

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

NIVEL POSTGRADO

FUNCION AMBIENTAL, EVALUACION Y DIVERSIFICACION OPTIMA DE  
GENOTIPOS DE TRIGO (TRITICUM AESTIVUM L. EM THELL),  
SOMETIDOS A DIFERENTES NIVELES AMBIENTALES DE  
STRESS.

RUBEN QUINTERO SANCHEZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

ESPECIALIDAD EN FITOMEJORAMIENTO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA.

1 9 8 0

Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"

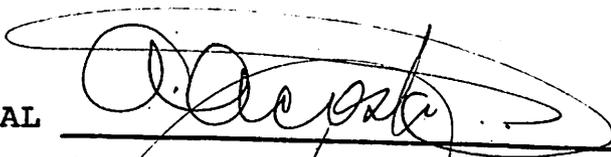


BIBLIOTECA

ESTA TESIS FUE REALIZADA BAJO LA DIRECCION DEL CONSEJO PARTICULAR INDICADO, HA SIDO APROBADA-POR EL MISMO Y ACEPTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA LA OBTENCION DEL GRADO MAESTRO EN CIEN---CIAS EN FITOMEJORAMIENTO.

CONSEJO PARTICULAR:

ASESOR PRINCIPAL



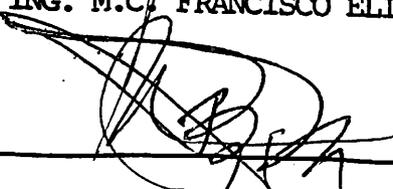
DR. ARISTEO ACOSTA CARREON

VOCAL



ING. M.C. FRANCISCO ELIZONDO RUIZ

VOCAL



M.C. JOSE LUIS GONZALEZ MACHADO



BIBLIOTECA  
EGIDIO G. REBONATO  
BANCO DE TESIS  
U.A.A.A.N.

## D E D I C A T O R I A

Con profundo cariño dedico este modesto trabajo al Insigne DR. MARIO CASTRO GIL, Q.E.P.D.

A MI FAMILIA :

AMPARO SILVA DE QUINTERO

YUNHUEN Y CONCHITA.

A mis Padres y hermanos;

Para todos mis Compañeros y Maestros de la U. A. A. A. N., quienes me brindaron sin celo alguno sus conocimientos.

## A G R A D E C I M I E N T O S

A LA "U.A.A.A.N.", QUIEN HIZO POSIBLE MIS ESTUDIOS DE MAESTRIA.

CON SENCILLEZ A LOS DRS. ARISTEO ACOSTA CARREON, TARCICIO CERVANTES SANTANA Y FIDEL MARQUEZ SANCHEZ POR SU VALIOSA AYUDA DESINTERESADA Y DARLE CABIDA A MIS INQUIETUDES.

PARA LOS INGS. M.C. FRANCISCO ELIZONDO RUIZ Y JOSE LUIS GONZALEZ MACHADO POR SUS ATINADOS CONSEJOS Y OPTIMISMO TRANSMITIDO.

AL ING. CESAR RIVERA FIGUEROA, DR. ELEUTERIO LOPEZ PEREZ Y BIOL. MIGUEL ANGEL CAPO ARTEAGA POR SU AYUDA Y PREOCUPACION MOSTRADA EN MI FORMACION.

A EL DR. EDUARDO A. NARRO FARIAS POR SU AYUDA PRESTADA.

CON ADMIRACION Y APRECIO PARA EL ING. M.C. JOSE ESPINOZA VELAZQUEZ Y DR. HERNAN CORTEZ MENDOZA.

# I N D I C E

	<u>PAG.</u>
INDICE DE CUADROS	v
INDICE DE FIGURAS	vii
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	
2.1. Interacción Genotipo-Ambiente	4
2.2. Parámetros de Estabilidad	6
2.3. Ambientes	13
2.4. Coeficientes de Variación	20
2.5. Taxonomía Numérica	22
3. MATERIALES Y METODOS	
3.1. Materiales	26
3.2. Métodos	
3.2.1. Análisis de Varianza y Componentes de Varianza	26
3.2.2. Parámetros de Estabilidad	28
3.2.3. Taxonomía Numérica	32
3.2.4. Función de la Variabilidad Genética en los diversos ambientes	34
4. RESULTADOS	
4.1. Análisis y Componentes de Varianza y otros Parámetros Calculados	35
4.2. Parámetros de Estabilidad	38
4.3. Taxonomía Numérica	41
5. DISCUSION	
5.1. Parámetros de Estabilidad	47
5.2. Taxonomía Numérica	48
5.3. Cálculo de Componentes de Varianza y otros Parámetros	50
5.4. Ambiente Optimo para la manifestación de la Diversidad Genética	50
6. CONCLUSIONES	53
7. RESUMEN	56
8. BIBLIOGRAFIA	58
9. APENDICE	66

## INDICE DE CUADROS

- CUADRO 1. Clasificaciones posibles para los parámetros de Eberhart y Russell.
- CUADRO 2. Relación de localidades o ambientes con su símbolo representativo.
- CUADRO 3. Líneas y variedades, con su símbolo representativo.
- CUADRO 4. Concentración de datos para análisis de estabilidad.
- CUADRO 5. Análisis de varianza de "b" variedades en "a" ambientes.
- CUADRO 6. Componentes de varianza, heredabilidad y Coeficientes de Variación, calculados a partir de un modelo bloques al azar en cada uno de 5 ambientes diferentes.
- CUADRO 7. Parámetros de estabilidad, Medias de rendimiento y la significancia al 0.05 y 0.01 de las 20 líneas y 5 variedades de trigo.
- CUADRO 8. Matriz de coeficientes de disimilaridad con distancias euclidianas, para 9 ambientes de trigo.
- CUADRO 9. Matriz de interacción GE en 9 localidades y 25 genotipos de trigo.
- CUADRO A1. Cuadrados medios y significancia para 9 ambientes.
- CUADRO A2. Cuadrados medios y significancia para el análisis combinado.

- CUADRO A3. Medias de rendimiento/Ha en 9 ambientes e índices ambientales.
- CUADRO A4. Análisis de varianza para el cálculo de Parámetros de estabilidad para 20 líneas y 5 variedades de trigo harinero probadas en 9 ambientes durante el ciclo 78-79.
- CUADRO A5. Matriz de disimilaridad para los 9 ambientes, por el método RC.
- CUADRO A6. Matriz de disimilaridad para los 9 ambientes, por el método RC.
- CUADRO A7. Rendimiento de grano Tn/Ha, de variedades probadas en 9 ambientes durante el ciclo 78-79.
- CUADRO A8. Matriz con coeficientes de disimilaridad para los 25 genotipos, mediante MD, con efectos de interacción GE.
- CUADRO A9. Matriz con efectos de interacción GE, para 25 tipos mediante RC.

## INDICE DE FIGURAS

- FIG. 1. Funciones de la  $h^2$ , C.V.A. y C.V.A. (predicho) en 9 ambientes diferentes ordenados descendientemente.
- FIG. 2. Dendrograma con la clasificación de ambientes por interacción GE.
- FIG. 3. Dendrograma con clasificación de ambientes, en 9 localidades y 25 genotipos.
- FIG. A1. Dendrograma para los 9 ambientes, con efectos de interacción GE, por el método RC.
- FIG. A2. Dendrograma de agrupaciones de 9 ambientes por el método de RC.
- FIG. A3. Funciones de la  $h^2$  y C.V.A. observados en 7 ambientes eliminando L6 y L8.
- FIG. A4. Dendrograma con efectos de interacción GE para los 25 genotipos por el método MD.
- FIG. A5. Dendrograma con efectos de interacción GE para los 25 genotipos utilizando el método RC.

## I N T R O D U C C I O N

Debido a la gran importancia socioeconómica adquirida por el Trigo para el futuro alimenticio de los habitantes del pueblo mexicano y el mundo entero. (Rodríguez R. et. al., 1976, INIA XV años 1976), se requiere con más urgencia de la participación de todos los campos de la ciencia, siendo de gran importancia el papel del Fitomejorador en la transformación y adecuación de los genotipos a los variados medios ambientes existentes con el propósito de optimizar el rendimiento y calidad de este cereal.

Uno de los principales problemas en la actividad del Fitomejorador es sin duda la identificación de los materiales que en la fase de selección son escogidos para la formación de nuevos genotipos que sustiruirán a los iniciales. Existiendo en la actualidad dos tendencias para la elección del ambiente donde se debe seleccionar con el objeto de visualizar y cuantificar su máxima diversidad genética que portan, (Hernán C, 1979 y Márquez S. 1976). Selección en ambientes malos, Selección en ambientes buenos. Es también importante en la evaluación de los resultados obtenidos hasta la actualidad por lo mejoradores, enunciar que la interacción genotipo-ambiente (IGE), al encontrarse en gran magnitud en la representación de los fenotipos y siendo su reconocimiento, naturaleza, medida y la manera de reducir su aportación, decisivos en la detección de variedades que presenten estabilidad y más amplia adaptabilidad (Noel G. 1977). A la fecha una metodología que ha sido de gran ayuda en el campo de la genotecnia en una gran diversidad de objetivos es la Taxonomía numérica (Tarcicio C. 1976), Abou-el-Fittouh et. al. 1969 y 1974, Chávez Ch. 1977 y Castro R., 1975), la cual se aplicará como auxiliar en el análisis de interacción y clasificación de ambientes.

La necesidad de manejar y expresar facilmente las informaciones características del aspecto cuantitativo de los fenómenos, en los programas de mejoramiento de plantas en el país aunado, a una lenta obtención de resultados y una creciente demanda de necesidades nutricionales; justifican la utilización y explotación de la información básica que proporciona un experimento -- realizado, para continuar de una manera más decisiva con la -- cristalización de los objetivos- planteados. Anteriormente -- (Canevet G. 1970), enunciando que cuando se extraía información sobre funciones conocidas, había que olvidar el fenómeno en estudio y hacer una representación idealmente accesible al cálculo, muchas veces lejano de la realidad, pero con el avance de las ciencias este problema se ha logrado subsanar parcialmente pudiendo así un mejorador tener la facultad de aplicar mas -- ciencia que arte en sus actividades desempeñadas. Con lo cual se trata de agrandar aún mas la probabilidad de encontrar un -- resultado satisfactorio. Siendo éstas las razones por las que, con la información suscitado en el programa de Cereales de la UAAAN en el ciclo 78-79 con 60 líneas y 5 variedades de las -- cuales se seleccionaron al azar un grupo de 28 líneas y 5 variedades de trigo establecidas en 9 localidades se plantearon los siguientes puntos a determinar.

- 1) Evaluar por estabilidad los genotipos elegidos mediante el modelo de Eberhart y Russel, clasificando por el método de Caraballo.
- 2) Con el auxilio de la Taxonomía numérica, clasificar los -- ambientes en base a sus valores fenotípicos estandarizados -- y efectos de interacción genética-ambiental.
- 3) Encontrar los componentes de varianza fenotípica, heredabilidad, coeficientes de variación e índices de relación, partiendo de la descomposición del modelo bloques al azar.

- 4) Encontrar el ambiente que optimice la diversidad genética de las líneas y variedades a través de los ambientes utilizados.

## REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Interacción Genotipo-Ambiente

Johonnsen (1909), el cual reconoció la importancia del ambiente en los procesos de desarrollo, tomando en consideración que los genes por si solos no son los responsables de las dotaciones personales de un individuo, ya que el ambiente también interviene en la determinación de la situación de la vida. Estos trabajos abrieron el camino para comprender los procesos por los cuales el genotipo y el ambiente conjuntamente regulan el desarrollo de un individuo en particular, HILL (1975).

Fisher (1926), presentó el argumento que fue el punto de partida para adoptar los diseños factoriales en experimentos de campo. Esta técnica fue adoptada para analizar interacciones genotipo-ambiente, ya que la variación total para genotipos y ambientes se dividió en tres componentes ortogonales independientes: Uno evaluando la diferencia entre genotipos, otro midiendo las diferencias entre ambientes y finalmente la evaluación de sus efectos conjuntos.

Immer et. al. (1934) demostraron la utilidad del análisis de varianza combinado descrito por Fisher (1926), al analizar datos de rendimiento de cebada cosechados en seis localidades -- por dos años. El análisis de varianza reveló que las variedades interactuaron significativamente con años, localidades -- y años x localidades..

Posteriormente este análisis de varianza para investigar interacciones genotipo-ambiente fue utilizado por Sprague y Feder (1951), Comstok y Robinson (1952) y Miller et. al. (1959) entre otros.

Miller et. al. (1959), evaluaron por tres años 15 variedades de algodón en nueve localidades de Carolina del Norte, E.U. - el estudio fue diseñado para estimar las magnitudes relativas

a varios tipos de interacción genotipo-ambiente, y conceder - sus implicaciones en los procedimientos de evaluación de variedades, las interacciones de primer orden no fueron significativas ya que fueron muy pequeñas; Sin embargo la de segundo orden genotipo-localidad-año fue altamente significativa, indicando ésto que las variedades respondieron muy diferente y que los efectos de localidad o año, no fueron consistentes.

Allard y Bradshaw (1964), clasificaron las interacciones para dos poblaciones genéticamente diferentes y dos ambientes, mostrando seis tipos de interacción de veinticuatro posibles, sin embargo, en la práctica donde se consideró un gran número de genotipos y ambientes la clasificación y explicación de las interacciones genotipo-ambiente (GE) es extremadamente compleja. Solamente para diez genotipos y diez ambientes se obtienen  $10^{145}$  tipos posibles de interacción. Reconocen estos autores que al considerar separadamente variación ambiental y el comportamiento de genotipos se logra explicar mejor la naturaleza y significancia de éste fenómeno; Considerando, A) Variación ambiental como predecible e impredecible; a) Predecible. Incluye las características permanentes del ambiente como el clima, tipo de suelo, fluctuaciones cíclicas (Long. del día), también se incluyen los factores fijados por el fitomejorador, tales como fecha de siembra, densidad de población, niveles de fertilización y métodos de cosecha, b) Impredecibles. Distribución y cantidad de lluvia, cambios de temperatura e infestación de insectos y enfermedades. B) Comportamiento de Genotipos, pueden o no cambiar al exponerse a fluctuaciones ambientales, por lo tanto, consideraron que una variedad puede ser mala, o "buena amortiguadora" que es aquella que es capaz de ajustar su proceso de vida para mantener siempre un alto nivel de productividad, a pesar de las fluctuaciones impredecibles del ambiente, igualmente (Allard y Hansche 1964).

Joppa, Lebsok y Bush (1971) utilizando el modelo de Eberhart- y Russel para estudiar variedades del cultivo del trigo. Es-- tos autores consideran la desviación sobre la regresión como-- una medida de la interacción genotipo-ambiente. Utilizaron -- además el término interacción específica (Variedad-ambiente)- cuando una causa específica se hizo presente, tal como el ataque de patógenos.

Stuber et. al. (1973) mostraron otra manera de medir la inte-- racción GE, que puede servir como un recurso empírico para el mejoramiento de plantas, consiste en correlacionar el compor-- tamiento de un conjunto de genotipos en un ambiente, con su - comportamiento en otros ambientes; valores positivamente al-- tos para este tipo de coeficiente de correlación indican poco efecto de las interacciones GE.

Hill (1975) para eludir los problemas que acarrea la interac-- ción GE sugirió la transformación de los datos a una escala - diferente, v.g. la logarítmica; sin embargo, Breese y Hill -- (1973), fracasaron al tratar de remover la interacción GE, y-- la interpretación de los resultados se alteró completamente.

Márquez (1976) / realizó una recopilación sobre el problema de la interacción GE y la orientó a las situaciones de investigación agrícola en nuestro país destacando su importancia y concluyendo al final que " parece ser que nos encontramos ante - un campo de investigación prácticamente vírgen, de cuyos re-- sultados futuros se derivarán importantes conclusiones que se aplicarán al logro de un mejor desarrollo agrícola de nuestro país".

2.2 Parámetros de estabilidad

En la actualidad existen varios métodos para determinar la es tabilidad de un genotipo siendo el más utilizado el método de

Eberhart y Russel (1966), en el cual se consideran dos índices para medir la estabilidad ( $\beta_i$  y  $S_{di}$ ), calculados a partir del modelo:

$$Y_{ij} = \mu_i + \beta_i I_j + d_{ij}$$

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.

$\beta_i$  - Coeficiente de regresión que mide la respuesta de la  $i$ -ésima variedad a fluctuaciones ambientales.

$d_{ij}$  = Desviaciones de regresión de la  $i$ -ésima variedad en el  $j$ -ésimo ambiente.

El modelo anterior proporcionó una medida que dividió la interacción GE de cada variedad en dos partes:

- a) La variación debida a la respuesta de la variedad e índices ambientales cambiantes (suma de cuadrados debido a regresión), y
- b) Las desviaciones inexplicables de la regresión sobre el índice ambiental.

Una variedad estable se definió como aquella que muestra un coeficiente de regresión  $\hat{\beta}=1$  y una desviación de regresión  $S_{di}=0$  y si presenta además una media alfa de rendimiento, se considera una variedad deseable. El término estabilidad en el sentido en que lo aplican (Eberhart y Russell, 1966) presentó algunas dificultades para su entendimiento. Para unos denotó la facultad del individuo (o de la población) de responder en la misma forma a los ambientes a que se somete a prueba, para otros como algo que no cambió a través del espacio o el tiempo motivo por el cual se ha sugerido el término "sensibonodad", que se refiere a que una variedad responde a los cambios ambientales, mientras que "subsensibilidad", se refiere a que la variedad responde en menor grado a dichos cambios, (Márquez, 1976).

Cuando se compararon líneas endogámicas de maíz prolíficas y no prolíficas con sus cruza simples, se encontró que los genotipos no prolíficos fueron los que rindieron menos en ambientes pobres, y lo que mas alto rendimiento tuvieron en ambientes favorables, sucediendo lo contrario en los genotipos prolíficos, (Russell y Eberhart, 1968).

Con el objeto de medir la estabilidad del rendimiento de dos grupos de líneas homocigotes de frijo, evaluadas en diferentes semestres en Palmira, Colombia, se observó que la clasificación de las variedades por estabilidad fue ligeramente diferente, según la metodología utilizada; Sin embargo, los dos métodos propuestos por Plassted, (1960) y Eberhart y Russel (1966) mostraron ser eficientes para clasificar variedades por estabilidad, (Camacho, 1968).

Eberhart y Russell (1969) postularon en su artículo que aunque la estabilidad de una crusa doble proviene de la mezcla de genotipos también parece ser que está bajo control genético, como lo indican sus resultados y sugieren que la suma de cuadrados de desviaciones de regresión parecería ser el parámetro mas importante y que es probable que estén involucrados en esa estabilidad todos los tipos de acción génica.

Con la estimación del rendimiento y los parámetros de estabilidad en híbridos y variedades mejoradas de maíz en el Bajío y la Mesa Central, a partir del modelo de Eberhart y Russel (1966), ( Caraballo y Márquez, 1970 ), obtuvieron las siguientes conclusiones:

- 1) El método para la discriminación de variedades fue efectivo y recomendaron variedades para regiones específicas.
- 2) Existe la necesidad de obtener poblaciones mejoradas para la zona de transición (Bajío-Valles Altos)..

- 3) No existió correlación entre los medios varietales y los parámetros de estabilidad.
- 4) Para mayor facilidad y rapidez en la discriminación de variedades, convendrá completar el método propuesto por Eberhart y Russell (1966), bajo las situaciones posibles que se dan en el cuadro 1.

CUADRO 1, CLASIFICACIONES POSIBLES PARA LOS PARAMETROS DE EBERHART Y RUSSELL.

Situación	Coficiente de Regresión	Desviaciones	Descripción
a	$b_i = 1$	$S_{di} = 0$	Variedad estable
b	$b_i = 1$	$> 0$	Buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistente.
c	$b_i < 1$	$= 0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistente.
d	$b_i < 1$	$> 0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables pero inconsistente.
e	$b_i > 1$	$= 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes y consistente.
f	$b_i > 1$	$> 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes e inconsistente.

Finalmente se sugiere integrar un solo "índice de deseabilidad", el rendimiento medio y los parámetros de estabilidad; ya que esto facilitaría la identificación de materiales deseables en diferentes etapas del mejoramiento, como se aprecia (Caraballo 1970).

Utilizando la estabilidad de dos variedades y sus progenies -  $F_1$ ,  $F_2$  y  $F_4$ , concluyeron que la mayor adaptabilidad fue mostrada por la  $F_1$  y la menor por la  $F_4$ , sugiriendo el uso de poblaciones heterocigotas y heterogéneas para reducir el valor de la interacción GE, (Martínez, Torregrosa y Martínez, (1970).

En pruebas con isolíneas de avena en cuatro años con quince experimentos, las cuales fueron divididas en dos grupos de acuerdo a la base genética de donde se desarrollaron, se encontró que las desviaciones y coeficientes de regresión fueron variables en ambos, lo cual probablemente fue, debido a que los genotipos no producen máximos rendimientos en ambientes de baja productividad, se elimina la posibilidad de seleccionar para  $b = 1$  en la agricultura tecnificada la cual debe ser  $b \geq 1$  y rendimientos altos con el objeto de que el cultivo sea económicamente competitivo, (Frey, 1972).

Utilizando el método basado en la línea de regresión para poder predecir la adaptación de diferentes variedades de maíz, además estudiando correlaciones múltiples y regresiones realizadas en una serie de variables para poder predecir cual de los componentes de rendimiento influían más en la adaptabilidad, se encontró que el 80 % de la varianza en el rendimiento de una variedad es predicha por el rendimiento medio del ensayo, (Robbertse, 1974).

Sadam et. al. (1970) enunciado por Márquez (1974), propone otra modalidad para detectar adaptabilidad, utilizando como variable independiente, la respuesta varietal máxima que se puede esperar de cada ambiente como al rendimiento promedio de las mejores variedades (el 10 ó 5 %) de cada ambiente.

En un estudio con avena se encontró que el 87 % de los materiales tienen  $\hat{S}'di > 0$ , lo que indica que el proceso de selección no se tomó en cuenta la consistencia de los materiales, además se obtuvo asociación entre coeficientes de variación e

índices ambientales consecuentemente que la validez de un experimento por su coeficiente de variación, depende principalmente de la capacidad de rendimiento del ambiente en que se establezca, (Chávez, 1975).

Castro (1975) comprobó la bondad del método propuesto por Eberhart y Russell, al someter a condiciones de riego y sequía los rendimientos de varios genotipos con parámetros de estabilidad conocidos, en un mismo ambiente.

El parámetro también se ha considerado como medida de adaptabilidad utilizándose el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) como medida de estabilidad. La conjugación de estos dos parámetros con el rendimiento ayuda significativamente en la evaluación de material mejorado, donde  $R^2$  corresponde a el parámetro  $\hat{\sigma}^2_{di}$  propuesto por Eberhart y Russell (1966), ya que mide la dispersión alrededor de la línea de regresión y por lo tanto, está relacionado a la predicción y repetibilidad de comportamiento dentro de ambientes. El índice ambiental utilizado fue lo calculado de un grupo de variedades estandar comunes a todas las pruebas, (Bilbro y Ray 1976).

Fantula y Frey (1976) con las correlaciones entre líneas de regresión estimadas en dos grupos de ambientes para juzgar la repetibilidad de los índices de estabilidad por regresión, concluyeron que la estabilidad medida por regresión no es una característica heredable en avena, con tres ambientes formados por niveles de nitrógeno y fósforo, indicando con su análisis que ninguno de los dos elementos produjeron efectos en la determinación de la magnitud de los índices de estabilidad por regresión, agregando que las respuestas de los genotipos a un solo factor del medio ambiente son muy diferente a la esperada por la toma de todos los factores ambientales, además no existió diferencia en el empleo de pocas ó muchas variedades.

Márquez y Córdova (1976) hizo una revisión sobre los términos adaptabilidad, interacción GE y heterogocidad, con el objeto de unificar la interpretación de los resultados obtenidos en otras investigaciones a la presente, proponiendo Sensible para  $b=1$ , Subsensible para  $b<1$  y Supersensible para  $b>1$ . Postulando además, que es el rendimiento el factor que determina en forma inversa la estabilidad de las poblaciones.

Gómez (1977) enmarcó la importancia de probar los materiales resultantes de un programa de mejoramiento o selección en la fase final, con el objeto de que tengan la oportunidad de manifestarse el comportamiento real en condiciones variables -- del medio ambiente. Los resultados obtenidos indicaron:

- 1) Los materiales adaptados a ambientes favorables fueron -- los mas rendidores, los adaptados a ambientes desfavorables, los menos rendidores y lo que mostraron adaptación a todos los ambientes tuvieron un rendimiento promedio.
- 2) Doce ambientes y veintiseis variedades proporcionan información suficiente para caracterizar variedades por estabilidad.
- 3) Dos ciclos de siembra durante un mismo año son suficientes para seleccionar variedades por estabilidad ya que la interacción variedad por localidad parece ser mas importante que la variedad por año, en el cultivo del sorgo.
- 4) El método para discriminación de variedades por estabilidad resulta mas eficiente y económico que el procedimiento basado en el comportamiento promedio obtenido en una localidad a través de varios años y en la ubicación de -- los mismos materiales en otros ambientes de prueba. Sin embargo sugiere hacer la discriminación de material en base a las mejores características agronómicas.

### 2.3 A m b i e n t e s

La mayor parte de las investigaciones utilizan la densidad de siembra para detectar los efectos de los siguientes grados de presión ambiental, lo cual ha sido explicado de la siguiente manera: "En agronomía la influencia de las condiciones ambientales (naturales o artificiales) está finalmente determinada por la densidad de siembra. Está claro que en una siembra poco densa existen situaciones de competencia de luz, humedad, nutrientes, condiciones de infección o infestación, etc. - - (Márquez, 1979).

Existen dos escuelas diametralmente opuestas acerca de las condiciones en que debe llevarse a cabo la selección y son: - Una aduce que la selección debe realizarse en aquéllas condiciones en que los individuos manifiesten plenamente su genotipo a través de su fenotipo, es decir condiciones óptimas individuales. Se cree que en este caso se tendrán las mas altas estimas de heredabilidad. En oposición a esta tendencia, la otra razona en el sentido de que en condiciones individuales no óptimas ("adversas") las plantas que en ellas manifiesten los mas altos fenotipos, lo harán también así en condiciones menos adversas, (Márquez, 1976).

Swanson (1957) enunciado por Márquez (1976) cita un trabajo de H.H. Plough en el que determina el % de entrecruzamiento en el segmento b-pr y pr-c del cromosoma II de Drosophila, teniendo como variable en el medio ambiente la temperatura en grados centígrados que son de nueve a treinta y dos, encontrando una parábola en sus resultados siendo altos en los extremos y bajos en el centro.

(Johnson y Frey, 1967), Con veintisiete variedades de avena en diez ambientes encontraron que las varianzas genotípicas aumentaron conforme los ambientes fueron menos adversos y la

$h^2$  calculada no siempre aumentó al reducirse la adversidad ambiental.

Cuando el efecto ambiental (medido a partir de la desviación de la media del ambiente con respecto a la media general) es positivo, los genotipos con mayor expresión del carácter en consideración serán mas facilmente detectados y mayor oportunidad de reconocer los mejores, Bucio (1966).

Con cinco grupos de líneas que fueron derivadas de la cruz simple  $\mu 14 \times C103$ , seleccionadas y evaluadas en alta y baja densidad de siembra, concluyeron que sería deseable desarrollar las líneas en las mas altas densidades, pero acabaron preguntándose si la selección se debe hacer en condiciones de alta densidad donde no se producirán segundas mazorcas ó viceversa, Russell y Teich (1967).

Bucio (1969) obtuvo estimas de varianzas fenotípicas (en base a datos individuales) en nueve ambientes en la variedad de maíz Qro. VI. Los ambientes se originaron con tres niveles de siembra y tres de fertilización y se analizó en base al modelo:

$$f = g + e + (ge)$$

DONDE

f = efecto fenotípico  
 g = efecto genético  
 e = efecto microambiental  
 ge = el efecto de interacción GE.

La varianza fenotípica disminuyó al aumentar la densidad de población y aumentó la varianza al aumentar el nitrógeno aplicado. Explicando que para el primer caso en densidades altas las condiciones microecológicas favorables y desfavorables se reparten entre varias plantas ocasionando pequeñas diferencias fenotípicas entre éstas; Además si se supone que dicha reducción en la varianza se debiera a pequeños efectos de interacción

ción en altas densidades de población a la inversa grandes en bajas densidades, pues probablemente se reduciría el rendimiento por hectárea al seleccionar genotipos adaptados a dichas condiciones por la disminución de la densidad óptima de población, a lo cual Márquez (1976) dice que creen que independientemente de sus resultados con respecto a la densidad de siembra, que en altas densidades los efectos de interacción intra-ambiental deben de ser mas altos que en bajas densidades.

Gardner y Schauman (1970) encontraron una respuesta curvilínea con respecto a las densidades con un máximo en la densidad 51.7 mil plantas por hectárea, en la comparación de varias poblaciones mejoradas por selección masal. Concluyeron que las poblaciones de plantas prolíficas tienen una ventaja decidida sobre la población de plantas de una sola mazorca en densidades de siembra bajas, rindiendo igualmente bien en poblaciones altas.

Comparando los resultados de Bucio (1969) concluyeron (Márquez y Feagun 1970), que lo encontrado con respecto a la respuesta a la fertilización están de acuerdo pero no así en el caso de densidades de siembra donde los efectos de interacción genotipo intra-ambiente fueron mas altos al aumentar la densidad de siembra. Para su determinación utilizaron un modelo que propuso Suneson (1949). Postulan que en altas densidades los efectos de la interacción genotipo-ambiente deben ser mayores que en bajas densidades.

En la búsqueda de un ambiente óptimo para maximizar heredabilidad y por lo tanto la respuesta a la selección, en varias características, encontró que no hubo un solo ambiente que proporcionara una heredabilidad máxima para todos los caracteres estudiados, citando el medio con alta producción como el mejor ambiente para evaluar, sin embargo los ambientes al

ta productividad y alta densidad de siembra, fueron los mejores para maximizar heredabilidad y progreso genético. (Vera-Cárdenas y Frey<sup>e/</sup> (1970).

Comparando la ganancia obtenida en ensayos de rendimiento en tres densidades de siembra y seis ciclos de selección masal en la variedad Mex. 208. Se calculó el índice de peso de grano sobre peso de forraje. En el índice como criterio al comparar la efectividad de la selección realizada, se vió que los rendimientos eran mucho mayores en las altas densidades de población como lo indica Cortaza (1970).

Para el carácter peso seco en maíz en altas densidades de -- fertilización la interacción genotipo-intra-ambiente fue muy alta por lo que la selección debe de realizarse bajo las mismas condiciones en que se vaya a llevarse a cabo la explotación comercial, fué concluído por Márquez (1972).

Estudiando la actitud competitiva de cinco variedades de trigo en tres ambientes los cuales fueron definidos por la estación y la densidad de siembra. La ACG, la ACE y los efectos= debidos a competencia, fueron muy afectados por el ambiente, concluyéndose que los caracteres de planta fueron afectados por competencia y éstos modificados por ambiente (Márquez y Alarcon, 1972).

Considerando al carácter medido en dos ambientes diferentes, no como uno sino como dos caracteres. Se aduce que los mecanismos fisiológicos responsables de la expresión de dicho carácter en cada uno de los ambientes, pueden ser hasta cierto punto diferentes. v.gr. la tasa de crecimiento a un nivel bajo de nutrición puede ser principalmente un asunto de eficiencia en la utilización del alimento, mientras que un nivel alto, puede ser principalmente un problema de apetito, (Falco ner, 1972).

Fripp y Caten (1973) encontraron que cuando los ambientes son de diversa composición, hubo una asociación positiva entre la expresión media y la sensibilidad lineal. Pero cuando se seleccionó un grupo de ambientes homogéneos la asociación desapareció; Con lo cual quedó demostrado por un lado que actúan sistemas genéticos diferentes en ambientes diferentes y por otro lado al menos en ciertas circunstancias, tanto la expresión media como la sensibilidad lineal están determinados por sistemas genéticos diferentes, finalmente concluyen que la relación existente entre la expresión media y la sensibilidad están altamente influenciados por los ambientes involucrados, ambientes y caracteres deberán considerarse como un caso particular.

Torrice p. (1973) esta investigadora en sus conclusiones dice que las variedades desarrolladas en condiciones ambientales críticas, al ser evaluadas en ambientes favorables, muestran un comportamiento mejor que aquellas variedades desarrolladas en buenas condiciones ambientales. Trabajo que desarrolló con 20 variedades de maíz en ambientes variables y contrastantes resultando de la combinación de densidades de población y dos niveles de fertilidad.

Chávez (1975) concluye que la correlación alta entre la media de rendimiento y la respuesta a los cambios ambientales puede reducirse por un muestreo no aleatorio de los ambientes en el área de cultivo de la avena, llegando al extremo de romper completamente esta correlación cuando los ambientes se agrupan por su similitud en la interacción GE, y la elección de ambientes debe hacerse a partir de clasificaciones por efectos ambientales.

Agudelo y Márquez (1975) al calcular la  $h^2$  para cuatro caracteres en tres densidades de siembra por dos métodos (regresión progenie progenitor y componentes de varianza) observándose una respuesta parabólica en tres de ellos (longitud de -

mazorca, diámetro de mazorca y número de mazorcas), es decir valores altos en las densidades extremas y bajos en la densidad intermedia, atribuyendo a la capacidad de competencia de los genotipos actuantes ya que en la mínima densidad algunos individuos expresaron al máximo sus características, en tanto que en la máxima, algunos individuos no se manifestaron - en lo absoluto (no hay producción de mazorca) por efectos de la competencia, pero algunos si logran expresar su potencial genético por lo que se acentuarán mas las diferencias entre los individuos y por lo tanto aumentará la variación entre ellos, lo que puede causar un aumento de la heredabilidad. - Para el caracter peso de grano la  $h^2$  disminuye debido a que en condiciones mas adversas causan una disminución de la heredabilidad.

Lewis y Christiansen (1979) justifica el mejoramiento en condiciones de "stress" diciendo que para satisfacer las necesidades de alimentos en el futuro, dado que la tierra arable - actual es limitada, la producción encaminada a tal propósito tendrá que provenir de la tierra marginal, la cual por definición está sujeta a una serie de factores ambientales adversos como: sequía del suelo, calor, salinidad, alcalinidad, pedregosidad, etc.

Enumera cinco enfoques para lograr éste mejoramiento:

- 1) Método indirecto. Se lleva a cabo en los campos convencionales de prueba de rendimiento del material genético en donde ocurre el stress. por ejemplo, pruebas de rendimiento en suelos con aluminio o zinc.
- 2) Mejoramiento (selección y prueba) exclusiva en el ambiente de stress.
- 3) Mejoramiento en ambientes controlados que reproduzcan -- las condiciones de stress.

4) Mejoramiento para un carácter fundamental relacionado con resistencia al stress; por ejemplo, para alto contenido de gossipol, substancia indeseable para el gusano bellote-ro del algodón; el stress del agua dentro de la planta,-- la resistencia a sequía, etc.

5) Ingeniería genética. Aprovechamiento de cromosomas o ADN de genotipos resistentes, o bien creación de nuevas combi-naciones genéticas que otorguen la resistencia.

Márquez (1979) en su intervención en el II Simposio de geno--tecnica vegetal celebrado en Iowa preguntó a Lewis y Christian sen (1979) acerca del mejoramiento para rendimiento y resis--tencia, basado en estudios del Dr. Abel Muñoz Profesor inves-tigador del C.P. lo siguiente; Si los genes que condicionan - el rendimiento y la resistencia son diferentes, y además para mejorar para éste el ambiente tiene que ser el de stress, un método podría ser:

- 1) Dividir la población original en dos porciones.
- 2) En una porción hacer selección para el rendimiento en bue-nas condiciones ambientales.
- 3) Dedicar la otra porción a hacer selección para resisten--cia (con el ambiente de stress).
- 4) Recombinar los genotipos seleccionados en ambas condicio--nes.

A lo cual respondieron que si los supuestos establecidos fueran ciertos, sería un buen método.

#### 2.4 Coeficientes de Varianza

Steel y Torrie (1960) definen al coeficiente de variación como la medida relativa de relación, que puede expresarse en porcentaje, entre la desviación típica del error y la media observada; ya que la desviación típica queda expresada en las mismas unidades en que se tomen las mediciones y la interdependencia del coeficiente de variación de cualquier magnitud utilizada.

Ostle (1965) resalta, que es evidente " que cosas con grandes valores tienden a variar ampliamente, mientras que cosas con pequeños valores manifiestan pequeñas variaciones". Lo utiliza como una medida que permite comparar la variación entre valores de diferente magnitud.

Lonquist (1967) dice que el coeficiente de variación genética fue presentado por Johnson, Robinson y Comstok (1955) como la raíz cuadrada de la variación entre familias de medios hermanos y su promedio, expresado en porcentaje, además agrega que la utilidad del coeficiente de variación genética es que puede ser utilizado como una base para la comparación de la variabilidad genética entre poblaciones, y provee información sobre la máxima respuesta a la selección cuando la heredabili

dad es la unidad. Lo utilizó en la comparación de familias de medios hermanos provenientes de diversas variedades.

Estrada (1977) en su trabajo que inició con una heredabilidad relativamente alta para rendimiento en dos variedades de la raza zapalote, no encontró ganancias significativas por ciclo, después de tres ciclos de selección combinada mediante el método de Lonquist. Calculando su coeficiente de variación aditiva ( $C.V.A. = 100 \sqrt{\frac{\sigma_A^2}{\bar{X}}}$ ) se encontró que éstos son relativamente bajos (11.76 y 8.84).

Vargas (1979) considera que la comparación entre estimadores de varianza aditiva no es muy buen indicador del valor de dicha varianza aditiva respecto a la ganancia que puede obtenerse en selección, en una población dada, y que para esto son mas convenientes algunos parámetros relativos como el coeficiente de variación aditiva (C.V.A.) y la heredabilidad ( $h^2$ ). Encontró que la respuesta tiende a disminuir cuando la media fenotípica aumenta, si la variancia aditiva no se incrementa en una proporción tal que pueda contrarrestar el efecto desfavorable causado por el incremento de la media. Es probable -- que el C.V.A. puede resultar un buen auxiliar cuando se trate de buscar un límite de selección ya que se formaría una idea de la respuesta que podría obtenerse cuando se va a cambiar el ambiente de selección a una población donde sus parámetros se han estimado en otro ambiente, y medir la importancia que representa un estimador de variancia cuando no se tienen da--

tos suficientes para calcular la heredabilidad en base a mediciones individuales.

2.5 Taxonomía numérica.

Horner y Frey (1957) realizan una clasificación de ambiente con el objeto de reducir el efecto de la interacción GE mediante la utilización de un análisis de varianza combinado, dividiendo el área en 2,3,4 y 5 sub-áreas, logrando así disminuir en 11,21,30 y 40 % la componente de varianza interacción GE.

Sokal y Sneath (1963) describen otras posibles aplicaciones de la Taxonomía numérica, además la metodología que se utiliza, discutiendo la elección de los caracteres a utilizar y la ponderación de los mismos.

Gower (1966) en su trabajo justifica la estandarización de los datos anterior a un cálculo de agrupaciones, ya que se normalizan las observaciones.

Abou-el-Fittouh, Rawlings y Miller (1969) proponen una metodología para agrupar localidades y se basa en los efectos de interacción GE como indicadores de la acción conjunta del ambiente y el genotipo. Para la clasificación recurrieron a las técnicas de Taxonomía numérica usando como medidas de similitud la distancia euclidiana promedio y el coeficiente de correlación y, como método de agrupamiento el "encadenamiento promedio". Con el objeto de reducir la interacción GE en va--

riedades en "I" localidades por "y" años, y de un modelo factorial para rendimiento se extrajo la información de los - - efectos particulares  $(VI)_{ij}$  de interacción del genotipo i en el ambiente j, de tal manera que cada localidad quedó representada por el vector.

$$I_i = \{\hat{CVI}_{ij}, (\hat{VI})_{iz}, \dots (\hat{VI})_{iv}\}$$

los medios de similitud de ambientes se estimaron entre vectores  $I_i$ . Los autores indican: que la distancia euclidiana -- fue mas eficiente en la clasificación de ambientes, recomiendan tomar en cuenta otros caracteres que presentan grandes -- interacciones con el ambiente.

Jardine y Sibson (1971) redacta la representación conceptual-matemática de los métodos de agrupación, así como las condiciones impuestas a un dendrograma jerárquico proveniente de los coeficientes de disimilitud (d), las cuales son:

a)  $d(A,B) \leq \max\{d(A,C), d(C,B)\}$  para toda A,B,C,E,P.

b)  $d(A,B) = 0$  solo si  $A = B$

Si d cumple la condición a, se le denomina Coeficiente de Disimilitud Ultramétrico (CV).

Sheath y Sokal (1973) en forma mas amplia presentan la metodología que involucra la taxonomía numérica, la discusión de las diferentes medidas de similitud y metodos de agrupación, la selección de caracteres y ponderación de los mismos, etc. Dicen que la similitud entre "utos" se estima por coeficientes de similitud y que se debe señalar que los coeficientes de similitud y que de hecho ellos son medidas de disimilitud, así "r" (correlación) es un coeficiente de similitud y distancia euclidiana (md) y complemento de correlación son medidas de disimilitud.

Mongomery, Shorter y Byth (1974) utilizaron la clasificación numérica al rendimiento de semilla y porcentaje de protefina de frijol soya para agrupar aquéllas variedades que responden de manera similar a diversos ambiente. Con la utilización de

la distancia euclidiana como medida de similitud, y como método de agrupación el de "coordinación principal"; obtuvieron un número limitado de genotipos, los cuales difirieron en su comportamiento y/o respuesta ambiental. Los autores mencionan -- que las comparaciones entre las respuestas de los grupos formados pueden hacerse relativamente fácil.

Radford et.al. (1974) y Solis del Rivero (1974) con gran amplitud enuncian la metodología para distancias de medias, Solis además menciona otros métodos y el manejo básico del programa sec-003 del Colegio de Postgraduados de Chapingo México para los métodos mas utilizados.

Castro (1975) calculó las correlaciones posibles entre pares de localidades para identificar áreas similares de selección y evaluación de materiales tolerantes a sequía; además, consideró la categorización de las variedades en cada localidad, para reforzar sus observaciones en la clasificación de ambientes.

Cervantes (1976) aplicó la taxonomía numérica para establecer las interrelaciones entre veinticinco razas de maíz de México. Las agrupaciones las hace en base a los efectos genéticos y de interacción GE con 16 caracteres cuantitativos de mazorca y 5 caracteres cuantitativos agronómicos. La disimilitud entre pares de vectores es obtenida por medio de la distancia euclidiana promedio ( $md$ ), el complemento del coeficiente de correlación ( $rc$ ) y agrupamiento por el método "promedio de grupo". Además de apoyar algunas relaciones de parentesco entre razas de maíz postuladas con anterioridad, propone otras relaciones. Con los efectos de interacción GE encontró una relación de los grupos formados con la distribución ecológica de las razas que lo constituyen, lo que le permitió sugerir -- que en las razas de maíz en México, existen genes que actúan-

-para adaptación y que parte de ellos tienen un origen ancestral común.

Gómez (1977) dice que la agrupación de áreas homogéneas por medio de análisis de varianza resulta impráctico su cálculo, siendo eficiente la taxonomía numérica para este fin y concluye:

- 1) La estructura de los grupos ambientales similares, depende del tipo de efectos y de la medida de disimilitud utilizada.
- 2) Los mejores agrupamientos para efectos fenotípicos lo dan las distancias euclidianas.
- 3) Los mejores agrupamientos los produjo la utilización previa de la estandarización de los datos.
- 4) La clasificación por efectos ambientales equivale a clasificar por efectos directos. Los cuales identificaron 4 tipos de ambientes diferentes, definiéndolos como: muy favorables, desfavorables y muy desfavorables, lo cual permitió delimitar 3 zonas diferentes.
- 5) Por los efectos de interacción GE se definieron 6 zonas diferentes del cultivo del sorgo dentro de los cuales se reducen los efectos citados.

Quintero (1978) con los valores resultantes obtenidos en un grupo de variedades comerciales de avena para 10 caracteres en una localidad se obtuvieron relaciones fitogénéticas entre variedades de manera hipotética, coincidiendo de manera general con sus genealogías varietales, enuncia además la posibilidad de aplicar éstas relaciones como auxiliar en un programa de mejoramiento para selección.

## MATERIALES Y METODOS

### 3.1 Materiales.

Los datos utilizados fueron los resultados obtenidos por el programa de Cereales de la "U.A.A.A.N.", durante el ciclo de invierno 78-79 en ensayos de rendimiento de trigo, con un total de 720 como líneas y 5 variedades comerciales. Las cuales se agruparon en "paquetes experimentales" de 25 muestras (20 líneas y 5 variedades comerciales) colocados en varios ambientes que oscilaban de 3 a 9. De los expuestos a 9 ambientes se azarizaron los paquetes, se escogió uno con los rendimientos cosechados para desarrollar el presente trabajo.

La lista de los genotipos y ambientes con el símbolo con que aparecieran en lo sucesivo se representan en los cuadros 2 y 3.

Cuadro 2. Relación de localidades o ambientes con su símbolo representativo.

LOCALIDAD		SIMBOLO
ROQUE	GTO.	L 1
SONORA	SON.	L 2
DELICIAS	CHIH.	L 3
CALERA	ZAC.	L 4
CD. ANAHUAC	N.L.	L 5
MEXICALI	B.C.N.	L 6
NAVIDAD	N.L.	L 7
BUENAVISTA	COAH.	L 8
ZARAGOZA	COAH.	L 9

### 3.2 Métodos.

#### 3.2.1 Análisis de Varianza y componentes de varianza.

Los 25 genotipos fueron distribuidos en el campo y analizados como bloques al azar con 3 repeticiones, siendo el

Cuadro No. 3. Líneas y variedades, con su símbolo representativo.

NOMBRE O GENEALOGIA DE LA LINEA O VARIEDAD DE TRIGO.	SIMBOLO REPRESENTATIVO
Pavón "S" - UCM x CNO "S"-7C	V1
Pi 6 <sup>2</sup> x Frondosa/Pi6 <sup>2</sup>	V2
Tzpp - PL x 7C	V3
UAAAN 71-75	V4
UAAAN 77-75	V5
Tzpp - Pi/CM-5287	V6
UAAAN 25-75	V7
UAAAN 69-75	V8
UAAAN 100-75	V9
UAAAN 30-75	V10
UAAAN 24-75	V11
Moncho "S" - We - Gto. x kal - Bb	V12
UAAAN 20-75	V13
UAAAN 87-75	V14
UAAAN 65-75	V15
Tzpp - TL x 7C	V16
INIA "S" - Soty x Czho	V17
ANE-MAYA 54 x Tp 71	V18
INIA "S" - Soty x Czho Br 69	V19
MENG - 8156	V20
Anáhuac	V21
Nadadores	V22
Siete Serros	V23
Pavón	V24
Ke Chun 14	V25

modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + E_{ij}$$

Donde  $i = 1, 2, \dots, v$  ;  $j = 1, 2, \dots, r$ ;  $v = 25$  y  $r = 3$

$$\alpha_i \sim N(0, \sigma_x^2) ; E_{ij} \sim N(0, \sigma_E^2)$$

Con la descomposición del modelo por sus respectivas esperanzas de cuadrados medios se estimarán los componentes de varianza.

En el análisis de varianza combinado para la detección de significancias en variedades, ambientes, Interacción variedades ambientes, con el objeto de decidir si se analizaba o no para estabilidad.

El modelo y las restricciones para el análisis conjunto son:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + (\beta\gamma)_{(j)k} + \xi_{ijk(j)}$$

Donde  $i = 1, 2, \dots, v$  ;  $j = 1, 2, \dots, a$ ;  $k = 1, 2, \dots, r$

$$\alpha_i \sim N(0, \sigma_\alpha^2) ; \beta_j \sim N(0, \sigma_\beta^2) ; \xi_{ijk(j)} \sim N(0, \sigma_E^2)$$

En el cual "r" representa las repeticiones, "v" variedades y "a" ambientes.

### 3.2.2 Parámetros de estabilidad.

En la evaluación de los genotipos para características de estabilidad para rendimiento en grano, se empleó para el cálculo el modelo de Eberhart y Russell (1966) y para la clasificación el método presentado por Caraballo (1970).

#### 3.2.2.1 Modelo de Eberhart y Russell y utilización;

El modelo es presentado en el punto 2.2 el cual requirió para la determinación de sus parámetros ordenar las medias de rendimiento en grano y transformarlas a Tn/Ha (Cuadro No. 4)

Cuadro No. 4. Concentración de datos para análisis de estabilidad.

Genotipos (i)	AMBIENTES (j)			$Y_i$	$\bar{Y}_i$	$\bar{Y}_i - \bar{Y}_{..}$
	1	2 . . . a				
1	$Y_{11}$	$Y_{12} \dots Y_{1a}$		$Y_{1.}$	$G_1 \dots g_1$	
2	$Y_{21}$	$Y_{22} \dots Y_{2a}$		$Y_{2.}$	$G_2 \dots g_2$	
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮
v	$Y_{v1}$	$Y_{v2} \dots Y_{va}$		$Y_{v.}$	$G_v \dots g_v$	
$Y_{.j}$	$Y_{.1}$	$Y_{.2} \dots Y_{.a}$		$Y_{..}$		
$\bar{Y}_{.j}$	$\bar{Y}_{.1}$	$\bar{Y}_{.2} \dots \bar{Y}_{.a}$		$\bar{Y}_{..}$		
$I_j = e_j$	$I_1$	$I_2 \dots I_a$				

Donde  $Y_{ij}$  = son las medias de rendimiento en grano de la variedad  $i$  en el  $j$  esimo ambiente.

$$Y_{1.} = \sum_{j=1}^a Y_{.j} \quad ; \quad YG_i = \sum_{j=1}^a Y_{.j}/a \quad ; \quad g_i = \bar{Y}_i = \bar{Y}_{..}$$

$I_j$  = El efecto ambiental en el  $j$  esimo ambiente

$$i = 1, 2, \dots, v \quad \text{y} \quad j = 1, 2, \dots, a$$

Con el cuadro 4 se calcula el parámetro Desviación de regresión ( $S^2_{di}$ ) con la determinación de su función suma de cuadrados de desviaciones de regresión ( $\sum S^2_{ij}$ ) mediante las expresiones dadas a continuación, (Márquez, 1976).

$$s^2_{di} = \left( \sum_j s^2_{ij} / a-2 \right) - s^2_{e/r}$$

$$\sum_j s^2_{ij} = \left[ \sum_j Y^2_{ij} - \frac{Y^2_{i.}}{a} \right] - \left[ \frac{(\sum_j Y_{ij} I_j)^2}{\sum_j I_j^2} \right]$$

$$s^2_{e/r} = \frac{\sum S.C.E.E.j.}{r(\sum 1.EEj)}$$

$s^2_{e/r}$  es el estimador conjunto del error experimental y  $r$  = al número de repeticiones de los experimentos individuales.

El otro parámetro es el coeficiente de regresión y se calcula para cada variedad con:

$$b_i = \frac{\sum_j Y_{ij} I_j}{\sum_j I_j^2}$$

Enseguida se procedió a realizar un análisis de varianza para la detección de significancias en Sumas de Cuadrados de Desviaciones de regresión (Cuadro 5).

Cuadro No. 5. Análisis de varianza de "b" variedades en "a" ambientes,

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	Fc
Total	av-1	$\sum_{i,j} Y_{ij}^2 - F.C.$		
Variedades (v)	v-1	$\frac{1}{a} \sum_i Y_i^2 - F.C.$	C.M. <sub>1</sub>	$\frac{CM_1}{CM_3}$
Medios ambientes (e)	$v(a-1)$			
V X E	$\lambda$ $v(a-1)(r-1)$	$\sum_{i,j} Y_{ij}^2 - \sum_i Y_i^2 / a$		
Medios ambientes (efecto lineal)	1	$\frac{1}{v} \left( \sum_j Y_{.j} I_j \right)^2 / \sum_j I_j^2$		
V x E (lineal)	v-1	$\sum_j \left[ \left( \sum_i Y_{ij} I_j \right)^2 / \sum_j I_j^2 - S.C.E. (lineal) \right] CM_2$		$\frac{CM_2}{CM_3}$
Desviación conjunta	v(a-2)	$\sum_{i,j} f^2_{ij}$	CM <sub>3</sub>	$\frac{CM_3}{CM_4}$
Variedad 1	a-2	$\sum_j f^2_{ij} = \left( \sum_j Y_{1j} / d \right) - \left( \sum_j Y_{ij} I_j \right)^2 / \sum_j I_j^2$	CM <sub>31</sub>	$CM_{31} / CM_4$
Variedad 2	a-2	$\sum_j f^2_{2j} = \left( \sum_j Y_{2j}^2 - Y_{2.}^2 / a \right) - \left( \sum_j Y_{2j} I_j \right)^2 / \sum_j I_j^2$	CM <sub>32</sub>	$CM_{32} / CM_4$
Variedad v	a-2	$\sum_j f^2_{vj} = \left( \sum_j Y_{vj}^2 - X_{2.}^2 / a \right) - \left( \sum_j Y_{vj} I_j \right)^2 / \sum_j I_j^2$	CM <sub>3v</sub>	$CM_{3v} / CM_4$
Error Conjunto	a(r-1) (v-1)			$se^2 / r = CM_4$

Partiendo de las hipótesis para desviaciones de regresión y coeficiente de regresión son las siguientes:

- a)  $H_0: \delta = 0$   
 b)  $H_0: \beta_0 = 1$

Comprobándose a con una prueba de F y b con la utilización de una t práctica con la regla de decisión acostumbrada, donde  $t_p$  es:

$$t_{pi} = \frac{b_i - \beta_0}{\sqrt{v(b_i)}}$$

Deduciendo  $v(b_i)$ , para la utilización a partir del cuadro 4 y los cálculos realizados es:

$$v(b_i) = \frac{\text{C.M. Residual } i}{\sum_j I_j^2} = \frac{\left[ \sum_j Y_{ij}^2 - \frac{Y_{i.}^2}{a} \right] - b_i \left[ \sum_j Y_{ij} - I_j \right]}{a - 2 \sum_j I_j^2}$$

### 3.2.2.2 Clasificación por estabilidad.

De acuerdo a los resultados de significancia para los parámetros de estabilidad se clasifican de acuerdo al cuadro 1.

### 3.2.3 Taxonomía Numérica.

De acuerdo a las investigaciones realizadas con la utilización de análisis taxonómicos, los mejores métodos para medir la disimilitud en una población son: Distancia Euclideana ( $\mu d e' e'$ ) y el complemento del coeficiente de correlación ( $r c e' e''$ ), (Abou-El-fittouh et. al., 1969; Cervantes, 1976, Montgomery, 1974, Radfor et. al., 1974).

El método promedio de grupos es el más adecuado, (Solís, 1974).

Las expresiones para medir la disimilitud son:

$$\mu_{e,e'} = \sqrt{\frac{\sum_{m=1}^p (Y_{em} - Y_{e'm})^2}{m}}$$

$e \neq e'$  e, e' son las clases a compararse  
(Ambientes)

m = aspecto común a e y e' (Genotipos)  
= 1, 2, ..., P,

$$r_{Cee'} = 1 - r_{ee'}$$

$$r_{ee'} = \frac{\sum_{m=1}^p Y_{e'm}}{\left[ \frac{\sum_{m=1}^p Y_{em} \sum_{m=1}^p Y_{e'm}}{m} \right]^{1/2}}$$

La función  $r_{ee'}$  se estructuró para efectos donde  $r_{cee'}$  toma valores de 0 a 2 siendo 0 para asociación y 2 para discordancia completa indicado por Chávez, 1977.

En el presente trabajo se utilizaron valores fenotípicos y Efectos de interacción GE el cual es igual a  $(ge)_{ij} = Y_{ij} - g_i - I_j$ ,

$$\text{Donde } \sum g_i = \sum I_j = \sum (ge)_{ij} = 0$$

El método de agrupación promedio por grupo es (Cervantes, 1976 y Sneath y Sokal, 1973) basado en la determinación de la distancia  $d_{hk}$  entre un grupo k previamente formado y un segundo grupo h, esta es:

$$d_{hk} = \frac{\sum \eta_{i\kappa}}{\eta_h \cdot \eta_\kappa}$$

"Suma tomada sobre todos los pares (a,b), y a  $\in h$  y b  $\in K$ , en donde el grupo K ha sido formado a una distancia  $d_{ij}$  por los grupos i y j que constan de  $\eta_i + \eta_j$  elementos respectivamente, tales que  $\eta_i + \eta_j = \eta_K$  son elementos del grupo K. Por otra parte se conocen las distancias  $S_{hi}$  y  $S_{hj}$ , las cuales pueden expresarse por  $\sum f_{hi}$  y  $\sum f_{hj}$  respectivamente entonces"

$$\Sigma f_{hk} = \Sigma f_{hi} + \Sigma f_{hj} ,$$

$$\begin{aligned} dhk &= \frac{1}{n_h n_k} \Sigma f_{hk} \\ &= \frac{n_i}{n_k} \cdot dhi + \frac{n_j}{n_k} \cdot dhj, \end{aligned}$$

En la determinación de los valores taxonómicos se utilizó un programa de FORTRAN IV llamado TAXON y un disco CEC003 del Centro de Estadística y Cálculo, Chapingo, México (Cervantes, 1976 y Solís, 1974).

### 3.2.4 Función de la variabilidad genética en los diversos ambientes.

Con la utilización de polinomios ortogonales, funciones lineales y curvilíneas existentes (González, 1979 y (Anderson y Houseman, 1942) se buscó a cual se ajustaba la variación genética, C.V.A. y  $h^2$  con un  $\alpha = 0.05$  de ajuste, realizada por  $x^2$ .

Anderson y Houseman, 1942, aborda la metodología de polinomios ortogonales en forma detallada.

La ecuación para efecto con tendencias cuadráticas (González, 1979) y es:

$$Y = A + BX + CX^2,$$

$$A = \frac{\Sigma Y - C \Sigma X^2}{a} ; B = \frac{\Sigma XY}{\Sigma X^2} ; C = \frac{a \Sigma X^2 Y - \Sigma Y \Sigma X^2}{a \Sigma X^4 - (\Sigma X^2)^2},$$

a = número de valores a comparar.

## R E S U L T A D O S

### 4.1 Análisis y Componentes de Varianza y Otros Parámetros Calculados.

Para el inicio de este trabajo se requirió obtener primeramente el análisis de varianza con esperanzas de cuadrados medios con el objeto de poder sacar las varianzas existentes, se obtuvo significancia repeticiones en L3, L5 y L8 mientras que L4 y L6 no fueron significativos al 0.05 para genotipos. (Cuadro A1.)

En el modelo combinado todas las fuentes de variación incluidas resultaron altamente significativos.

El coeficiente de variación del error (C.V.E.) para L6 y L8 sobrepasan el 30% lo que sobresale arriba de todas las localidades con 31.25 y 30.18% , (Cuadro 6).

Los valores del coeficiente de variación fenotípica (P.V.P.) tienden a elevarse en los menores medios ambientes que son L6, L7, L8 y L9, todos superiores al 25% mientras que en las demás localidades los valores se mantienen cerca del 20% (Cuadro 6). El C.V.A. es mayor en los ambientes extremos L1, L2, L7 y L9 con 17.47, 17.64, 21.37 y 25.84% respectivamente, y muy bajos en L4 con 1.67%, continuando con un comportamiento parecido a  $h^2$ , índice I (C.V.A./C.V.P.)  $\hat{e}$  I ( $\sigma_A^2/\sigma_P^2$ ), donde estos últimos sus valores altos se encuentran en los ambientes mayores mientras que en el C.V.A. los muestran los menores, L7 y L9 (Cuadro 6).

La  $\sigma_A^2$  tiende a decrecer en sus magnitudes de L1 a L9. La varianza del error ( $\sigma_\epsilon^2$ ) está en forma inversa a los parámetros anteriores ya que su valor más alto es L4 (0.72107) y decreció a sus lados L1 y L9 de una manera más pronunciada hacia L9 con un valor de 0.10345, la varianza fenotípica  $\sigma_P^2$  tendió a decrecer de L1 a L9 con 1.79091 a 0.26926 respectivamente. (Cuadro 6).

Todas las secuencias continuas presentadas anteriormente se alteran en los ambientes L6 y L8 y eliminándolos las funciones son más uniformes (Cuadro 6).

Los valores predichos para el C.V.A. se obtuvieron mediante la ecuación:

$$Y_j = 9.72864 + 1.09867 X_j + 0.79537 X_j^2, \text{ cuando}$$

$$j = 1, 2, \dots, 9.,$$

este mostró un ajuste estadísticamente significativo a los datos observados con una  $\alpha = 0.05$  mediante una prueba de  $X^2$  la cual fué de 11.48052, teniendo esta parábola su mínimo en el ambiente medio L4. Este ajuste fué más preciso al aliminar los ambientes L6 y L8.

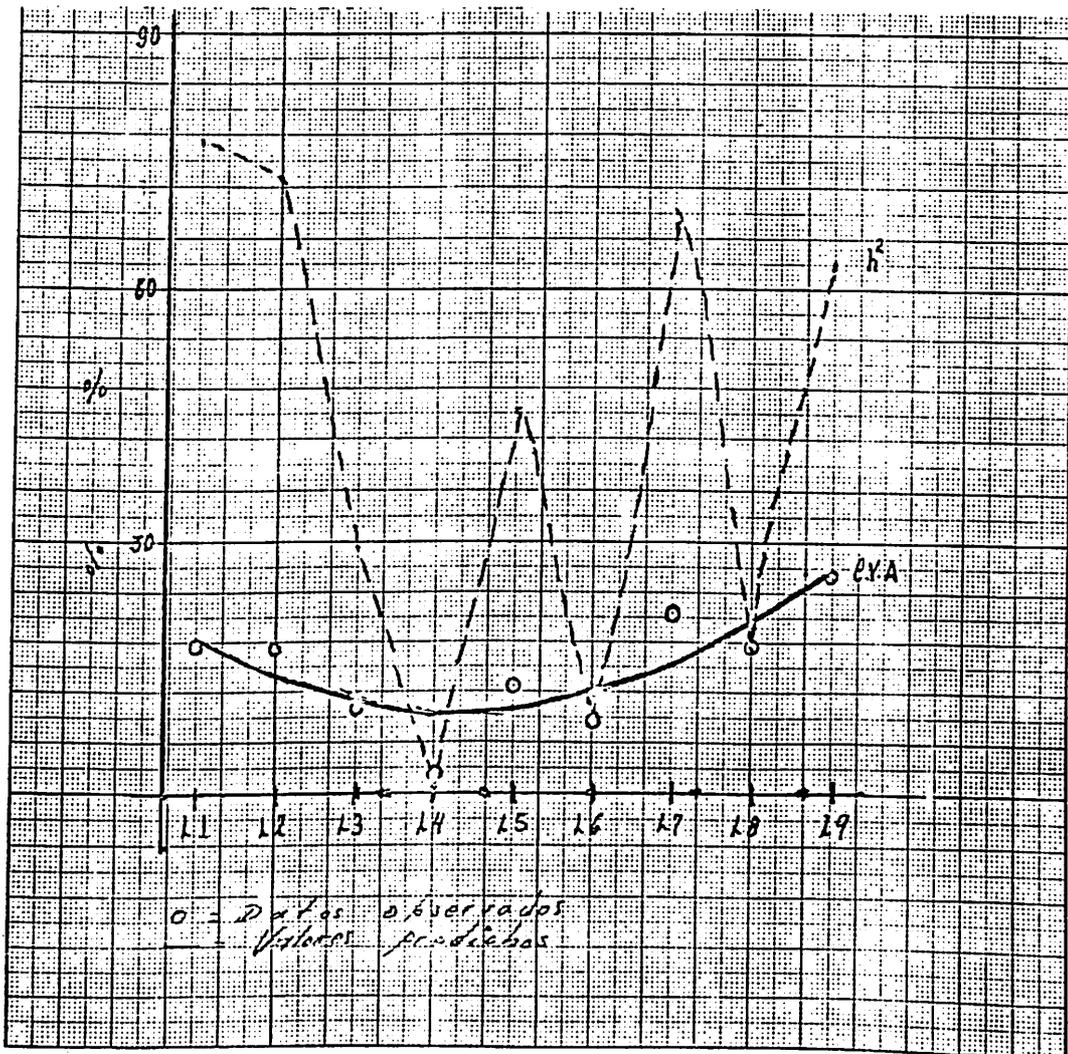
Cuadro No. 6. Componentes de varianza, heredabilidad y Coeficientes de Variación, calculados a partir de un modelo bloques al azar en cada uno de 5 ambientes diferentes.

Componentes	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9
$h^2$ y C.V.									
$\sigma_A^2$	1.38713	1.35349	0.24199	0.00507	0.21381	0.12748	0.37628	0.16406	0.16953
$\sigma_E^2$	0.43897	0.54100	0.54225	0.72107	0.25104	1.41779	0.17604	0.52374	0.10345
$\sigma_P^2$	1.79091	1.84778	0.83368	0.71286	0.47166	1.57073	0.54505	0.90424	0.26926
$h^2$	0.77454	0.7325	0.29027	0.00711	0.45531	0.08116	0.69036	0.18143	0.62961
C.V.E. %	9.83	11.15	14.67	19.93	13.61	38.18	14.62	31.23	20.19
C.V.A. %	17.47	17.64	9.80	1.67	12.56	11.45	21.37	17.48	25.84
C.V.P. %	19.85	20.61	18.19	19.81	18.66	40.19	25.92	41.03	32.57
I(C.V.G/C.V.F.)%	88.01	85.59	53.88	08.43	67.31	28.49	83.09	42.60	79.34

Cuadro No. 6. Componentes de varianza, heredabilidad y Coeficientes de Variación, calculados a partir de un modelo bloques al azar en cada uno de 5 ambientes diferentes.

Componentes	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9
$\sigma^2_A$	1.38713	1.35349	0.24199	0.00507	0.21381	0.12748	0.37628	0.16406	0.16953
$\sigma^2_E$	0.43897	0.54100	0.54225	0.72107	0.25104	1.41779	0.17604	0.52374	0.10345
$\sigma^2_P$	1.79091	1.84778	0.83368	0.71286	0.47166	1.57073	0.54505	0.90424	0.26926
$h^2$	0.77454	0.7325	0.29027	0.00711	0.45531	0.08116	0.69036	0.18143	0.62961
C.V.E. %	9.83	11.15	14.67	19.93	13.61	38.18	14.62	31.23	20.19
C.V.A. %	17.47	17.64	9.80	1.67	12.56	11.45	21.37	17.48	25.84
C.V.P. %	19.85	20.61	18.19	19.81	18.66	40.19	25.92	41.03	32.57
I(C.V.G/C.V.F.)%	88.01	85.59	53.88	08.43	67.31	28.49	83.09	42.60	79.34

Fig. 1 Funciones de la  $h^2$ , C.V.A. y C.V.A. (predicho) en 9 ambientes diferentes ordenados descendentemente.



#### 4.2 Parámetros de Estabilidad.

Se calcularon los parámetros de estabilidad, con el método de Eberhart y Russell encontrando en el análisis de varianza para los 25 genotipos en 9 ambientes diferentes que los factores de variación: variedades, variedades x ambiente lineal y desviaciones ponderadas fueron altamente significativas (Cuadro 4).

Al 0.05 de probabilidad el 76% de los genotipos fueron inconsistentes es decir interaccionaron mucho con el medio ambiente, (Cuadro No. 7). Para la clase "a" se tiene un 24%, b el 68% y f con 8%. Cambiando la probabilidad al 0.01, cambian también algunas clases lo que modifica las agrupaciones anteriores a 48, 44, 4, y 44% para a, b, e y f respectivamente. (Caraballo, 1970).

En las variedades V23 y V24 del 0.05 al 0.01 de probabilidad probadas, la clasificación cambia de la clase "b" a "a". La variedad V24 mostró el rendimiento más alto para todas las localidades en conjunto, lo que la incluye entre la clasificación de - variedad deseable (Eberhart y Russell, 1966). Para el efecto ambiental lineal presentó un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) = 86.86 lo cual fué significativo.

Cuadro No. 7 Parámetros de estabilidad, Medias de rendimiento y la significancia al 0.05 y 0,01 de las 20 líneas y 5 variedades de Trigo.

Línea o Variedad	Rendimiento promedio Tn/Ha.	Coeficiente Regresión	Desviaciones Regresión	Clasificación según Caraballo - (1970).	
				0.05	0.01
V1	4.3698	1.2258	0.3159**	b	b
V2	4.3937	0.9598	0.3379**	b	b
V3	4.4213	1.1767	0.5405**	b	b
V4	4.0342	0.8875	0.3341**	b	b
V5	4.1772	0.7639	0.1529*	b	a
V6	4.3049	1.1549	0.1069	a	a
V7	3.9042	0.9701	0.1930*	b	a
V8	4.0502	1.1209	0.1754*	b	a
V9	3.3805	0.7172	1.1276**	b	b
V10	3.7826	0.0047	0.3834**	b	b
V11	3.8434	0.8580	0.1146	a	a
V12	4.0277	0.9597	0.0994	a	a
V13	4.1883	0.9301	0.0783	a	a
V14	3.7989	0.9310	0.2100*	b	a
V15	3.8671	0.9566	0.0780	a	a
V16	4.0686	1.1481	0.3274*	b	b
V17	4.5690	1.4059*	0.2290**	f	f
V18	3.9919	1.1296	0.4505**	b	b
V19	4.2345	1.3034*	0.1883*	f	e
V20	3.8677	1.1519	0.0199	a	a
V21	4.2078	1.1002	1.1845**	b	b
V22	3.6599	0.6807	0.3828**	b	b
V23	3.4955	0.7283	0.1672*	b	a
V24	4.7070	1.0880	0.1486*	b	a
V25	3.2093	0.8426	0.2428**	b	b

\* Significa al 0.05

\*\* Significa al 0.01

### 4.3 Taxonomía Numérica.

Se procedió al cálculo taxonómico con la utilización de los métodos de disimilitudes (Gower 1966) distancia euclidiana ( $Md$ ) y complemento de correlación ( $rc$ ) para ambientes con datos fenotípicos y de interacción  $Ge$ , (Cuadros 8, 9, A5 y A6, sus agrupaciones en las figuras 2, 3, A1 y A2).

Las agrupaciones de ambientes a una distancia de 1.1 para  $\mu d$  en cuanto a valores fenotípicos resultante del cuadro 8 son en el orden siguiente (Fig. 3).

Gpo.  $F^1 = L6, L7$  y  $L8$

Gpo.  $F^2 = L3, L4$  y  $L5$

Gpo.  $F^3 = L9$

Gpo.  $F^4 = L1$

Gpo.  $F^5 = L2$

(Cuadro A5). Para relaciones fenotípicas por el método  $rc$  y sus agrupaciones en la Fig. A2, los grupos resultantes a una distancia de 0.93 unidades para ambientes, no concuerdan con los resultantes en  $\mu d$  (Fig. A2).

En el cuadro 9 muestra la matriz resultante de  $\mu d$  para efectos de interacción  $GE$  utilizados para agrupar ambientes en un orden de magnitudes, encontrando los valores más altos de manera general fueron para los ambientes  $L1$  y  $L2$ , mientras que los más bajos se encontraron en  $L8$  y  $L9$ , como se observa en la Fig. 2, los cuales se dividieron en 2.0 unidades y se separan los grupos de menor a mayor interacción  $GE$ , los cuales fueron:

Gpo.  $GE 1 = 4, 5, 7, 8$  y  $9$

Gpo.  $GE 2 = L3$

Gpo.  $GE 3 = L6$

Gpo.  $GE 4 = L2$

Gpo.  $GE 5 = L1$

U.A.A.A.N.

En la generalización de la continuidad de interacciones de genotipos en los ambientes mayores y menores la localidad L6 se dispara de la secuencia o sea mayor efecto de interacción para ambientes menores.

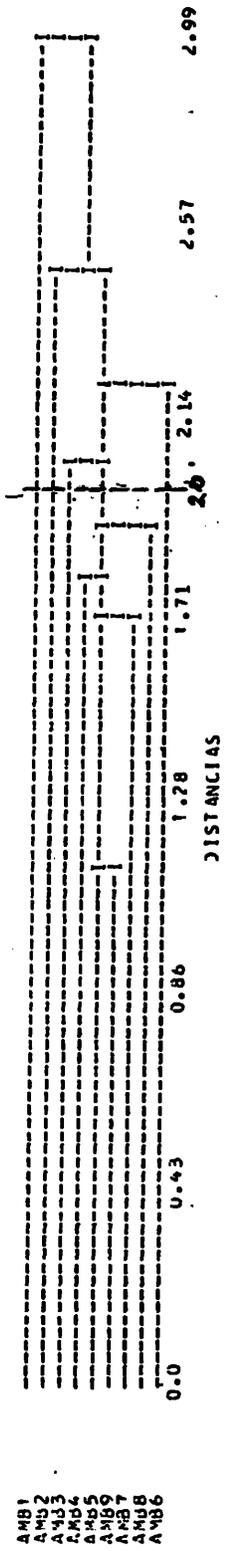
El método  $\hat{r}_c$  para interacción GE en la agrupación de ambientes, resultante de la matriz A6, las agrupaciones al dividirse por 0.93 unidades de distancia del origen, quedan los ambientes extremos en grupos opuestos de magnitud de interacción semejante a  $\mu d$  pero con agrupaciones diferentes. Fig. A1.





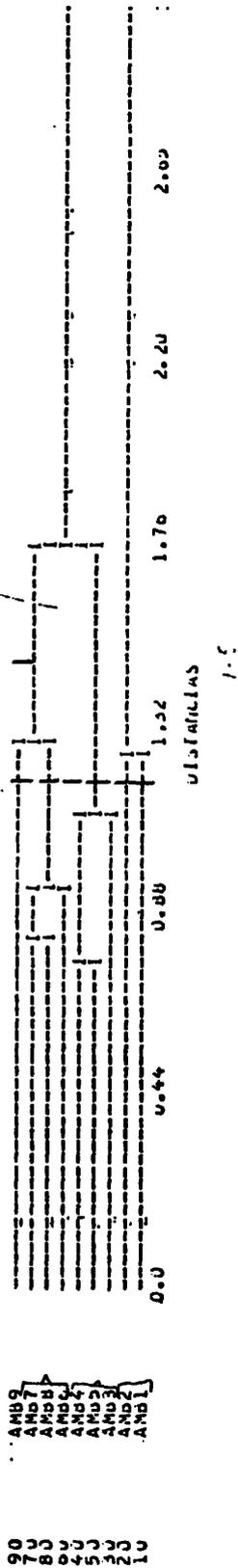
Fig. 2. Dendrograma con la clasificación de ambientes por Interacción G-B.

1



T A X O N T E R M I N O E J E C U C I O N N O R M A L

Fig. 3. Dendrograma con clasificación de ambientes, en 9 localidades y 25 genotipos.



T A X O N E J E C U C I U M M U K H A L

## D I S C U S I O N

### 5.1 Parámetros de Estabilidad.

La significancia encontrada al 0.01 entre los factores de variación: Ambientes y Genotipos, (Cuadro A3) nos indica que -- existió diferencia entre ellos, por tanto se procedió a la realización del análisis de estabilidad para las líneas y variedades en las localidades existentes. Lo cual se explica quizás por el rango tan grande de sus valores. Las variedades con su media más alta fueron V24, V3, V2 y V1 mientras que la peor -- fué KE CHUN 14 (V25) con 4.707 y 3.209 Tn/Ha. para la mejor y la peor, sucesivamente.

El 76% de los genotipos que presentaron interacción GE significativa pertenecen a las que tienen medias más altas como se puede observar (Cuadro 7) coincidiendo con los resultados obtenidos entre otros por Chávez, 1977, Márquez y Cordova, 1976. Esto se puede explicar en parte debido a que en la comparación de genotipos con magnitudes muy grandes, estas aportan diferencias grandes y al utilizar magnitudes pequeñas aunque el efecto de interacción GE sea en forma proporcional grande, la contribución al resultado final no será el verdadero valor como lo -- menciona Ostle, 1965 con tamaño de variaciones.

(Con una probabilidad de 0.05) Ninguna de las variedades comerciales utilizadas como testigos cayeron dentro de los requisitos para clasificarse como variedades estables, a pesar de esto sin embargo, la V23 (Siete Serros) ha sido utilizada como una variedad básica en la formación de multilíneas (CIMMYT HOY, -- 1979) y en CIMMYT, 1976) también se ha utilizado como una variedad testigo para medir adaptabilidad, mientras que Pavón (V24) aparece como variedad sobresaliente, (CIMMYT, 1976 y 1978) lo cual se puede quizás justificar al aumentar la probabilidad 0.01 en la decisión de todas las variedades, Pavón y Siete Serros pasaron a formar parte de la de estables y por el alto valor de la media de Pavón, ésta pasa a ser variedad deseable (Eberhart y -

Russell, 1966) y ésto la ayudaría a considerarse como una variedad tipo por sus características de resistencia y altos rendimientos, o también a que la información no se refiera a la utilizada en este ensayo ya que se compara con los genotipos con el mismo nombre y registro de su cruza, diferenciándose en las selecciones hechas al final y el lugar donde se hizo. (CIMMYT, 1976) Al cambiar la probabilidad de significancia también para las desviaciones ponderadas ahora el 48% pudieron pasar a la clase (s) estable, representando a la clase con el mayor % de genotipos de las 4 clases existentes, (Caraballo, - - 1970) y mostrado en el (Cuadro 7). La eficiencia de este modelo ha sido confirmada por otros (Camacho, 1968), Caraballo y - Márquez, 1970) y Gómez, 1977).

Con el objeto de comparar los resultados de la aplicación de la Taxonomía Numérica en la determinación de variedades con valores de interacción GE, se utilizó valores estandarizados para eliminar un poco el efecto de la utilización de diversas magnitudes (Gower, 1966). En las Figs. A4 y A5, con los métodos  $\mu d$  y  $rc$  utilizados por diversos autores (Gómez, 1977; Cervantes, 1976 y Abou-El-fittouh, 1969), los ordenamientos resultantes fueron diferentes a los obtenidos por medio de las desviaciones de regresión, quedando mezclados en los mismos grupos materiales con significancia y no significancia, lo que hace pensar que el método de Eberhart y Russell no denota la realidad acerca de la interacción GE.

## 5.2 Taxonomía Numérica.

El mejor método en el análisis de ambientes utilizando interacción GE y datos fenotípicos fué la media de distancias euclídeas ( $Md$ ), ya que arrojó agrupaciones más lógicas como se ve en las figuras (2, 3, A1 y A2), concordando así con Abou-El-fittouh et. al., 1969). El método  $rc$  dió agrupaciones más dispersas de acuerdo con las disimilitudes fenotípicas reales, ya que las magnitudes más pequeñas denotan el valor de cero en

las asociaciones.

(Fig. 3). Las agrupaciones de los ambientes calculados a partir de datos fenotípicos, los considera otro investigador (Gómez, 1977) como la mejor agrupación para estos efectos, lo que coincide con los efectos totales expresados en el rendimiento de grano, en el presente trabajo los cuales al separarse por 1.1 unidades, originan 5 grupos que son los que a continuación se presentan:

Gpo. F1). Mexicali, B.C.N. (L6), Navidad, N.L. (L7) y Buenavista, Coahuila (L8).

Gpo. F2). Delicias, Chih., (L3), Calera, Zac. (L4) y Cđ. Anáhuac, N.L. (L8).

Gpo. F3). Zaragoza, Coah. (L9).

Gpo. F4). Roque, Gto. (L1)

Gpo. F5). Sonora, Son. (L2).

En general esto indica que los ambientes buenos, (Roque, Gto.) con su rendimiento más alto se diferencia con su ambiente inmediato y Sonora, Son., a su vez con sus seguidores, ocurriendo lo mismo con el ambiente más desfavorable (Zaragoza, Coah.).

Con la utilización de agrupaciones utilizando Dendrogramas con efectos de interacción GE (Fig. 2 y A1) se intentó localizar en los medios ambientes extremos, en que lugar los genotipos reflejan un interacción más intensa, encontrando que por los dos métodos ( $\mu d$  y  $rc$ ) coinciden con sus resultados, mostrando en los medios ambientes más favorables, que los individuos probados interaccionan más con el medio ambiente a pesar de haber estandarizado primeramente los efectos de interacción GE, lo que concuerda con lo enunciado por Bucio, 1969, en su desarrollo matemático, y fué lo contrario en malos ambientes, debiéndose probablemente a las condiciones morfológicas que una planta tiene que desarrollar cuando sus genes actúan para rendimiento, mani

festando más áreas que actúan como interactuantes, o quizá se debió a las magnitudes diversas utilizadas. Este resultado no coincide con lo planteado por varios trabajos, (Márquez, 1976 y Márquez y Feagon, 1970), al utilizar la densidad de siembra baja, como representante de los buenos ambientes.

### 5.3 Cálculo de Componentes de Varianza y otros Parámetros.

Este punto no presenta amplia discusión ya que solamente se plantea como objetivo primario, (Cuadro 6); sin embargo, los resultados fueron buenos, (Márquez, 1976), Márquez, 1979, Gardner y Schauman, 1970, Vela Cárdenas, 1970, Agudelo y Márquez, 1975) utilizando las secuencias en la heredabilidad o - respuestas a selección en varios cultivos, lo que se relaciona con el C.V.A., mostrando una relación muy cercana a la heredabilidad como lo enuncia Vargas, 1979.

La utilización de la varianza aditiva en lugar de la genética se explica por que los materiales son genotipos con más de 4 autofecundaciones.

### 5.4 Ambiente óptimo para la manifestación de la diversificación genética.

Con el objeto de tener la secuencia de su diversificación se de terminaron varios parámetros considerados adecuados para la caracterización de una población genética y poder observarla en la distribución de la gran gama de ambientes utilizados.

La mayor diversidad medida como varianza la tienen los ambientes mejores Roque, Gto. y Cd. Obregón, Son., y se disminuye gradualmente hasta la localidad de Calera, Zac. (L4), para posteriormente empezar a incrementarse, al seguir decreciendo el ambiente pero sin sobrepasar los valores de los ambientes conti guos a Calera, Zac. (Figs. 1, A3, Cuadro 6).

El coeficiente de Varianza Aditiva es el parámetro que mejor expresa la variabilidad genética existente cuando los datos provienen de diferentes poblaciones, (Lonquist, 1967). Mediante el uso del C.V. es posible comparar la variación entre valores de diferente magnitud Ostle, 1965. En el presente trabajo se observaron varianzas cuando las poblaciones mostraron diferente magnitud en las diversas localidades, los valores representados dan una mejor idea de la variabilidad existente en las localidades con la expresión fenotípica en su diferente media, pudiéndose comparar a lo largo de las localidades. La mayor variación genética relativa se encuentra en los ambientes más desfavorables pero con una secuencia probabilística, teniendo máximos en sus extremos (medios ambientes Con y Sin presión ambiental) y un mínimo en el ambiente Calera, Zac. (L3).

Considerando el aspecto interacción GE para cada localidad, (Figs. 2 y A1), al tener una mayor magnitud en los ambientes buenos (sin stress) y menor en los ambientes malos, corroborado por la lata presencia de variación relativa del error (C.V.E) en ambientes con presión y menores en los sin presión el resto de la variación faltante sería ocasionada por la interacción GE quedando valores más pequeños para los ambientes malos. Otra prueba podría ser los mismos resultados obtenidos por varios investigadores (Russell y Teich, 1967), Bucio, - - - 1969, Gardner y Schaum, 1970) (y futurizado S<sub>4</sub> aplicación por Lewis y Christiansen, 1979).

Otros parámetros que también son efectivos para distinguir la secuencia de la variabilidad genética relativa de los ambientes son la heredabilidad, y el índice proporcional I - - - (C.V.G/C.V.P.).

Lo ideal para este trabajo hubiera sido que los C.V.E. hubiera tenido valores iguales en todas las localidades, y por consecuencia un mismo error.

El conocimiento de la variabilidad genética real de un genotipo es importante debido a la influencia que tiene sobre la heredabilidad. Respuesta a la selección y visualización del contenido genético real de una población para realizar una mejor selección, como se deduce de sus funciones expresadas. (Falconer, 1972).

## C O N C L U S I O N E S

Con base a los resultados obtenidos, los objetivos planteados quedan resueltos mediante algunas de las siguientes conclusiones y resultados obtenidos; todas las cuales se consideran limitadas a las condiciones en que se llevó a cabo el presente estudio.

- 1.- Los resultados con la utilización de parámetros de estabilidad y su clasificación al 0.01 de probabilidad se observó que existen en el programa de cereales de la UAA"AN" una mayor parte de genotipos clasificados por estabilidad, necesitándose además investigar todos los materiales del programa con este criterio, para mayor efectividad.
- 2.- El uso de desviaciones de regresión (Método de Eberhart y Russell 1966) para detectar interacción GE, parece que no coincidió con la clasificación taxonómica por efectos estandarizados de interacción GE, necesitándose un estudio posterior con ese objetivo presente.
- 3.- La clasificación para ambientes agrupa para efectos fenótípicos de mejor manera, el método de distancia euclidiana media.
- 4.- La clasificación para ambientes por sus efectos de interacción GE, para distinguir los ambientes que en los cuales el genotipo interactue más con el ambiente fueron favorables los métodos de distancia euclidiana y media y -- complemento de correlación, siendo más marcadas las tendencias con distancias euclidianas medias.
- 5.- Los componentes de varianza utilizados así como la heredabilidad, índice proporcional (C.V.A./C.V.P) x coefi---

cientes de variación son mostrados en los resultados y fundamentos por varias investigaciones relacionados.

- 6.- El ambiente óptimo en el sentido de expresión de la diversidad genética parece ser el expresado por el solicitante de varianza aditiva.
- 7.- Las discrepancias a cerca del cual es el mejor medio ambiente para selección parece estar en función del lugar que ocupa en la curva parabólica las escogidas para realizar sus pruebas.
- 8.- Detectar cual es el mejor ambiente y el peor para la diversidad óptima del genotipo requería de la utilización precisa de una gran gama de ambientes con el objeto de detectar los máximos de la curva.
- 9.- La selección en el ambiente con máxima presión es el mas adecuado para la selección de genotipos.
- 10.- De acuerdo a las diversas opiniones de la literatura revisada del tipo de acción génica actuantes en buenos y malos ambientes, parecen ubicarse en dos grupos de genes diferentes.
- 11.- Debido a la gran gama de reacciones de diversos caracteres en buenos y malos ambientes aumentó la posibilidad de obtener mejor resultado al utilizar los 2 ambientes (con y sin presión) y posteriormente buscar la complementación genética de lo ganado en los dos métodos.
- 12.- Los ambientes de Navidad N. L., y Zaragoza, Coah. son ambientes propicios para selección de plantas con el objeto de incrementar el rendimiento de grano.

13.- Se recomienda realizar otro estudio con un mayor rango y número de ambientes.

13.- Se recomienda realizar otro estudio con un mayor rango y número de ambientes.

## R E S U M E N

El presente estudio se efectuó con el objeto de evaluar las líneas seleccionadas desde el punto de vista de su estabilidad para tener una idea de programa de cereales de la UAA"AN". Además abordar el complicado problema a que se enfrenta el investigador al decidirse sobre el lugar donde debería realizar su selección, para lo cual se contó con un paquete de genotipos extraídos al azar a 3 de ellos, expuestos en 9 ambientes-compuesto cada paquete por 20 líneas y 5 variedades testigos, durante el ciclo de invierno 78-79.

Para determinar la estabilidad se emplea el modelo de Eberhart y Russell y para la clasificación la propuesta por Caraballo-1970, encontrando que un 40 % de los genotipos en el paquete fueron clasificados del tipo "a" (estables), mientras que la mayoría de los testigos no eran buenos; fueron buenos sensores de estabilidad solamente las variedades Pavón y Siete Cerros, con una probabilidad del 0.01 mostraron cualidades para poderse utilizar con tal fin a tal grado que Pavón cae dentro del concepto de variedad deseable (Eberhart y Russell).

Para el estudio de la diversidad óptima genética en la expresión de genotipos se requirió de otros objetivos primarios como fué, clasificar los ambientes con respecto a la contribución de la interacción GE, y calcular los componentes de varianza existentes así como otros parámetros con respectivas para la expresión de la diversidad genética, problema que se observó y abordó con la descomposición del método de bloques al azar para observar y transformar sus componentes de varianza fenotípica..

Se encontró que en la clasificación de ambientes con mayor presión presentaron, la menor interacción G-E y mayor en para los mejores ambientes (sin presión). Dentro de los componentes de varianza y parámetros calculados algunos coincidieron en-

las secuencias con otros investigadores.

Para la determinación del ambiente óptimo de la diversidad -- genética parece ser que el Coeficiente de Varianza Aditiva es el parámetro mas confiable para éste uso, teniendo una distri bución parabólica su función, donde los óptimos se encuentran en los ambientes extremos y el mínimo en el centro, pero debi do a la poca utilización cada vez mayor en la agricultura de ambientes buenos y a la magnitud tan grande de la interacción G-E, los medios ambientes malos se consideran los más óptimos.

## BIBLIOGRAFIA

- ABOU-EL-FITTOUH, H.A., RAWLINGS, J.D. AND MILLER, P.A. 1969 - - -  
CLASIFICACION OF ENVIRONMENTS TO CONTROL GENOTYPE BY  
ENVIRONMENT INTERACTIONS WITH AN APPLICATION TO -  
COTTON, CROP.SCI, 9:135-140.
- AGUDELO, L.C. y MARQUEZ, S.F. 1975. ESTIMACION DE LA HEREDABI-  
LIDAD POR MEDIO DE REGRESION PROGENIE-PROGENITOR USAN-  
DO COMPONENTES DE VARIANZA EN UNA POBLACION DE MAIZ,  
EN TRES DENSIDADES DE SIEMBRA SOBRETIRO AGROCIENCIA  
21:91-100. C.P. CHAPINGO, MEX.
- ALLARD, R.W. AND BRADSHAW, A.D. 1964. IMPLICATIONS OF GENOTYPE  
ENVIRONMENTAL INTERACTIONS IN APPLIED PLANT BREEDING.  
CROP. SCI. 4:503-507.
- ALLARD R.W. AND HANSCHKE, P.E. 1964. SOME PARAMETERS OF POPULA-  
TION VARIABILITY AND THEIR IMPLICATIONS IN PLANT  
BREEDING; IV VARIABILITY WITHIN AGRICULTURAL VARIETIES.  
ADV.AGR: 313-319.
- ANDERSON, R.L. AND HOUSEMAN, E.E. 1942. TABLES OF ORTHOGONAL  
POLYNOMIAL VALUES EXTENDED TO N=104. AGRICULTURAL  
EXPERIMENT STATION, IOWA STATE OF AGRICULTURE AND  
MECHANIC ARTS. STATISTICAL SECTION. AMES, IOWA. R.B.  
HETIN 297.
- BILBRO, J.D. AND RAY L.L. 1976. ENVIRONMENTAL STABILITY AN  
ADAPTATION OF SEVERAL COTTON CULTIVORS. CROP. SCI.  
16:821;824.
- BUCIO A.L. 1966. ENVIRONMENTAL AND GENOTYPE-ENVIRONMENTAL  
COMPONENTS OF VARIABILITY. I. INBRED LINES. HEREDETY  
21:387-379.

- CAMACHO, M.L. 1968. ESTABILIDAD Y ADAPTABILIDAD DE LINEAS HOMOCIGOTAS DE FRIJOL (*PHASEOLUS VULGARIS* L.) Y SU IMPLICACION EN LA SELECCION POR RENDIMIENTO. AGRONOMIA TROPICAL, VOL. XVIII, 2:211-224.
- CANEVET G. 1970. EL CALCULO CIENTIFICO. 1° EDICION COLECCION BETA No. 15.
- CARABALLO, C.A. 1970- TESIS.
- EBERHART, S.A. AND RUSSELL W.A. 1969. YIELD AND STABILITY FOR A 10-LINE DIALLEL OF SINGLE CROSS AND DOUBLE CROSS MAIZE HYBRIDS CROP. SCI. 9:357-359.
- CARABALLO C.A. Y MARQUEZ S.F. 1970. COMPARACION DE VARIEDADES DE MAIZ DE EL BAJIO Y LA MESA CENTRAL POR SU RENDIMIENTO Y ESTABILIDAD. AGROCIENCIA, CHAPINGO, MEX., VOL. 5:129;145.
- CASTRO, R.V.M. 1975. DETERMINACION DE LOCALIDADES PARA LA INVESTIGACION DE LA RESISTENCIA A LA SEQUIA EN PLANTAS, MEDIANTE LA EVALUACION DE GENOTIPOS DE MAIZ. TESIS M.C. C.P. CHAPINGO, MEX.
- CERVANTES, S.T. 1976. EFECTOS GENETICOS Y DE INTERACCION GENOTIPO-AMBIENTE EN LA CLASIFICACION DE RAZAS MEXICANAS DE MAIZ. TESIS D.C. C.P. ENA. CHAPINGO, MEXICO.
- CIMMYT, 1976a. RESULTADOS DEL SEXTO, SEPTIMO Y OCTAVO ENSAYOS INTERNACIONALES DE SELECCION DE TRIGOS HARINEROS - - (IBWSN), 1973-1975 25:36 pp MEXICO.
- CIMMYT, 1976 b. RESULTADOS DEL ONCEAVO ENSAYO INTERNACIONAL DE RENDIMIENTO DE TRIGO DE PRIMAVERA (ISWYN), 1974-1975 BOLETIN 35:94 p.

- CIMMYT, 1978. RESULTS OF THE THIRTEENTH INTERNATIONAL SPRING WHEAT YIELD NURSERY (ISWYN), 1976-1977 BOLETIN 40: 97 p.
- CIMMYT HOY, 1979. PROGRAMA DE ENSAYOS INTERNACIONALES DE TRIGO, TRITICALE Y CEBADA. CIRCULAR No. 10:14 p.
- COMSTOCK, R.E. AND ROBINSON, H.F. 1952. GENETICS PARAMETERS THEIR ESTIMATION AND SIGNIFICANCE. PROCEEDINGS OF THE SIXTH INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 1,284 291.
- CHAVEZ, CH. J. 1975. ESTABILIDAD DEL RENDIMIENTO DE GRANO DE AVENA (AVENA SATIVA L.) EN DIFERENTES AGRUPAMIENTOS AMBIENTALES. TESIS M.C. C.P. CHAPINGO, MEXICO.
- EBERLTART, S.A. AND RUSSEL, W.A. 1966. STABILITY PARAMETERS FOR COMPARING VARIETIES. CROP. SCI. 6:36-40.
- ESTRADA M.A. 1977. SELECCION MASAL Y SELECCION MODIFICADA DE MAZORCA POR SURCO EN DOS VARIEDADES DE LA RAZA ZAPALO TE CHICO. TESIS M.C. CSAT. TABASCO, MEXICO.
- FANTULA, T. AND FREY. K.J. 1976. REPEABILITY OF REGRESSION - - STABILITY INDEXES FOR GRAIN YIELD OF OATS (AVENA - SATIVA L.) EUPHYTICA. 25:21:28.
- FISHER, R.A. 1926. THE ARRANGEMENT OF FIELD EXPERIMENTS. JOURNAL OF THE MINISTRY OF AGRICULTURE 33:503-513.
- FREY K.J. 1972. STABILITY INDEXES FOR ISOLINES OF OATS (AVENA SATIVA L.) CROP. SCI. 12:809-812.
- FRIPP, Y.J. AND CATEN, C.E. 1973. GENOTYPE-ENVIRONMENTAL - - - INTERACTIONS IN SCHIZOPHYLLUM COMMUNE: III THE - - -

RELATIONSHIP BETWEEN EXPRESSION AND SENSITIVITY TO  
CHANGE IN ENVIRONMENT. HEREDITY 30:341-349.

GOMEZ, M.N. 1977 ESTABILIDAD DEL RENDIMIENTO Y DE LIMITACIONES  
DE AREAS DE CULTIVO DEL SORGO PARA GRANO EN MEXICO  
TESIS M.C. C.P. CHAPINGO, MEX.

GONZALEZ, M. J.L. 1979.

GOWER, J.C. 1966. SOME DISTANCE PROPERTIES OF LATENT ROOT AND  
RECTOR METHODS USED IN MULTIVARIATE ANALYSIS. - - -  
BIOMETRICA 53:325-338.

HERMILD, A.A., NOEL, G.M. Y AQUILES, C.C. 1977. SELECCION POR  
RENDIMIENTO Y ESTABILIDAD DE LOS HIBRIDOS DE SORGO  
PARA GRANO FORMADOS EN MEXICO. AVANCES EN LA ENSEÑAN  
ZA Y LA INVESTIGACION 1976-1977. C.P. CHAPINGO, MEX.  
pp. 56-57.

HILL J. 1975. GENOTYPE-ENVIRONMENT INTERACTIONS A CHALLENGE FOR  
PLANT BREEDING. J. AGRIC. SCI., CAMB., 85:477-493.

HORNER, T.W. AND FREY, J.K. 1975 <sup>10</sup>METHODS FOR DETERMINING  
NATURAL AREAS FOR OAT VARIETAL RECOMENDATIONS. AGRON.  
J. 49:313;315.

IMMER, F.R. et. al. 1934. STATISTICAL DETERMINATION OF BARLEY  
VARIETAL ADAPTATION. JOURNAL OF THE AMERICAN SOCIETY  
OF AGRONOMY 26:403-419.

INIA, 1976. INIA XV AÑOS DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS INIA.

JARDINE, N. AND SIBSON J. 1971. MATHEMATICAL TAXONOMY JOHN  
WILEY AND SONS LTD. NEW YORK.

- JOHANNSEN, W. 1909. ELEMENTE DER ERAKTEN ERBLICHKEITSLEHRE, 1st. ED. SENA: GUSTAV FISHER 515 p.
- JOPPA, L.R. LEBSOK, L.K. AND BUSH, R.H. 1971. YIELD STABILITY OF SELECTED SPRING WHEAT CULTIVARS (TRITICUM AESTIVUM L. EM THELL) IN THE UNIFORM REGIONAL NURSERIES, 1959 to 1968. CROP. SCI. 11:238-241.
- LEWIS, C.E. Y CHRISTIANSEN M.N. 1979. MEJORAMIENTO DE PLANTAS PARA AMBIENTES ADVERSOS (STRESS) II SIMPOSIO DE GENOTECNIA VEGETAL. IOWA STATE UNIVERSITY, USA, TRADUCCION. DR. FIDEL MARQUEZ SANCHEZ.
- LONQUIST, J.H. 1967. GENETIC VARIABILITY IN MAIZE AND INDICATED PROCEDURES FOR ITS MAXIMUM UTILIZATION. CIENCIA E CULTURA 19:135.144.
- MARTINEZ, W.D. TOREBROSA, M.C. Y MARTINEZ B.R. 1970. ESTABILIDAD FENOTIPICA DE POBLACIONES HETEROCIGOTAS EN MAICES DE CLIMA FRIO. FITOTECNIA LATINOAMERICANA 7:71-84.
- MARQUEZ, S.F. 1972. DETERMINACION DE LA VARIANZA DE LA INTERACCION GENETICO-AMBIENTAL (INTRA-AMBIENTAL) EN MEZCLAS VARIETALES DE MAIZ. INFORME BIANUAL DE ACTIVIDADES DE GENETICA 1970-1971. CP. CHAPINGO, MEXICO. pp. 48-50.
- MARQUEZ, S.F. 1976. EL PROBLEMA DE LA INTERACCION GENETICO-AMBIENTAL EN GENOTECNIA VEGETAL. PATENA, AC., CHAPINGO MEXICO.
- MARQUEZ, S.F. 1979. RESPUESTA ESPERADA A LA SELECCION A LARGO PLAZA EN MAIZ, EN BASE A UN ESTUDIO DE UNA MEZCLA - INTERVARIETAL. PRIMERA EDICION. C.P. CHAPINGO, MEX.

- MARQUEZ, S.F. Y CORDOVA H.O. 1976. EFECTO DEL NUMERO DE LINEAS ENDOGAMICAS SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE SINTETICOS DE MAIZ II INFORMATIVO DEL MAIZ, NUMERO EXTRAORDINARIO DE INVESTIGACION II: 15-23.
- MILLER, P.A. WILLIAMS, J.C. AND ROBINSON H.F. 1959 VARIETY X ENVIRONMENT INTERACTIONS IN COTTON VARIETY TEST AND THEIR IMPLICATIONS ON TESTING METHODOS AGRON. JOUR. 51: 132-134.
- MOLL, R.H., AND STUBER, C.W. 1974. QUANTITATIVE GENETICS - - - EMPIRICAL RESULTS RELEVANT TO PLANT BREEDING. ADV. AGRON. 26 (II) 287-295.
- MONGOMERY, V.E. SHORTER, R. AND BYTH, D.E. 1974. GENOTYPE X - - ENVIRONMENT INTERACTIONS AND ENVIRONMENTAL ADAPTATION I. PATTERN ANALYSIS-APPLICATION TO SOYA BEAN POPULATIONS. AUSTRALIAN JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH - 25: 59-72.
- OSTLE, B. 1965. ESTADISTICA APLICADA. TRADUCCION DE LA SERNA - EDIT. V.W. LIMUSA. MEXICO p. 84.
- QUINTERO S. R. 1978. DETERMINACION DE METODOS INDIRECTOS DE SELECCION PARA EL MEJORAMIENTO EN AVENA (AVENA SATIVA L.) TESIS U.M.S.N.H.
- RADFORD, E.A. et. al. 1974. VASCULAR PLANT SYSTEMATICS U.S.A. pp. 485-502.
- ROBBERTSE P.J. 1974. DETERMINATION OF THE COMPONENTS OF MAIZE CULTIVAR YIELD. PLANT BRED. ABST. 44.
- RODRIGUEZ R.R. et. al. 1966. TRIGO HIBRIDO. SU POTENCIAL PARA ALIMENTAR UNA CRECIENTE POBLACION MUNDIAL. FOLLETO INVESTIGACION No. 3 CIMMYT, MEXICO.

- RUSSEL, W.A. AND EBERHART, S.A. 1968. TESTERUSSES OF ONE AND TWO EAR OF CORN BELT MAIZE INBREDS, II, STABILITY OF PERFORMANCE IN DIFFERENT ENVIRONMENTS. CROP. SCI. - 248-251.
- SINHA, S.P. et.al. 1977. COMPARACION DE ALGUNOS METODOS AGLOMERATIVOS DE CLUSTER. ANALYSIS "UAAAN". MONOGRAFIA - - 3:6: 547-564.
- SNEATH, P.H. AND SOKAL, R.R. 1963. NUMERICAL TAXONOMY. W.H. - - FREEMAN AND CO. SAN FCO. U.S.A.
- SOKAL, R.R. AND SNEATH P.H. 1963. PRINCIPLES OF NUMERICAL - - TAXONOMY. EDIT. W.H. FREEMAN AND CO. SAN FCO. USA.
- SOLIS D.R.R. 1974. ALGORITMOS ESTRATEGIAS Y MODELOS PARA METODOS DE AGRUPACION. TESIS, M.C. C.P. ENA. CHAPINGO, MEXICO.
- STEEL, R.G.D. AND THORIE J.H. 1960. PRINCIPLES AND PROCEDURES OF STATISTICS WITH SPECIAL REFERENCE TO THE BIOLOGICAL SCIENCES. M.C. GROW-HILL, NEW YORK. p. 20.
- STUBER, C.W., WILLIAMS, W.P. AND MOLL R.H. 1973. EPISTASIS IN MAIZE (ZEA MAYS L.) III. SIGNIFICANCE IN PREDICTIONS OF HYBRID PERFORMANCES. CROP-SCI. 13:195-200.
- TORRICO P., B.R. 1973. COMPORTAMIENTO EN AMBIENTES VARIABLES DE 20 VARIEDADES DE MAIZ (ZEA MAYS L.) DESARROLLADAS EN CONDICIONES CONTRASTADAS DE MEDIO AMBIENTE. TESIS M.C. COLEGIO DE POSTGRADUADOS, CHAPINGO, MEXICO.

VARGAS, S.J.E. 1979 EFECTO DE LA SELECCION MASAL EN LOS PARAMETROS GENETICOS DE LA VARIEDAD DE MAIZ ZAC, 58 Y RESPUESTA A DIVERSOS METODOS DE SELECCION TESIS M.C.  
C.P. CHAPINGO, MEXICO, 117 p.

A P E N D I C E

Cuadro A1. Cuadrados medios y significancias para 9 ambientes.

F.V.	g.l.		C.M. para Localidades								
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9		
Genotipos	24	5.9875**	Δ	5.9549**	1.51022**	0.7363	1.1063**	1.9277	1.6812**	1.1800**	0.7816**
Repeticio- nes.	3	0.6649	2	0.3530	2.4156**	0.2345	0.6897*	2.386	0.3125	7.8304**	0.1500

Δ los espacios sin grados de libertad les corresponden 10 de L1.

\* significancia al 0.05

\*\* significancia al 0.01

**Cuadro A2. Cuadrados medios y significancias para el análisis combinado.**

<b>F.V.</b>	<b>g.l.</b>	<b>C.M.</b>
<b>Genotipos (G)</b>	<b>24</b>	<b>4.6284**</b>
<b>Localidades (E)</b>	<b>8</b>	<b>326.6654**</b>
<b>G X E</b>	<b>192</b>	<b>2.0297**</b>
<b>Repeticiones/E</b>	<b>26</b>	<b>1.7217**</b>

**\* Significancia al 0.05**

**\*\* Significancia al 0.01**

Cuadro A3, Medias de rendimiento/ha en 9 ambientes e índices ambientales

L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	$\Sigma$	$\bar{X}_{i..}$
8.6945	7.1632	5.4125	3.6320	3.6888	3.8083	3.0210	1.8834	2.0242	39.3279	4.3698
6.3507	8.1632	4.8750	4.0420	4.3633	3.0667	3.0667	2.6459	2.5825	39.5436	4.3937
6.5528	8.6667	5.7854	4.2361	3.6818	4.4624	2.4290	2.2042	1.7733	39.7917	4.4213
5.3993	7.3577	4.7083	4.0208	4.1165	4.0166	2.8790	2.1042	1.7050	36.3074	4.0342
5.6389	7.0243	4.4188	4.2611	3.8728	4.0625	3.1458	3.1792	1.9917	37.5951	4.1772
6.8333	7.8403	6.0000	4.0000	4.1248	3.1500	2.5793	2.6959	1.5209	38.7445	4.3049
6.9688	6.3056	4.1021	4.6806	2.9965	3.1250	2.7250	3.0833	1.1508	35.1377	3.9042
8.1189	6.4722	4.6709	3.7986	3.3533	3.5209	2.7457	2.2708	1.5008	36.4521	4.0502
6.2639	3.1910	5.1970	4.4861	2.3595	3.1750	2.3625	2.5863	0.8033	30.4246	3.3805
5.7465	6.3577	4.1313	4.6875	3.8420	3.4209	2.9918	2.0169	1.3959	34.5903	3.8434
7.2500	6.3472	4.5163	3.7847	3.6798	2.7625	3.6750	2.0125	1.6217	36.2497	4.0277
7.1146	6.3368	4.6583	4.5972	3.5060	4.2150	2.8290	2.6938	1.7442	37.6949	4.1883
5.9514	6.8194	4.3708	3.8750	3.9623	2.4250	2.3708	3.1958	1.2200	34.1905	3.7989
6.1840	6.1354	5.3625	4.0139	4.4010	2.4792	2.6793	2.1208	1.4275	34.8036	3.8671
6.2986	7.6493	6.0908	4.1736	3.8263	2.6625	2.4848	1.4250	2.0067	36.6176	4.0686
9.0660	8.4236	4.8479	4.9236	3.6565	3.3375	3.0918	1.9208	1.8533	41.1210	4.5690
7.2534	7.2257	5.1188	3.9503	3.3028	1.3333	3.3250	2.7958	1.6142	35.9273	3.9919
8.6355	6.9132	5.3604	4.8680	3.5968	2.5917	2.8583	1.5542	1.7325	38.1106	4.2345
6.8472	6.4722	5.4458	4.7710	3.0613	2.9042	2.7415	1.8208	0.7450	34.809	3.8677
8.6320	4.9792	5.5238	5.2570	4.6129	3.3833	1.7583	1.9375	1.7867	37.8706	4.2078
5.6320	5.0910	4.8354	3.4236	3.0317	2.5875	4.4540	2.3054	1.5783	32.9389	3.6599
4.8021	5.5556	4.8793	3.8611	3.0372	2.9542	2.2708	2.9917	1.1075	31.4595	3.4955
7.8750	7.2396	5.8584	5.2430	4.3765	2.7792	4.2210	2.4083	2.3617	42.3627	4.7070
5.7431	4.9375	3.8030	3.9710	3.8448	2.2667	1.5585	1.1225	1.6367	28.8838	3.2093
168.5713	164.9142	125.469	106.545	92.0194	77.9568	71.7515	57.9373	39.8336	904.9981	4.0222
$\bar{X}_{.j}$	6.7429	5.0187	4.2618	3.6808	3.1183	2.8701	2.3175	1.5933		
$\bar{T}_j$	2.7207	2.5744	0.9965	0.2396	-0.3414	-0.9039	-1.7047	-2.4289		= 26.14664514

Cuadro A4. Análisis de varianza para el cálculo de parámetros de estabilidad para 20 líneas y 5 variedades de trigo harinero probadas en 9 ambientes durante el ciclo 78-79.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.F.
Total	224	780.35529			
Variedades	24	27.75157	1.15632	2.65711**	1.52 1.79
Ambientes	200 8	752.60372			
Variedades x Ambiente	192				
Ambientes (Lineal)	1	653.69801			
Variedades x Ambientes (Lineal)	24	22.74952	0.94790	2.17818**	
Desviaciones Ponderadas	175	76.15619	0.43518	3.30634**	1.00 1.00
Variedad	1	3.13267	0.44752	3.40009**	2.01 2.64
	2	3.28696	0.46957	3.56762**	
	3	4.70503	0.67215	5.10675**	
	4	3.26007	0.46572	3.53847**	
	5	1.99194	0.28456	2.16198*	
	6	1.66938	0.23848	1.81188N.S.	
	7	2.27250	0.32464	2.46649*	
	8	2.14881	0.30697	2.33224*	
	9	8.81478	1.25925	9.56731**	
	10	3.60503	0.51500	3.91278**	
	11	1.72365	0.24624	1.87084N.S.	
	12	1.61732	0.23105	1.75543N.S.	
	13	1.46965	0.20995	1.59951N.S.	
	14	2.39107	0.34158	2.59520*	
	15	1.46703	0.20995	1.59231N.S.	
	16	2.52464	0.45899	3.48724**	
	17	2.52464	0.36066	2.74016	
	18	4.07474	0.58211	4.42266**	
	19	2.23922	0.31989	2.43041*	
	20	1.06053	0.15150	1.15104N.S.	
	21	9.21273	1.31610	9.99924**	
	22	3.60120	0.51446	3.90868**	
	23	2.09209	0.29887	2.27070*	
	24	1.96155	0.28022	2.12901*	
	25	2.62066	0.37438	2.84440**	
Error Ponderado	624		0.13162		

\* Significancia al 0.05

\*\* Significancia al 0.01

Cuadro A5. Matriz de disimilitud para los 9 ambientes mediante RC.

I	1	2	3	4	5	6	7	8
2	1.66	1.33	0.91	0.99	1.19	1.41	1.05	1.25
3	1.83	1.55	1.06	0.84	1.36	1.03	1.17	1.35
4	1.26	0.79	1.06	0.52	1.39	1.03	1.05	1.25
5	1.18	1.02	1.06	0.54	1.39	1.03	1.17	1.35
7	0.95	1.03	0.53	0.70	1.39	1.03	1.17	1.35
8	1.05	1.06	1.30	1.25	1.39	1.03	1.17	1.35
9	0.61	0.96	1.30	1.25	1.39	1.03	1.17	1.35

MATRIZ DE COEFICIENTES DE DISIMILARIDAD

$D(I, J) = \text{PROMEDIO DEL CUADRO DE LA DISTANCIA EUCLIDEANA}$

1700 m

Cuadro A6. Matriz de disimilitud para los 9 ambientes, por el método RC.

\*\*\*\*\*  
 05112001

L 1 2 3 4 5 6 7 8

	1	2	3	4	5	6	7	8
2	1.14	0.95	1.03					
3	1.00	1.45	0.92	1.07				
4	1.45	1.05	0.92	0.91	1.18			
5	1.28	1.16	1.29	1.10	1.12	1.26		
6	1.12	1.24	1.16	1.05	1.04	0.85	0.83	
7	1.39	1.23	1.31	1.24	0.54	1.09	0.90	
8	1.18	1.08	1.27	1.24	0.54	1.09	0.90	1.11

D(I, J) = PROMEDIO DEL CUADRADO DE LA DISTANCIA EUCLIDEANA

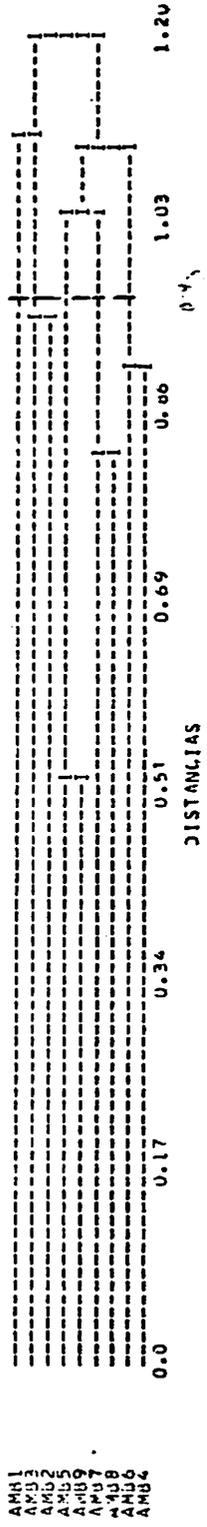




18	0.74	0.82	0.77	1.18	0.97	0.95	0.70	0.93	0.70	0.61
19	0.81	0.74	0.60	1.05	1.00	0.80	0.91	0.74	0.91	0.79
20	0.59	0.67	0.74	0.62	0.69	0.77	0.69	0.71	0.69	0.81
21	0.87	1.04	0.93	1.00	1.12	0.92	1.03	0.59	1.03	0.79
22	0.99	1.01	0.92	1.03	0.84	0.90	0.99	0.92	0.99	0.90
23	1.05	0.66	0.76	0.72	0.50	0.66	0.50	0.59	0.50	0.67
24	0.87	0.80	0.70	1.03	0.82	0.55	0.53	0.77	0.77	0.57
25	1.07	1.14	1.00	1.23	1.10	0.72	0.90	0.63	0.90	0.72
1	0.87	0.60	0.58	0.91	0.67	0.53				
2	0.65	0.86	0.65	0.94	0.77	0.63				
3	0.68	0.71	0.71	0.94	0.74	0.57				
4	0.99	0.60	0.47	0.80	0.71	0.53				
5	1.31	0.55	0.41	0.80	0.71	0.53				
6	0.46	0.43	0.41	0.80	0.71	0.53				
7	0.87	0.43	0.41	0.80	0.71	0.53				
8	0.53	0.43	0.41	0.80	0.71	0.53				
9	0.78	0.43	0.41	0.80	0.71	0.53				
10	0.95	1.11	0.86	1.22	0.84	0.84				
11	0.98	0.74	0.56	1.28	1.12	0.84				
12	0.94	0.82	0.77	1.18	0.97	0.95				
13	1.02	0.74	0.60	1.05	1.00	0.80				
14	0.99	0.67	0.74	0.62	0.69	0.77				
15	1.15	1.04	0.93	1.00	1.12	0.92				
16	0.94	1.01	0.92	1.03	0.84	0.90				
17	0.84	0.66	0.76	0.72	0.50	0.66				
18	1.09	0.80	0.70	1.03	0.82	0.55				
19	0.67	0.81	0.77	1.03	0.82	0.55				
20	0.84	0.81	0.70	1.03	0.82	0.55				
21	0.52	0.81	0.77	1.03	0.82	0.55				
22	1.22	1.14	1.00	1.23	1.10	0.72				
23	0.83	0.84	0.72	1.03	0.82	0.55				
24	0.72	0.72	0.72	1.03	0.82	0.55				
25	0.75	1.13	1.00	1.23	1.10	0.72				
26	1.10	1.13	1.00	1.23	1.10	0.72				
27	0.80	0.80	0.80	1.03	0.82	0.55				
28	0.97	0.84	0.77	1.03	0.82	0.55				
29	0.97	0.84	0.77	1.03	0.82	0.55				
30	0.97	0.84	0.77	1.03	0.82	0.55				
31	0.97	0.84	0.77	1.03	0.82	0.55				
32	0.97	0.84	0.77	1.03	0.82	0.55				
33	0.97	0.84	0.77	1.03	0.82	0.55				
34	0.97	0.84	0.77	1.03	0.82	0.55				
35	0.97	0.84	0.77	1.03	0.82	0.55				
36	0.97	0.84	0.77	1.03	0.82	0.55				
37	0.97	0.84	0.77	1.03	0.82	0.55				
38	0.97	0.84	0.77	1.03	0.82	0.55				
39	0.97	0.84	0.77	1.03	0.82	0.55				
40	0.97	0.84	0.77	1.03	0.82	0.55				
41	0.97	0.84	0.77	1.03	0.82	0.55				
42	0.97	0.84	0.77	1.03	0.82	0.55				
43	0.97	0.84	0.77	1.03	0.82	0.55				
44	0.97	0.84	0.77	1.03	0.82	0.55				
45	0.97	0.84	0.77	1.03	0.82	0.55				
46	0.97	0.84	0.77	1.03	0.82	0.55				
47	0.97	0.84	0.77	1.03	0.82	0.55				
48	0.97	0.84	0.77	1.03	0.82	0.55				
49	0.97	0.84	0.77	1.03	0.82	0.55				
50	0.97	0.84	0.77	1.03	0.82	0.55				

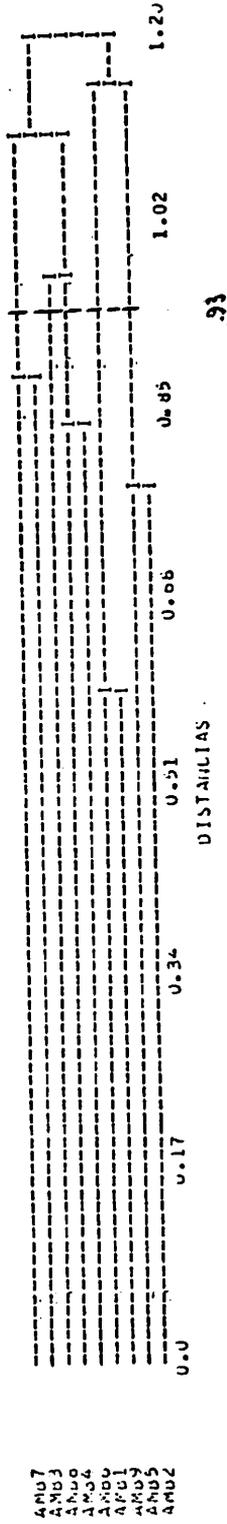


FIG. A1. Dendrograma para los 9 ambientes, con efectos de Interacción GE, por el método R.C.



T A X O N T E R M I N O F J E C U L I O N N O R M A L

FIG. A2. Dendrograma de agrupaciones de 9 ambientes por el método de RC.



DISTANCIAS

11

... A O N TERMINO EJECUCION NORMAL

FIG. A3. Funciones de la  $h^2$  y C.V.A. observados en 7 ambientes eliminando L6 y L8.

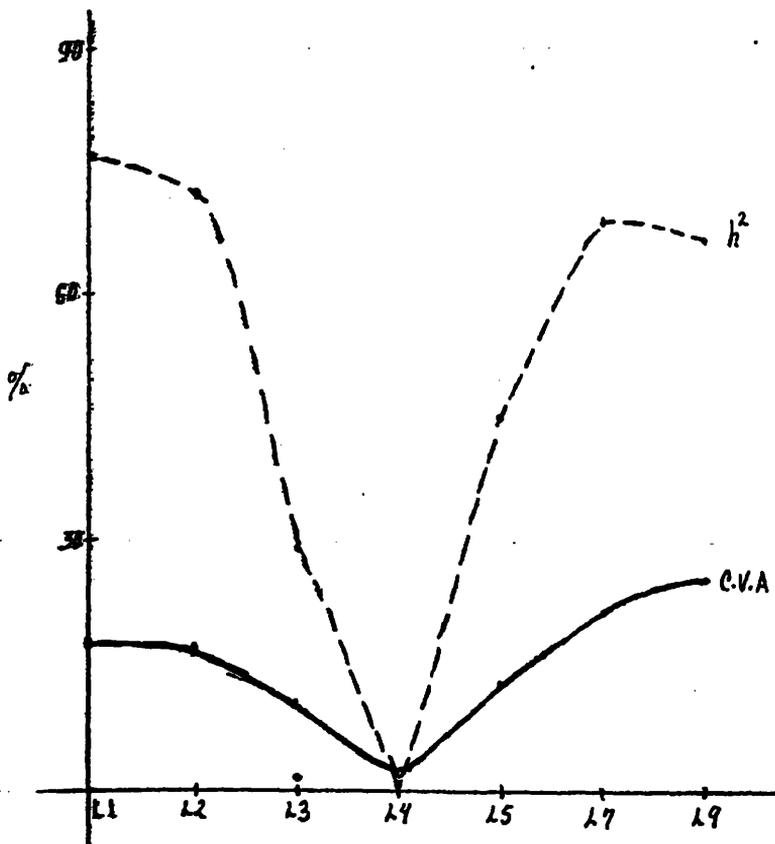
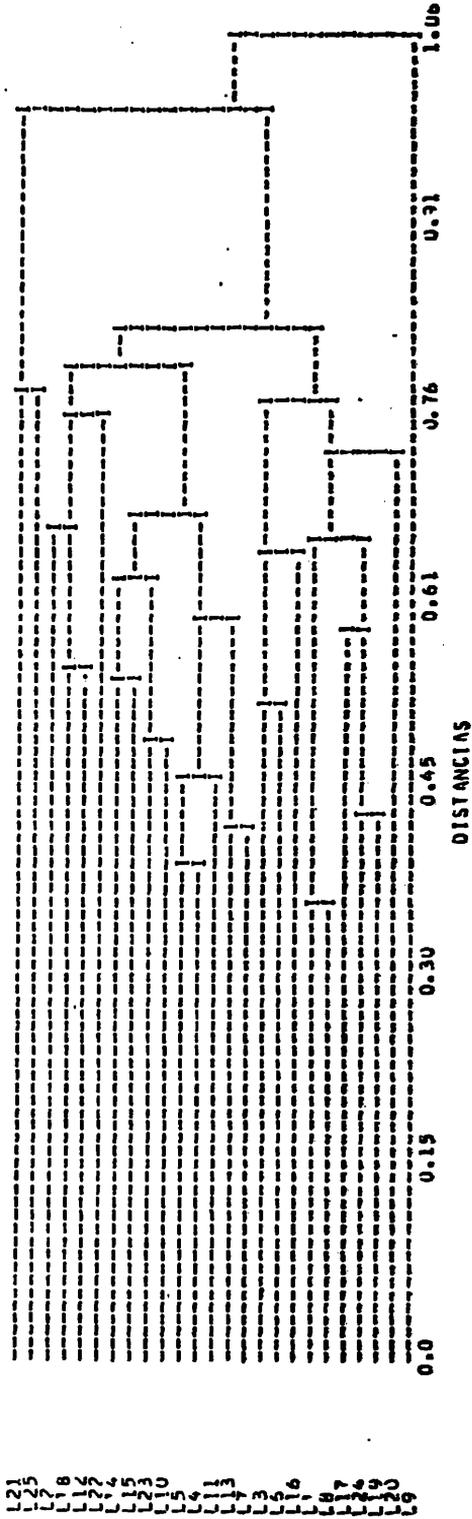
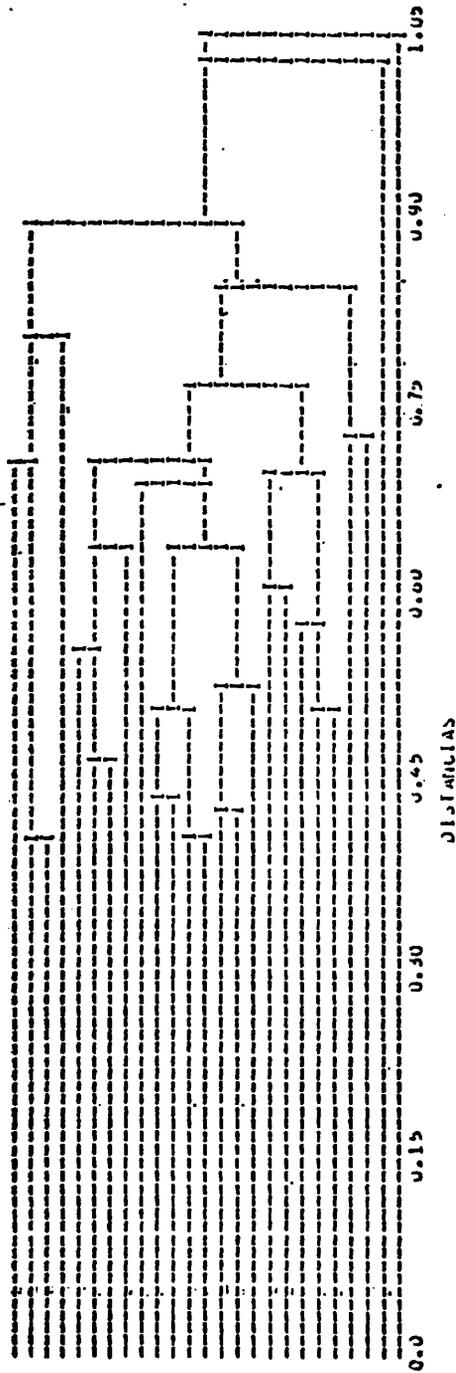


FIG. A4. Dendrograma con efectos de Interacción GE para los 25 genotipos por el método MD.



T A R D N T E R M I N O E J E C U C I O N N O R M A L

FIG. A5. Dendrograma con efectos de interacción GE para los 25 genotipos utilizando el método RC.



T A X O N T E R M I N O E J E C U C I O N N U R M A L