.1	2	2	9	25	42
7	CMT945013	6.43 (13)	77	77	259	152	43	1.15	16.3	3	3.5	2.3	7	13	43	39
8	CMT945015	7.68 (6)	79	78	260	145	17	0.98	18.8	3	2.9	2.2	1	9	27	42
9	CMT945017	3.71 (32)	79	78	245	140	55	0.78	14.9	4	4.2	3.2	7	30	55	36
10	CMT945019	3.78 (31)	76	76	233	123	53	0.71	14.4	4	4.8	3	6	16	53	40
11	CMT945021	5.16(23)	75	73	232	143	39	0.95	13.9	4	3.7	2.8	10	26	39	38
12	CMT945023	4.55 (28)	80	79	242	137	58	1.07	17	3	3.9	2.7	-1	24	48	40
13	CMT945025	5.78 (18)	79	78	262	157	39	0.97	17.1	4	3.4	2.7	4	10	29	42
14	CMT945027	3.13 (33)	80	80	245	133	38	0.76	16.4	4	3.8	3.2	9	19	38	39
15	CMT945029	7.5 (8)	77	76	265	145	13	0.96	19	3	2.6	2.2	-1	7	13	41
16	CMT945031	4.8 (26)	76	75	249	133	46	0.92	18.8	3	3.9	2.7	4	16	46	48
17	CMT945033	3.93 (30)	75	74	255	140	46	0.83	17.5	3	3.8	2.7	0	7	46	36
18	CMT945035	5.22 (22)	73	72	233	137	41	0.84	16.7	4	3.2	2.8	4	26	41	39
19	CMT945037	4.63 (27)	78	78	246	138	38	0.97	17.9	3	3.9	2.5	1	14	38	39
20	CMT945039	4.94 (25)	79	78	249	142	32	0.86	15.8	2	3.5	2.7	2	5	32	43
21	CMT945041	4.34 (29)	79	78	258	135	54	0.92	15.7	4	3.9	2.7	0	15	54	40
22	CMT945043	9.54 (4)	80	80	277	150	12	1.05	19.3	2	2.6	1.8	-1	7	12	44
23	CMT945045	5.64 (21)	79	79	266	138	30	0.92	19.4	4	3.4	2.5	9	19	30	48
24	CMT945047	6.6 (11)	75	74	256	142	40	0.84	18.7	3	2.6	1.8	4	9	40	41
25	CMT945049	7.15 (9)	76	75	268	138	34	0.96	15.4	3	3	2.3	9	11	44	40
26	CMT945051	7.66 (7)	80	79	261	140	29	1.18	15.8	3	2.6	2.3	5	16	29	40
27	CMT945053	6.85 (10)	80	79	268	145	31	1.5	18.2	3	3.4	2.3	2	11	31	41
28	CMT945057	6.14 (15)	80	80	270	145	32	0.96	17.8	4	3.4	2.7	15	14	32	40
29	CMS935011	5.01 (24)	80	80	265	150	50	1.05	17.3	4	4	2.8	7	36	50	38
30	CMS935013	2.45 (34)	79	79	237	148	54	0.84	19.2	4	4.2	3.5	13	31	54	37
31	CMM945059	5.97(17)	76	75	266	142	36	0.99	16.9	3	3.2	2.5	4	12	36	39
32	CMM945061	6.3 (14)	75	74	263	142	35	1.06	16.6	4	3.4	2.8	8	29	35	38
	Mean =	6.12	77	77	257	143	35	0.97	17.3		3.4	2.5	5	16	35	40
	LSD 0.05 =	1.76	2	2	14	NS	16	0.23	3.4		0.7	0.5	7	13	16	5
	CV =	16.1	1.4	1.4	3.1	6.6	27.1	14.2	11.9		11.3	12.3	83	44	27	7

\* Grain texture; 1= Nint and 4 = dent  
0 Rank of entry based on yield

Localidad 5.

Three-way crosses among white lines; STW94106, Antonio Narro (ANT) 1994.

Entry no.	Pedigree	Yield T/Ha	Anth date	Silk date	Plant ht	Ear ht	Root lodg	Stalk lodg	Mz/plant	Moist (%)	Pasp sc.	Easp sc.	Hcov (%)	Erot (%)	Fusar (%)	Plant no.
1	CMT945001	8.15 (7)	60	62	226	108	2	26	0.95	18	2.8	2.6	4	0	3	43
2	CMT945003	6.59 (19)	60	61	240	121	6	9	1.06	15.1	3	2.7	26	0	12	38
3	CMT945005	6.44 (22)	58	60	244	123	3	12	0.87	15.1	3	3	28	1	8	37
4	CMT945007	6.92 (17)	58	60	201	105	12	14	0.97	18.4	2.8	3.3	18	12	23	39
5	CMT945009	7.3 (14)	60	62	224	104	2	12	1.17	19.6	3	2.7	10	2	12	39
6	CMT945011	7.4 (12)	64	65	246	139	19	4	1.19	17.2	3.1	2.7	12	1	6	41
7	CMT945013	8.2 (6)	59	61	237	122	4	17	1.05	19.5	2.9	2.7	16	0	12	39
8	CMT945015	7.93 (9)	58	60	194	106	0	8	1.02	15.7	2.8	2.7	8	1	11	41
9	CMT945017	6.13 (26)	59	61	217	114	3	7	1.09	13.7	3	4	26	7	14	38
10	CMT945019	5.03 (33)	58	60	217	115	1	15	0.93	15	3.2	4.3	19	15	24	40
11	CMT945021	6.21 (25)	60	62	210	128	2	10	0.98	17.6	3	3	17	9	9	40
12	CMT945023	5.78 (27)	63	64	195	98	8	10	1.12	16.7	3.4	3.7	12	4	17	37
13	CMT945025	6.82 (18)	62	64	222	131	18	3	1.02	17	3.2	3	9	1	4	40
14	CMT945027	5.09 (32)	60	62	196	108	1	17	0.98	14.5	2.8	3.7	45	7	22	37
15	CMT945029	6.37 (24)	60	62	204	110	0	16	0.95	16.7	2.3	3	3	-1	13	39
16	CMT945031	5.76 (29)	60	62	211	117	6	14	1	15.1	2.7	3.3	16	1	15	39
17	CMT945033	5.33 (30)	59	61	229	114	2	15	1.05	14.2	3.4	4	20	5	22	38
18	CMT945035	6.41 (23)	58	60	230	131	3	17	0.89	19.1	2.9	3.7	23	7	13	41
19	CMT945037	5.77 (28)	63	69	229	112	6	5	1.08	18.8	2.9	3	6	2	5	39
20	CMT945039	7.51 (11)	63	64	220	115	15	3	1.11	16.4	3.1	2.7	5	1	8	39
21	CMT945041	5.18 (31)	62	63	223	116	4	9	0.87	16.8	3.2	3.3	12	2	4	41
22	CMT945043	7.58 (10)	60	62	222	114	1	34	0.97	18.2	2.6	2	6	0	2	42
23	CMT945045	6.53 (21)	61	63	228	104	3	19	0.99	17	3.2	3	22	3	17	39
24	CMT945047	8.51 (2)	58	60	219	100	0	12	0.98	17	2	2.7	12	6	3	42
25	CMT945049	8.52 (3)	60	61	242	114	1	11	0.99	18.1	2.8	2.3	7	0	5	40
26	CMT945051	7.3 (15)	64	65	211	100	2	6	1.04	18.5	2.3	2.7	5	0	7	40
27	CMT945053	8.76 (1)	64	65	226	112	2	6	1.08	18.5	2.8	2.7	6	1	6	43
28	CMT945057	6.56 (20)	63	64	235	124	3	28	1	16.5	3.1	2.7	24	1	7	40
29	CMS935011	8.48 (4)	63	64	232	110	5	39	1.2	17.5	2.8	2.3	12	2	7	49
30	CMS935013	4.99 (34)	61	62	178	102	1	5	0.85	16.1	3.6	4.4	26	7	22	41
31	CMM945059	7.36(13)	60	62	237	119	5	11	1.07	17	2.8	2.7	10	1	7	38
32	CMM945061	7.94 (8)	62	60	249	140	1	11	1.09	18	2.7	3	18	4	9	38
	Mean =	6.89	61	62	223	116	4	13	1.01	17	2.9	3	14	3	11	40
	LSD 0.05 =	1.82	3	3	26	19	7	14	0.16	NS	0.7	0.8	19	8	NS	NS
	CV =	16.1	3.3	2.5	6.9	9.5	97	65	9.4	11.7	12.4	16.1	78	138	85	5.5

0 Rank of entry based on yield

Localidad 6.

Three-way crosses among white lines; STW94105, INIFAF (AGS) 1994.

Entry no.	Pedigree	Yield T/Ha T/Ha	Anth date	Silk date	Plant ht	Ear ht	Root lodg	Stalk lodg	Mz/ plant	Moist (%)	Husk (%)	Husk sc.	Erot (%)	Carb. (%)	Ust. (%)	Pit asp.	Ear asp.	Plant no.
1	CMT945001	9.44 (4)	89	91	267	140	6	7	1.11	28	1	1	3	0	0	3	2	49
2	CMT945003	8.51 (10)	88	90	293	156	4	2	1.16	27	25	4	6	0	0	4	3	46
3	CMT945005	7.53 (18)	86	86	279	142	5	8	0.93	27	15	3	6	0	0	4	3	48
4	CMT945007	9.22 (7)	85	87	250	130	7	0	0.94	33	3	2	7	1	0	3	2	48
5	CMT945009	7.71 (16)	90	91	256	121	3	3	1.23	32	2	1	1	0	0	3	3	44
6	CMT945011	8.61 (8)	91	92	291	161	10	3	1.4	31	3	2	2	0	0	3	3	46
7	CMT945013	8.07 (12)	90	90	284	148	8	9	1.02	31	8	2	3	1	1	4	3	45
8	CMT945015	7.39 (19)	88	90	277	138	5	7	0.9	32	0	1	0	0	0	3	3	49
9	CMT945017	3.99 (34)	90	93	267	139	7	8	0.92	28	18	3	10	0	0	5	4	38
10	CMT945019	6.34 (22)	86	87	257	125	3	1	0.9	29	11	3	3	0	2	4	3	45
11	CMT945021	5.94 (27)	86	88	241	125	5	6	1.05	33	8	2	4	0	0	3	3	38
12	CMT945023	5.35 (30)	91	93	252	130	16	11	1.19	32	0	1	0	0	0	4	4	34
13	CMT945025	5.56 (29)	91	93	270	147	9	2	1.03	30	0	2	2	0	0	4	4	43
14	CMT945027	4.55 (32)	91	93	241	127	28	18	0.97	29	8	2	10	0	1	4	4	39
15	CMT945029	7.95 (14)	88	90	278	139	4	3	1.11	27	2	1	1	0	0	4	2	45
16	CMT945031	5.24 (31)	88	89	291	149	8	13	0.93	27	7	2	3	0	0	5	4	43
17	CMT945033	6.15 (24)	86	87	266	131	6	7	0.97	29	2	1	2	0	0	4	2	41
18	CMT945035	7.58 (17)	82	84	251	119	6	1	1.09	30	9	3	8	0	0	3	4	43
19	CMT945037	5.83 (28)	89	92	265	130	7	4	1.14	31	1	1	3	0	0	4	3	44
20	CMT945039	6.15 (25)	90	91	270	134	13	1	1.19	30	0	1	1	0	0	3	3	36
21	CMT945041	4.54 (33)	91	92	258	124	14	6	0.97	29	3	2	1	0	0	3	4	31
22	CMT945043	9.36 (5)	90	92	271	127	6	10	1.01	33	0	1	1	0	0	3	2	49
23	CMT945045	7.19 (21)	89	90	288	148	6	4	1.05	30	13	3	2	0	0	4	3	45
24	CMT945047	9.34 (6)	84	85	279	133	1	3	1.04	27	4	2	4	0	1	4	2	49
25	CMT945049	8.07 (13)	87	89	290	148	8	8	0.99	29	12	3	4	0	0	3	3	47
26	CMT945051	6.31 (23)	90	93	266	137	9	3	1.17	35	1	1	2	0	0	3	3	41
27	CMT945053	7.34 (20)	90	93	285	137	-1	5	1.14	31	-1	1	2	0	0	4	3	47
28	CMT945057	8.25 (11)	90	91	287	152	9	8	1.05	32	16	4	0	0	0	3	3	49
29	CMS935011	9.56 (3)	93	92	267	136	4	9	1.16	33	5	2	6	0	0	3	2	49
30	CMS935013	6.01 (26)	90	93	242	123	10	5	0.92	30	15	3	4	0	0	4	4	45
31	CMM945059	7.87 (15)	88	90	279	143	17	13	1.09	29	7	2	3	0	0	4	3	47
32	CMM945061	8.61 (9)	88	90	291	141	6	9	1.07	29	9	3	5	0	0	4	2	46
	Mean =	7.43	88	90	272	138	8	6	1.06	30	7	2	3.3	0	0	4	3	44
	LSD 0.05 =	1.96	2	2	21	13	11	9	0.19	3	8	1	NS	NS	NS	NS	1	9
	CV =	16	1.4	1.5	4.2	5.4	80	81	10.7	5.7	67	21				20.5	19	11

0 Rank of entry based on yield.