



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA

**PARAMETROS DE ESTABILIDAD
Y CLASIFICACION DE AMBIENTES PARA EL CULTIVO
DEL MAIZ EN LA REGION TEMPLADA DEL
ESTADO DE GUERRERO**

Tesis Profesional

JUAN CAÑEDO CASTAÑEDA

INGENIERO AGRONOMO
ORIENTACION FITOTECNIA
GUADALAJARA, JAL., 1980

AGRADECIMIENTOS

INSTITUCIONES

A la Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara por haberme formado profesionalmente en sus aulas.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas por facilitarme los elementos necesarios para la elaboración de ésta tesis.

PERSONAS

Al amigo y compañero Ing.M.C. Noel Gómez M., por su desinteresada asesoría en la planeación y desarrollo del trabajo.

Al Ing.M.C. y amigo Jesús Sánchez González, por su valiosa ayuda en los trabajos de computación.

Al Dr. Tarcicio Cervantes S., por las sugerencias en lo referente a clasificación de ambientes.

Al Dr. Aquiles Carballo C., por la revisión y sugerencias en el manuscrito, así como por las indicaciones y el interés que ha mostrado siempre por los trabajos experimentales que desarrolla el programa de Maíz y Sorgo del Campo Agrícola Experimental de Iguala, Gro.

A los Asesores de la Escuela de Agricultura que revisaron - ésta tesis, los compañeros y amigos Ing.M.C. Salvador Hurtado y de la Peña, Ing.M.C. Raymundo Velazco N. y el Ing. Antonio Sandoval M.

Y pongo de manifiesto mi reconocimiento a todos los compañeros, científicos y trabajadores que colaboraron en diferentes formas en ésta investigación, entre ellos el Ing.M.C. Enrique Romo C., Ing. Pablo Murillo N., Antonio Soriano A., Felipe - Soriano A., J. Luis Hernández B. y otros más que será largo enumerar.

A la Sra. Yolanda Alvear C., por su valiosa ayuda en el trabajo mecanográfico.

DEDICATORIA

A la memoria de mi abuelito Donaciano (Don Chano)
Cañedo G., respetable individuo, intransigente en -
la defensa de los principios del hombre, cuya con -
ducta influyó en mi formación y la de mis hermanos.

Solo conocemos una única cien-
cia, la ciencia de la historia. La histo-
ria sólo puede ser considerada desde dos
aspectos, devidiéndola en historia de la
naturaleza é historia de la humanidad.

Sin embargo, no hay que divi-
dir estos dos aspectos; mientras existen
hambres, la historia de la naturaleza y -
la historia de los hombres se condicionan
recíprocamente.

Carlos Marx.

Con cariño y admiración a mis padres (y a mis abuelitos)
Sr., Juan Cañedo Z. -orgulloso ferrocarrilero- y Sra. Ramo
na Castañeda de C., cuyo esfuerzo y dedicación me permitie-
ron entregar algo a la sociedad, para ellos mi eterno agra-
decimiento.

A mi esposa Liliana y a su mamá Doña Geña.

A mis hijas Karinita y Mayita.

A mis hermanos, Victor, Arturo, Pedro, Cuahutémoc, Chano,
Xóchitl, Lupita, Fernando y Roy.

A mis sobrinitos Arturito y Chuyito

A mis tíos, primos, y sus familias.

A los obreros y campesinos pobres.

C O N T E N I D O

	PAG.
LISTA DE CUADROS	Vii
RESUMEN	Xi
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	5
2.1. Interacción Genotipo-Ambiente	5
2.2. Clasificación de Ambientes	16
III. MATERIALES Y METODOS	24
3.1 Descripción y localización de la región en estudio	24
3.1.2 Localidad y ambientes de prueba	24
3.2 Material experimental	25
3.2.1 Diseño experimental	25
3.2.2 Unidad experimental	26
3.2.3 Tecnología general de producción	26
3.2.4 Análisis de varianza	26
3.3 Parámetros de estabilidad	26
3.3.1 Análisis de varianza de parámetros de estabilidad	31
3.3.2 Análisis de estabilidad para diferentes agrupamientos ambientales y número de variedades	34
3.4 Clasificación de ambientes	35

	PAG.
3.4.1 Procedimientos estadísticos	38
3.4.2 Medidas de disimilitud	39
3.4.3 Distancia euclídiana	39
3.4.4 Coeficiente de correlación	40
3.4.5 Clasificación de ambientes considerando dife rente número de caracteres y ambientes	40
3.5 Método de agrupación	41
IV. RESULTADOS	42
4.1. Análisis de varianza para estimar los paráme tros de estabilidad	42
4.1.2 Adaptación de los genotipos de acuerdo a los valores de los parámetros de estabilidad ..	48
4.1.3 Disimilitud de ambientes	49
4.1.4 Dendrogramas del experimento IV	51
4.1.5 Dendrogramas del experimento V	52
V. DISCUSION	61
5.1 Parámetros de estabilidad	61
5.1.2 Sugerencias	65
5.1.3 Similitud de ambientes	66
VI. CONCLUSIONES	70
6.1 Parámetros de estabilidad	70
6.1.2 Disimilitud de ambientes	71
VII. APENDICE	73
VIII. BIBLIOGRAFIA	81

LISTA DE CUADROS

		PAG.
Cuadro 1.	Ambientes y climatología de las localidades de prueba	27
Cuadro 2.	Tabla de doble clasificación de los datos de rendimiento de grano de las variedades de maíz.	29
Cuadro 4.	Genotipos utilizados en las pruebas de parámetros de estabilidad	36
Cuadro 11.	Análisis de varianza para el experimento I, que estima los parámetros de estabilidad de 18 variedades y 10 ambientes.....	42
Cuadro 12.	Análisis de varianza para el experimento II que estima los parámetros de estabilidad de 30 variedades y 6 ambientes	43
Cuadro 13.	Análisis de varianza para el experimento III = estima los parámetros de estabilidad de 31 variedades y 4 ambientes	44
Cuadro 14.	Rendimiento promedio y valores de los parámetros de estabilidad estimados para 18 genotipos en 10 ambientes (exp. I)	45
Cuadro 15.	Rendimiento promedio y valores de los parámetros de estabilidad estimados para 30 genotipos y 6 ambientes (exp. II).....	46
Cuadro 16.	Rendimiento promedio y valores de los parámetros de estabilidad estimados para 31 genotipos y 4 ambientes (exp. III).....	47
Cuadro 17.	Variedades detectadas para cada situación de adaptación en los 3 experimentos	50
Cuadro 18.	Promedio de los caracteres estimados en los ambientes del experimento V	60

Cuadro 19.	Promedio del rendimiento de los ambientes en el experimento IV	60
------------	--	----

LISTA DE CUADROS DEL APENDICE

Cuadro 3.	Análisis de varianza para estimar los parámetros de estabilidad	74
Cuadro 5.	Ambientes y rendimiento de los genotipos del agrupamiento 1	75
Cuadro 6.	Ambientes y rendimiento de los genotipos en el agrupamiento 2	76
Cuadro 7.	Ambientes y rendimiento de los genotipos en el agrupamiento 3	77
Cuadro 8.	Valores individuales de efecto fenotípicos (Yij)	78
Cuadro 9.	Valores individuales de los efectos de interacción G-A (Yij)	78
Cuadro 10.	Ambientes y caracteres medidos en 18 ambientes.	79

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Distribución geográfica de las localidades de prueba	28
Figura 2.	Dendrograma que clasifica 10 ambientes para el cultivo del maíz en la zona intermedia del Estado de Guerrero obteniendo de los efectos de interacción G-A y que clasifica el coeficiente de correlación	53

Figura 3.	Dendrograma de 10 ambientes para el cultivo del maíz en la zona intermedia del Estado de Guerrero obteniendo de los efectos fenotípicos y el coeficiente de correlación	54
Figura 4.	Dendrograma que clasifica 10 ambientes para el cultivo del maíz en la zona intermedia del Estado de Guerrero obtenida de los efectos fenotípicos y la distancia euclidiana	55
Figura 6.	Dendrograma de 7 ambientes para el cultivo del maíz en la zona intermedia del Estado de Guerrero obteniendo de los efectos de interacción G-A y la distancia euclidiana	56
Figura 7.	Dendrograma de 7 ambientes para el cultivo del maíz en la zona intermedia del Estado de Guerrero obteniendo de los efectos de interacción G-A y el coeficiente de correlación	57
Figura 8.	Dendrograma de 7 ambientes para el cultivo del maíz en la zona intermedia del Estado de Guerrero obteniendo de los efectos fenotípicos y la distancia euclidiana	58
Figura 9.	Dendrograma de 7 ambientes para el cultivo del maíz en la zona intermedia del Estado de Guerrero, obteniendo de los efectos fenotípicos y el coeficiente de correlación	59

LISTA DE FIGURAS DEL APENDICE

PAG.

Figura 5.	Dendrograma que clasifica 10 ambientes para el - cultivo del maíz en la zona intermedia del Estado de Guerrero, obteniendo de los efectos G-A y que clasifica la distancia euclidiana	80
-----------	--	----

R E S U M E N

En México el cultivo del maíz es de primordial importancia; sin embargo, debido a diferentes causas, en los últimos años la producción ha sido insuficiente para abastecer el mercado interno, por lo que existe la necesidad de tratar de resolver esta problemática atacandola desde los diferentes aspectos que la limitan.

El presente estudio se desarrolló en la parte templada o intermedia del Estado de Guerrero, región montañosa - por excelencia, donde el maíz es el principal cultivo, no obstante los bajos rendimientos unitarios que se obtienen. Esta baja producción, se debe en gran parte, a que en las variadas condiciones ambientales de la región se siembra - un alto porcentaje de variedades criollas de bajo rendimiento.

Se trazaron en el trabajo, los siguientes objetivos :

1.- Observar la estabilidad de un grupo de genotipos que fueron evaluados en varios ambientes, y observar preliminarmente si la metodología empleada no afecta la discriminación de genotipos cuando se usa diferente número de ambientes y de variedades.

2.- Clasificar los ambientes donde se cultiva maíz, - en subregiones homogéneas, con el objeto de reducir las localidades para prueba y selección de genotipos.

Se aplicó el modelo de Eberhart y Rusell (1966) que estima los valores de dos parámetros de estabilidad varietal, donde b_i mide la sensibilidad de los genotipos ante las variaciones del ambiente, y S^2_{di} la consistencia de ellas para cada situación de adaptación, usándose los valores de estos parámetros como criterio para discriminar y seleccionar genotipos.

Este modelo de análisis de estabilidad, se aplicó a 43 genotipos que habían sido evaluados en ensayos uniformes de rendimiento en el temporal de 1977 y 1978.

La selección de estos genotipos se hizo en base a que son comunes bajo tres diferentes agrupamientos ambientales, y que son como sigue : 18 genotipos se repiten en 10 ambientes que involucran los 2 años de siembra, 30 genotipos son comunes en 6 ambientes y corresponden al año de 1977, 31 variedades se agrupan en 4 ambientes correspondientes a igual número de evaluaciones en 1978.

La agrupación de subregiones con ambientes similares se estimaron a partir de los efectos fenotípicos y de interacción genotipo - ambiente de varios caracteres agronómicos de las variedades de maíz; se siguió el modelo propuesto por ABou - El - Fittouht (1966), que clasifica con el empleo de técnicas de taxonomía numérica; aplicándose el coeficiente de correlación (r_c) y la distancia euclidiana (md), escogidas por ser las técnicas más comunmente utilizadas para este tipo de trabajos.

Se plantearon 2 experimentos, que se formaron en función del número de caracteres medidos en 18 variedades en los 10 ambientes anteriores, quedando de la siguiente manera :

En 7 ambientes se estimaron 3 caracteres, que son; el rendimiento de grano, días a floración y por ciento de humedad del grano, y en 10 ambientes, únicamente el rendimiento de grano.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluyó lo siguiente :

1.- Las metodologías empleadas para caracterizar variedades por su adaptación y para clasificar ambientes similares, fueron eficaces, ya que se encontraron variedades de comportamiento relativo diferencial para diferentes condiciones ambientales, encontrándose también la existencia de subregiones similares para el cultivo del maíz.

a).- Sobresalen con buen rendimiento bajo todas las condiciones ambientales de la región en estudio, el híbrido enano H - 509 y la variedad de planta baja V - 524, así como el criollo Llera III; en ambientes pobres la variedad VS - 521; y en ambientes favorables sobresalen el híbrido H - 369 y la variedad V - 450.

b).- Los resultados indican también, que en esta región, existen cuando menos 2 subregiones diferentes para -

el cultivo del maíz, son : La primer subregión la integran los ambientes P. Campuzano (1977 y 1978) y Olinalá 1977, La segunda subregión la componen los ambientes Chilpancingo, La Providencia, Chilapa (todos 1977) y Sta.Ana 1978.

2.- La diferencia en los valores de los parámetros de estabilidad de las variedades tiene más influencia el valor genotípico que cualquier otra interacción, y la condición de reducir la interacción G - A se debe a dosis génicas de las variedades, pues es evidente que esta reacción amortiguadora ante los cambios del ambiente se debe a factores - cuantitativos.

3.- Debe considerarse en la zona estudiada la interacción variedad - año.

4.- Los efectos fenotípicos y de interacción G - A, - utilizados para clasificar los ambientes fueron eficientes, y para una mejor caracterización de éstas áreas debe incluirse más de una característica agronómica en las variedades, incluyéndose el rendimiento de grano.

5.- Entre las medidas de disimilitud empleadas el coeficiente de correlación reagrupó los ambientes a menor distancia.

6.- Se encontró que la subregión integrada por los ambientes Olinalá y P. Campuzano proporciona los rendimientos más altos de la región.

I. INTRODUCCION

La problemática del desarrollo agrícola en México, re viste gran complejidad, debido a los muchos factores de di versa índole que en él intervienen. En los últimos años ha sido notoria la deficiencia en la producción de algunos - cultivos considerados como básicos, entre ellos el del - maíz, cereal que está muy ligado a nuestra cultura y cos - tumbres. Es indudable que de persistir la actual situación, a corto plazo se tornará grave, debido principalmente al - acelerado incremento en la población, que demandará mayo - res volúmenes de este grano.

La escasez de maíz para el abastecimiento interno, es debido entre otras causas, a la deficiente técnica aplicada, y particularmente al uso de semilla criolla de bajo rendi - miento, en vastas zonas del país; a la presencia de fenóme - nos naturales como heladas, temporal errático y deficiente; y quizá, la causa más espectacular y que se deriva de nues - tro sistema económico político y social, es al uso casi - exclusivo de tierras bajo riego, para cultivos de exporta - ción, por lo general más rentables, pero que atiende a in - tereses particulares y no a necesidades nacionales.

En el Estado de Guerrero, entidad de gran atraso socio - económico, el maíz es, y ha sido, el cultivo más importan - te, pues cubre más de la mitad de las 600 mil hectáreas -

abiertas al cultivo. En 1978* fueron sembradas 351 mil hectáreas en el ciclo de temporal, y no obstante la importancia social que de aquí se desprende, su producción es prácticamente para autoconsumo, si consideramos que el rendimiento promedio estatal - el más alto registrado hasta ahora - fue de 1 050 kilogramos por hectárea.

En la entidad se distinguen 3 zonas climáticas donde se cultiva maíz, y que están comprendidas a diversas alturas sobre el nivel del mar (s.n.m.); ellas son : la región tropical, que es la más extensa, y las regiones de clima templado y de clima frío.

El presente estudio se realizó en la región templada o intermedia, cuyo rango de alturas s.n.m. está entre 1200 m a 1 800 m. Por su orografía, se le conoce también como zona montañosa (al igual que a la zona fría). Aquí, la superficie sembrada con maíz, representa el 38 por ciento del total en la entidad. En esta región, por su naturaleza intrincada, el maíz se siembra en variadas condiciones ambientales, por lo que los efectos de interacción genotipo-ambiente (G - A) son variables.

El Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) tiene como uno de sus objetivos, la recomendación de los genotipos más sobresalientes para su distribución comercial, y para cumplir con este compromiso, se realizan

ensayos de rendimiento uniformes en las localidades de inte
rés, seleccionando aquellas variedades con mejores caracte-
rísticas agronómicas y con rendimiento promedio de grano -
más alto. Otro Método usado, es combinar los análisis de va
rianza particulares y analizarlos en conjunto, lo que nos -
permite identificar que tipo de interacción es más importante
te, sea variedad x localidad, variedad x año ó bien varie-
dad x localidad x año.

En los métodos anteriores se aprecia que la selección
se hace en forma demasiado amplia, pues no se analiza la -
respuesta individual de las variedades en todos los ambien-
tes, ó sea que no proporcionan información estadística sobre
la estabilidad de las mismas en los ambientes de evaluación;
entendiéndose como variedad estable, aquella que reacciona
menos ante los cambios ambientales, la cual será preferida
si además, muestra un alto rendimiento.

También es importante identificar mediante los efectos
de interacción G - A el comportamiento diferencial de las -
variedades dentro de una región heterogénea, permitiéndonos
este conocimiento clasificar subregiones homogéneas en don-
de las variedades expresen su máximo potencial de rendimiento
to. Asimismo, al clasificar ambientes homogéneos podría re-
ducirse el número de localidades para prueba y selección de
genotipos, pues se inferirá, con la información obtenida, -
el mismo comportamiento para el grupo de ambientes similares.

OBJETIVOS

Los objetivos del presente estudio son :

1.- Identificar y seleccionar híbridos y/o variedades con estabilidad fenotípica, y que además sean deseables por mostrar alto rendimiento, ó en todo caso seleccionar aquellos genotipos cuya interacción sea positiva.

2.- Clasificar ambientes ó subregiones homogéneas a partir de los efectos fenotípicos y de interacción G - A, é identificar aquellos que sean similares para reducir las localidades para prueba y selección de genotipos.

HIPOTESIS

Las hipótesis que se plantean son las siguientes :

1.- Existen genotipos estables y con alto rendimiento dentro del material evaluado.

2.- La formación de grupos con diferente número de ambientes y variedades, no afecta la discriminación de genotipos por estabilidad.

3.- Existen ambientes similares dentro de la aparente diversidad ambiental en la Montaña de Guerrero.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Interacción genotipo - ambiente.

La adaptación puede definirse según Daubenmire (1959), citado por Wilsie (1966), como cualquier carácter del individuo que tiene valor de supervivencia bajo las condiciones existentes en su medio, y que tal carácter ó caracteres le permiten hacer mejor uso del agua, nutrientes, temperatura y luz disponibles, y al mismo tiempo protegerla contra factores adversos como temperaturas extremas, enfermedades e insectos dañinos; también señala que las plantas pueden tener adaptaciones morfológicas como hábito de crecimiento, robustez del tallo ó producción de rizomas; así como también adaptaciones fisiológicas que le confieren resistencia a los parásitos y a la sequía y mayor capacidad para competir por los nutrientes.

Allard y Bradshaw (1964), dividen la variación ambiental en predecible é impredecible.

En la primera categoría incluyen las características permanentes del medio ambiente como clima, tipo de suelo, longitud del día, así como también aspectos determinados por el hombre, como densidad de población y fechas de siembra. La segunda categoría incluye, cambios de temperatura, distribución y cantidad de lluvia, etc.

También señalan que una variedad es buena amortiguadora cuando ajusta su genotipo ó fenotipo a fluctuaciones impredecibles del medio - ambiente.

Consideran estos autores que hay dos mecanismos mediante los cuales una variedad puede mostrar estabilidad :

a).- Amortiguamiento poblacional, que aparece cuando la variedad está formada por varios genotipos y cada uno de ellos se adapta a determinado rango de ambientes, producto de interacciones entre diferentes genotipos.

b).- Amortiguamiento individual, que aparece cuando los individuos por sí mismos están bien adaptados o son buenos amortiguadores a un rango de ambientes.

Bradshaw (1965), en una amplia revisión sobre el significado de plasticidad en las plantas, menciona que plasticidad la muestra un genotipo determinado cuando su expresión es capaz de alterarse por influencias ambientales, ya que un genotipo puede adoptar características particulares en un ambiente determinado, y en un segundo permanecer igual ó ser diferente.

Señala también que la plasticidad es fisiológica en origen, sin embargo sus efectos son predominantemente morfológicos.

Asimismo, menciona que, estabilidad indica una condición donde tales cambios en la expresión de un genotipo no ocurren o hay falta de plasticidad. Finalmente usa el término de Homeostasis, y que a juicio de Cannon (1932), es la tendencia para las características de un sistema morfológico o fisiológico a permanecer constantes.

Lerner (1953 - 1954), citado por Allard, da el nombre de Homeostasis genética a la máxima adaptabilidad de una población, y señala que esta adaptabilidad está regida por un sistema de genes integrados durante un largo período de tiempo, que una vez establecidos despliegan una gran resistencia a cualquier modificación de caracteres individuales que destruyan el equilibrio general, por lo tanto, dice este mismo autor, que la superioridad de una población, está supeditada a la prosperidad de la población, siendo posible que la superioridad individual contribuya también a la adaptación general.

Finlay y Wilkinson (1963) seleccionaron 277 variedades de cebada de un grupo de 800 y las compararon en varias localidades, transformaron los datos de rendimiento a escala logarítmica induciendo un alto grado de linealidad, calculando para cada variedad una regresión lineal.

Consideraron como parámetros de estabilidad fenotípica, el coeficiente de regresión y el rendimiento medio de cada variedad en todos los ambientes, y clasificaron sus variedades como sigue :

a) La media de la población tiene coeficiente de regre si ón $b = 1.0$ é indica estabilidad promedio, b) variedades - con coeficiente de regre si ón $b = > 1.0$ describe variedades con alta sensibilidad a cambios ambientales é indicará que están específicamente adaptadas a ambientes de alto rendi - mien to, c) variedades con coeficientes $b = < 1.0$ indican - gran resistenci á a cambios ambientales, por lo que presentan más adaptación específica en ambientes de bajo rendimiento, y por último, d) variedades con $b = 0.0$ indica estabilidad fenotípica absoluta, que definirá a una variedad cuyo com - portamien to es relativamente bueno en ambientes pobres y re lativamente pobre en ambientes favorables.

Los autores, definen por último que una variedad ideal es aquella que presenta rendimiento potencial alto y máxima estabilidad fenotípica.

Plaisted y Peterson (1958), hicieron un estudio en - el Estado de Nueva York para localizar áreas óptimas para - el cultivo de papa y estudiar la estabilidad del rendimien to. Aplicaron análisis de varianza combinado para todas las combinaciones posibles de pares de variedades en un año; de manera que con n variedades calcularon $\frac{n(n-1)}{2}$ análisis para estimar la componente de interacción variedad por loca lidad.

Reportan que sus resultados indicaron que existen variedades con diferente habilidad para producir, siendo las variedades Katahdin y Cobbler las más favorables.

Bucio (1966) presenta un modelo partiendo de los trabajos, iniciados por Mather y colaboradores (1946). Este autor se traza como objetivo hacer una mejor descripción de los componentes que influyen en la variación fenotípica, como son, genotipo (G), medio ambiente (E), é interacción genotipo-ambiente (GE).

En su estudio usa los datos obtenidos de altura final de planta de 2 líneas de Nicotiana rustica L. durante 16 años en 2 localidades.

En su modelo utilizó como variable independiente los efectos ambientales (E), calculados como la desviación promedio en un ambiente dado de la media general (μ); usando como variable dependiente el efecto genético más los efectos de interacción genotipo - ambiente.

En sus resultados señala este autor que el efecto ambiental y los efectos de interacción están relacionados linealmente y que por tanto el coeficiente de regresión puede adquirir valores diferentes.

Eberhart y Rusell (1966) propusieron un modelo que define los parámetros de estabilidad, y mediante el cual puede describirse el comportamiento de una variedad en una serie de ambientes.

Este modelo divide la interacción genotipo - ambiente en dos partes a) la variación debida a la respuesta de la variedad a índices ambientales cambiantes (suma de cuadrados debido a la regresión)y, b) las desviaciones inexplicables de la regresión sobre el índice ambiental.

El modelo propuesto fué el siguiente :

$$Y_{ij} = \mu_i + \beta_i I_j + \delta_{ij} \quad \begin{array}{l} (i = 1, 2, \dots, v) \\ (j = 1, 2, \dots, n) \end{array}$$

Donde:

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

μ_i = Media de la i-ésima variedad sobre todos los ambientes.

β_i = Coeficiente de regresión que mide la respuesta de la i-ésima variedad sobre todos los ambientes.

δ_{ij} = Desviación de regresión de la i-ésima variedad en el j-ésimo ambiente.

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

Estos autores, definen como variedad estable aquella con coeficiente de regresión igual a la unidad y - desviaciones de la regresión igual a cero.

Carballo y Márquez (1970), aplicaron el modelo de Eberhart y Russell (1966), para estimar el rendimiento promedio de grano y los parámetros de estabilidad a un grupo de híbridos y variedades de el Bajío y la Mesa Central. Los resultados indicaron que la selección fué efectiva, y se recomendaron variedades para - regiones específicas.

Describen 6 situaciones posibles que se presentan de acuerdo a los valores de los parámetros de estabilidad, en donde la primer situación es la más favorable, pues combina una variedad de alto rendimiento y comportamiento estable ante cambios del medio ambiente.

Situación	Coefficiente de regresión	Desviaciones de regresión	Descripción
a	$b_i = 1.0$	$S^2_{di} = 0$	Variedad estable
b	$b_i = 1.0$	$S^2_{di} > 0$	Buena respuesta en todos los ambientes, pero <u>in</u> consistentes.
c	$b_i < 1.0$	$S^2_{di} = 0$	Resp.mejor en <u>am</u> bientes desfavorables y consistente.
d	$b_i < 1.0$	$S^2_{di} > 0$	Resp.mejor en <u>am</u> bientes desfavorables e <u>in</u> consistente.
e	$b_i > 1.0$	$S^2_{di} = 0$	Resp.mejor en - buenos ambientes y consistente.
f	$b_i > 1.0$	$S^2_{di} > 0$	Resp.mejor en - buenos ambientes e inconsistente.

Castellón (1976), en el Programa de Mejoramiento Genético de Maíz de la Sierra de Chihuahua, aplicó parámetros de estabilidad a un grupo de variedades de acuerdo a la metodología propuesta por Eberhart y Rusell (1966), y caracterizada en cuanto a discriminación por Carballo y Márquez (1970). El estudio tuvo como objetivo identificar y continuar la selección con los materiales más estables y con rendimiento de grano alto.

Usó los datos de experimentos de 9 ambientes de un grupo de variedades derivadas de 2 razas cristalinas de Chihuahua, y con varios ciclos de selección practicados en ellas.

Señala el autor que los resultados mostraron diferencias significativas para variedades y altamente significativas para la componente de interacción variedad por ambientes, y que la variedad PBI fué la más estable en ambientes pobres y ricos y a la vez la más deseable por mostrar alto rendimiento.

Por último menciona que cuando se usó como único parámetro el rendimiento medio varietal no se encontraron diferencias significativas, por lo que la metodología empleada fué eficaz pues orienta sobre los ambientes en los que habrá que aplicar selección.

Márquez (1970) en un estudio sobre el fenómeno de interacción genotipo - ambiente, señala que en vista de que algunos genotipos exhibirán mejores características de adaptación ó de adaptabilidad a medios ambientes diferentes que otros, considera que para los agricultores que necesitan planear su producción, lo más conveniente será una variedad estable, ya que las predicciones que hiciera respecto al rendimiento, le permitirá planear su producción considerando costos, rotación de cultivos, estimar las posibilidades del mercado, almacenamiento, transporte, mano de obra, etc.

Gómez (1977) aplicó análisis de estabilidad de acuerdo al modelo propuesto por Eberhart y Rusell (1966), al rendimiento de grano de 230 sorgos híbridos experimentales, los cuales fueron evaluados en 6 ambientes contrastados.

Identificó un grupo de sorgos que presentó características deseables de rendimiento y estabilidad para su aprovechamiento comercial, encontrando en este grupo materiales que no habían sido sugeridos para su recomendación.

Señala que la metodología usada en éste trabajo para caracterizar variedades fué efectiva pues se detectaron sorgos de acuerdo a las 6 situaciones que proponen Carballo y Márquez (1970), donde se conjugan los valores de los parámetros de adaptabilidad (b_i) y estabilidad (S^2_{di}) respectivamente.

Chávez (1977), a un grupo de 23 variedades de avena aplicó parámetros de estabilidad siguiendo la metodología propuesta por Eberhart y Rusell (1966), con el fin de evaluar su comportamiento en adaptación y sensibilidad a los cambios ambientales, y de acuerdo a la magnitud de estos parámetros efectuar selección bajo este criterio.

De acuerdo a la sensibilidad ambiental de los genotipos evaluados, concluye en su estudio que la selección fué efectiva para el incremento de la media de rendimiento, no

así para mejorar la estabilidad en función de las desviaciones de regresión; destaca que si se quiere mejorar para esta estabilidad en función de las desviaciones de regresión, deberá incluirse la estimación de este parámetro; y que la alta correlación observada entre la media de rendimiento y el coeficiente de regresión, puede ser debido a que la expresión de ambas puede estar gobernada por un mismo sistema genético, ó bien, ser el resultado de una selección efectuada en el mismo sentido para ambos parámetros.

Juárez (1977), al rendimiento promedio de 26 variedades de sorgo para grano, aplicó análisis de estabilidad de acuerdo a la metodología propuesta por Eberhart y Russell (1966) con el objeto de determinar : 1) cual de los dos errores (I y II), es más importante para seleccionar variedades considerando como base al rendimiento promedio de los testigos, y 2) analizar el comportamiento de las variedades, (rendimiento) respecto de su interacción G - A, para lo cual corrió análisis de estabilidad con 5, 10, 15 y 21 ambientes escogidos al azar.

Concluye el autor, respecto del último aspecto, que la muestra de 10 ambientes es en buena medida confiable en las estimaciones de las medias de rendimiento varietales y sus valores de los parámetros de estabilidad.

2.2. Clasificación de ambientes.

Castro (1975) realizó un estudio para definir localidades de escasa precipitación pluvial a fin de utilizarlas para selección y evaluación de genotipos resistentes a sequía. Supone que el comportamiento de los materiales bajo prueba correlacionan en producción bajo condiciones semejantes en altura sobre el nivel del mar, pero con diferentes grados de precipitación y de otras variables de lugar. Localizó sitios cuyos registros sobre precipitaciones y temperaturas presentaron las características buscadas, y en 10 ensayos uniformes se incluyeron 4 grupos de genotipos como probadores; maíces criollos y mejorados de Valles altos y maíces criollos y mejorados del Bajío (lugares intermedios).

Las correlaciones entre los rendimientos y la producción de forraje le permitieron concluir lo siguiente :

a) La comparación del comportamiento de las localidades de Valles Altos indicaron respuestas similares de las variedades.

b) Cuando se compararon el comportamiento de variedades en una localidad representativa del Bajío y 2 localidades parecidas, se encontraron respuestas semejantes.

c) También señala el autor que en los ensayos uniformes de variedades, ninguna localidad de Valles altos, representa con buenos índices a ninguna localidad del Bajío y viceversa.

Solís (1974) hace una descripción sobre las propiedades y empleo de las técnicas numéricas multivariadas, - tales como la clasificación numérica, y su utilización en los diferentes campos de aplicación.

Cervantes (1976), realizó un estudio a fin de utilizar los efectos genéticos y de interacción genotipo - ambiente de caracteres cuantitativos en 25 razas mexicanas de maíz, descritas por Wellhausen et al (1951). Usó un diseño de cruzas dialélicas entre las poblaciones representativas de todas y cada una de las razas mencionadas. Evaluó las cruzas F_1 directas y posibles en 3 localidades, y mediante técnicas de taxonomía numérica, trató de establecer las interrelaciones entre las razas estudiadas con la información proveniente de 16 caracteres de mazorca y 5 caracteres agronómicos.

En sus conclusiones señala que la estructura de los grupos dependen del efecto genético correspondiente. Encuentra relación progenitor - progenie, descrito por Wellhausen y coautores en las razas Comiteco-Jala y Nal-Tel-Zapalote chico, observó además algunas relaciones de parentesco entre las razas Tehua y Olotillo, algo confusas en estudios anteriores.

También sugiere en base a éste estudio que las razas Cacahuacintle y Maíz dulce provienen de Palomero toluqueño ó de una raza emparentada a ésta y ya extinguida; indica. - también que probablemente Harinoso de ocho y Reventador - están relacionados entre sí y a la raza Arrocillo sugiere considerarla como sub-raza de Palomero toluqueño.

En lo que respecta a la agrupación por efectos interacción genotipo - ambiente, sugiere que existen genes para adaptación, pues encontró una relación en los grupos formados con la distribución ecológica de las razas que los constituyen. Señala también que entre los coeficientes de correlación usados para estimar disimilitud entre razas, resultó más eficiente el complemento de correlación (r_c), ya que produjo dendrogramas más acordes con la clasificación ya existente, que la distancia euclidiana promedio (md).

Horner y Frey (1957) con el propósito de reducir la interacción genotipo - ambiente hicieron un estudio para delimitar sub - regiones con buena adaptabilidad donde se haría prueba, recomendación y selección de variedades de avena. Para ello usaron la información de ensayos de rendimiento de 9 localidades en 5 años de prueba. Obtuvieron el cuadrado medio de la interacción G - A del análisis de varianza de todas las localidades, y combinaron grupos de ambientes donde la interacción genotipo x localidad fué menor.

Señalan que la región principal de Iowa subdividida en 2, 3, 4 y 5 sub-regiones disminuyó en 11, 21, 30 y 40 por ciento respectivamente la interacción genotipo - ambiente.

Rowe y Andrew (1964) usaron las desviaciones de regresión como parámetro para estudiar la estabilidad fenotípica en 5 caracteres cuantitativos de maíz.

Con 10 híbridos F_1 provenientes de 5 líneas hicieron todas las combinaciones posibles para obtener la F_2 , F_3 , - primera y segunda retrocruza. De esta manera formaron 6 grupos con diferentes niveles de heterocigosis.

Los autores señalan que la varianza ambiental y el coeficiente de regresión muestran que los grupos homogéneos fueron más estables que los heterogéneos; y que la componente de varianza interacción genotipo - ambiente y las desviaciones de regresión indicaron que las mezclas de grupos segregantes fueron más estables en su comportamiento. Dicen también que los grupos heterocigóticos son mejores para un buen comportamiento bajo condiciones favorables y a la inversa en ambientes desfavorables.

Abou - El - Fittouh, et al (1969), hicieron un estudio con el fin de zonificar la faja aldonera de los Estados Unidos de Norteamérica y de esta manera minimizar los

efectos de interacción genotipo - ambiente. En su clasificación usaron las técnicas de taxonomía numérica, distancia Euclidiana y coeficiente de correlación, y como método de agrupamiento el encadenamiento promedio. En ambos métodos se usaron como medida, el rendimiento de fibra por hectárea de cada variedad (v) x localidad (l) en "Y" años, y los efectos de interacción (v l) ij del genotipo i en el ambiente j, por el vector.

$$l_1 = (v l)_{i1} (v l)_{i2} \dots (v l)_{iv}$$

En base a sus resultados, estos autores sugieren zonificar por adaptación la faja algodонера, indicando que la distancia Euclidiana resultó ser más eficiente para medir similitud de ambientes que el coeficiente de correlación.

Ron (1977), irradió con rayos gamma de ^{60}Co , 30 razas típicas de maíz originarias de México, con la finalidad de estimar su radiosensibilidad y clasificarlas de acuerdo a similitud de sus efectos sobre diferentes caracteres vegetativos.

El material genético irradiado se evaluó en tres experimentos en la localidad de Chapingo, Méx., y mediante análisis de varianza y comparación de medias detectaron diferencias en tres razas, las cuales se clasificaron con técnicas de taxonomía numérica, usando los métodos de distancia Euclidiana y coeficiente de correlación.

Señala este autor que los agrupamientos que encontró concuerdan con las relaciones de parentesco entre razas postuladas por Wellhausen (1951), Hernández y Alanís (1970), y Goodman (1972).

Gómez (1977), con el empleo de técnicas de taxonomía numérica hizo un estudio con el propósito de delimitar áreas homogéneas para el cultivo del sorgo, y con esto reducir ambientes de prueba y seleccionar genotipos específicos para regiones con ambientes similares.

Consideró los efectos genotípicos y de interacción genotipo - ambiente, usando el carácter rendimiento de grano como unidad de medida en 160 genotipos evaluados en 21 ambientes. En su estudio concluye que; la estructura de los grupos de ambientes similares depende del tipo de efectos y de la medida de disimilitud empleada, y que para delimitar áreas similares en condiciones ambientales, la distancia euclidiana promedio, produce los mejores agrupamientos, asimismo para definir áreas similares en interacción genotipo - ambiente por el uso de estos efectos, el complemento del coeficiente de correlación proporciona una clasificación con mejor información.

Chávez (1977), realizó un estudio teniendo como uno de sus objetivos estimar la sensibilidad a los cambios ambientales de un grupo de 23 variedades de avena. Para

tal efecto aplicó métodos de agrupación, usando técnicas de clasificación de taxonomía numérica según metodología propuesta por Abou - El - Fittouht et al (1969), y de esta forma variar el criterio de formación de ambientes donde las variedades deben evaluarse.

El grupo de variedades fué evaluado en 7 localidades productoras de avena en México, incluyéndose más de un año y fecha de siembra, por lo que se reunió información de 16 ambientes.

En su estudio, este autor concluye que existe una alta correlación entre la media de rendimiento y la respuesta a los cambios ambientales, indicando que ésta puede reducirse mediante un muestreo aleatorio de los ambientes en el área de cultivo, pues de esta forma se minimiza al extremo esta asociación cuando los ambientes se agrupan por efectos de interacción genotipo - ambiente.

Orozco (1979), analizó las interrelaciones entre 64 colecciones de Teocintle anual mexicano (Euchlaena mexicana, S) de origen diverso, a fin de clasificarlas y dar luz sobre el origen de la variación existente.

El grupo de colecciones (Teocintle) se evaluó en 2 localidades, y con la información obtenida en base a medición de caracteres vegetativos, clasificó con técnicas de taxonomía numérica, usó los métodos de distancia euclidiana (md) y coeficiente de correlación ($rc = 1 - r$) como

medidas de disimilitud, y como método de agrupamiento, promedio de grupo.

El autor destaca, que los mejores resultados se obtuvieron cuando se usó la información de las 2 localidades de evaluación y como método de disimilitud la distancia euclidiana. Señala que los resultados sugieren que existen colecciones - que se identifican con el ambiente en que habitan, en comparación con otras que muestran perturbaciones, y que posiblemente esto se debe a que no ha transcurrido el tiempo suficiente para identificarse con el medio ambiente en que crecen.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Descripción y localización de la región en estudio.

Las localidades incluidas en ésta investigación, se encuentran en la región montañosa del Estado de Guerrero, cuya topografía accidentada, presenta como relieve principal, a la Sierra Madre del Sur, que atravieza a la entidad en toda su longitud, y a las derivaciones montañosas del eje volcánico, que penetran al Estado a partir del Nevado de Toluca y el Popocatepetl.

Los suelos característicos existentes, pertenecen a tres diversos grupos, que son : Cheznut, Chernozem y Podzolicos. Respecto a la vegetación, ésta comprende desde la selva mediana caducifolia, hasta las especies de pino (Pi nus) y encino (Quercus) de las partes más elevadas.

3.1.2. Localidades y ambientes de prueba.

En el ciclo de temporal de los años 1977 y 1978 se establecieron en 7 localidades representativas, 10 experimentos para prueba de híbridos y variedades, a fin de recomendar para su distribución, los genotipos con mejor comportamiento promedio en todos los ambientes, estimado en base al rendimiento de grano y otras características agronómicas. Se consideró como ambiente, a un experimento estable-

cido en una localidad y año determinado, de esta manera se constituyeron para el presente estudio, 10 ambientes.

En el cuadro 1, se presenta el número de ambientes y la climatología de las localidades de prueba, y en la figura 1 su distribución geográfica.

3.2. Material Experimental.

El número de genotipos evaluados en cada año fué constante, pero varió la repetibilidad de los mismos en los 2 años, observándose en total, entre híbridos y variedades, 43 genotipos; estos presentaron diferencias en precocidad, días a la floración, altura de planta y rendimiento, en cuanto a su origen, provienen de regiones templadas y del trópico, por lo consiguiente, diferentes también en su adaptación.

3.2.1. Diseño Experimental.

Debido a la heterogenidad del suelo y a la irregular fisiografía en los terrenos cultivables de la región, se utilizó un diseño látice simple duplicado (6 x 6) de 36 variedades, y en un caso, se adaptó al diseño bloques al azar, al dar de baja una repetición.

3.2.2. Unidad Experimental.

La parcela experimental consistió en 2 surcos de 5 metros de longitud, y densidades de población de 45 mil plantas por hectárea para los genotipos de porte normal, y de 66 mil para los de porte bajo, y enanos.

3.2.3. Tecnología general de producción.

Las labores de cultivo, se hicieron de acuerdo a las recomendaciones del Campo Experimental, tales como barbecho, rastreo, surcado, fertilización con el tratamiento 80 - 40 - 00 en dos aplicaciones y el control de plagas.

3.2.4. Análisis de varianza.

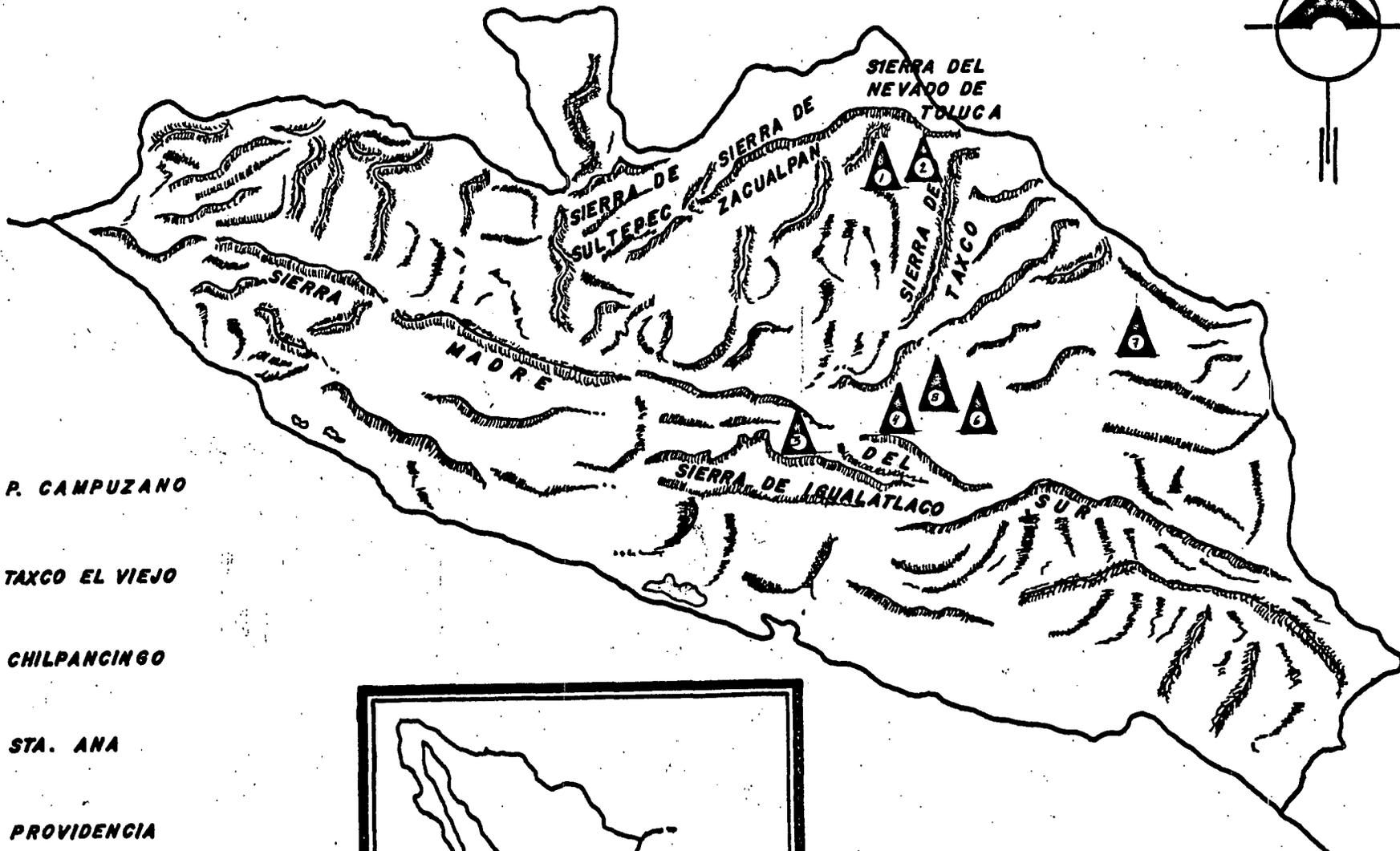
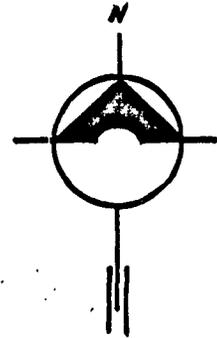
Una vez cosechados los experimentos, se aplicó análisis de varianza a cada prueba, utilizando como unidad de medida, kilogramos de grano por hectárea, y el rendimiento promedio de las variedades se utilizó para describir su comportamiento.

3.3. Parámetros de estabilidad.

Una tabla de doble clasificación como se aprecia en el cuadro 2, constituye el grupo básico para análisis de adaptación ó estabilidad del rendimiento en una serie de ambientes.

Cuadro 1. Ambientes y climatología de las localidades de prueba.

AÑO	LOCALIDAD	AMBIENTES	ALTITUD DE LA LOCALIDAD (msnm)	CLIMA	
				LLUVIA (mm)	TEMPERATURA (C)
1977-1978	Olinalá	2	1,500	1,118.3 (31)	22.2 (3)
1977-1978	Chilpancingo	2	1,300	820.7 (30)	21.5 (33)
1977-1978	P. Campuzano	2	1,180	1,163.0 (2)	22.3 (2)
1977	Taxco Viejo	1	1,240	1,163.0 (2)	22.3 (2)
1977	Chilapa	1	1,380	846.8 (34)	20.5 (8)
1977	La Providencia	1	1,400	846.8 (34)	20.5 (8)
1978	Sta. Ana	1	1,400	846.8 (34)	20.5 (8)



- ① L. P. CAMPUZANO
- ② L. TAXCO EL VIEJO
- ③ L. CHILPANCINGO
- ④ L. STA. ANA
- ⑤ L. PROVIDENCIA
- ⑥ L. CHILAPA
- ⑦ L. OLINALA

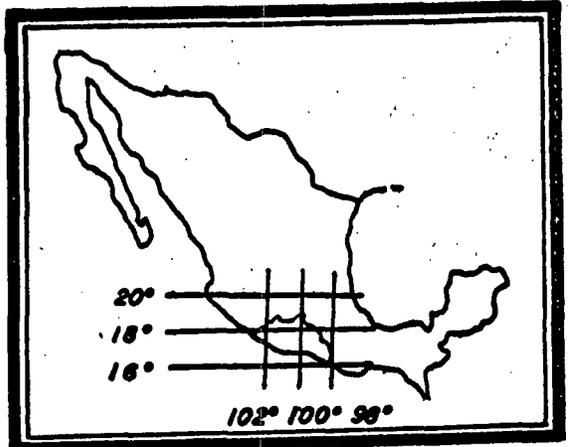


FIG. 1. DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LAS LOCALIDADES DE PRUEBA.

Cuadro 2. Tabla de doble clasificación de los datos de rendimiento de grano de las variedades de maíz.

Variedad $i = 1 \dots v$	A m b i e n t e s $j = 1 \dots n$				$\sum_j Y_{ij}$
	E_1	E_2	$E_3 \dots E_n$		
V_1	Y_{11}	Y_{12}	Y_{13}	Y_{1n}	$\sum_j Y_{1j}$
V_2	Y_{21}	Y_{22}	Y_{23}	Y_{2n}	$\sum_j Y_{2j}$
V_3	Y_{31}	Y_{32}	Y_{33}	Y_{3n}	$\sum_j Y_{3j}$
\vdots					
\vdots					
\vdots					
V_v	Y_{v1}	Y_{v2}	Y_{v3}	Y_{vn}	$\sum_j Y_{vj}$
$\sum_i Y_{ij}$	$\sum_i Y_{i1}$	$\sum_i Y_{i2}$	$\sum_i Y_{i3}$	$\sum_i Y_{in}$	$\sum_j \sum_i Y_{ij}$

Para estimar la estabilidad de los materiales genéticos, se siguió el modelo propuesto por Eberhart y Russell (1966).

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

Donde Y_{ij} = Rendimiento promedio de la variedad i -ésima en el ambiente i -ésimo.

μ_i = Media de la variedad i -ésima en todos los ambientes.

β_i = Coeficiente de regresión que mide la respuesta de la variedad i -ésima en ambientes variables.

δ_{ij} = Desviación de regresión de la i -ésima variedad en el i -ésimo ambiente.

I_j = Índice ambiental en el ambiente i -ésimo definido en términos de la desviación a partir de la media en todos los ambientes.

Por lo que.

$$\{ I_j = (\sum_i Y_{ij} / v) - (\sum_i \sum_j Y_{ij} / vn) \}; \sum_j I_j = 0$$

Los parámetros de estabilidad bajo este modelo, condiciona que las variedades deben desarrollarse en una amplia gama de ambientes.

Donde el índice ambiental promedio es igual a cero :

$$\sum_j I_j = 0$$

De esta manera, el comportamiento varietal, queda definido por los siguientes parámetros.

1) El coeficiente de regresión, que mide la variación debida a la respuesta que tiene una variedad en índices ambientales variados, y que se estima de la siguiente manera:

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

2.) Desviaciones de regresión, que mide las desviaciones inexplicables de la regresión, sobre el índice ambiental :

$$S_{di}^2 = \left\{ \frac{\sum_j \hat{\delta}_{ij}^2}{n-2} \right\} - S^2 e/r$$

Donde $S^2 e/r$ es el estimador ponderado de la varianza de la media de una variedad en el ambiente j , y r es el número de repeticiones en cada ambiente j .

$S^2 e$ es el promedio ponderado de los errores de todos los experimentos involucrados en cada análisis de varianza, y su fórmula es ;

$$S^2 e = \frac{G_1 S_1^2 + G_2 S_2^2 + \dots + G_n S_n^2}{G_1 + G_2 + \dots + G_n}$$

Donde también :

$$\sum_j \hat{\delta}_{ij}^2 = \left\{ \sum_j Y_{ij}^2 - \frac{Y_i^2}{n} \right\} - \frac{\left(\sum_j Y_{ij} I_j \right)^2}{\sum_j I_j^2}$$

3.3.1. Análisis de varianza de parámetros de estabilidad.

Una vez estimados los parámetros de estabilidad, se aplica el análisis de varianza (Eberhart y Rusell, (1966) que se ilustra en el cuadro 3 del apéndice, y que plantea las hipótesis siguientes :

Pruebas de Hipótesis.

a) La significancia de las diferencias entre medias -
varietales : $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \dots \mu_V$

La cual se prueba mediante la distribución de F.

$$F = CM_1 / CM_3$$

b) La hipótesis de que no existen diferencias genéti-
cas entre variedades para su regresión, sobre los índices
ambientales :

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 \dots \beta_V$$

También mediante la distribución de F se hace ésta -
prueba.

$$F = CM_2 / CM_3$$

c) La hipótesis de que el coeficiente de regresión no
es diferente de la unidad.

$$H_0 : \beta_1 = 1.0$$

Se prueba con la distribución de t.

$$t = \frac{\beta_i - 1}{S_{\beta_i}} \quad \text{de donde : } S_{\beta_i} = \left(\frac{S^2_{dy.x}}{\sum_j I_j^2} \right)^{1/2}$$

d) La hipótesis de que las desviaciones de regresión
para cada variedad, son iguales a cero.

$$H_0 : S^2_{di} = 0$$

Se prueban con la distribución de F.

$$F = \frac{\sum_j \hat{\delta}_{ij}^2}{n-2} / \text{error conjunto}$$

De acuerdo a los valores que se tomen, cada variedad puede ser clasificada de acuerdo a 6 situaciones que describen Carballo y Márquez (1970) y que a continuación se presentan :

Situación	Coefficientes de regresión	Desviaciones de la regresión	Descripción
a	$b_i = 1.0$	$S^2_{di} = 0$	Variedad estable
b	$b_i = 1.0$	$S^2_{di} > 0$	Buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistente.
c	$b_i < 1.0$	$S^2_{di} = 0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistente.
d	$b_i < 1.0$	$S^2_{di} > 0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables e inconsistente.
e	$b_i > 1.0$	$S^2_{di} = 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes y consistente.
f	$b_i > 1.0$	$S^2_{di} > 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes e inconsistente.

3.3.2. Análisis de estabilidad para diferentes agrupamientos ambientales y número de variedades.

De los genotipos observados inicialmente, fueron seleccionados 43 para aplicarles análisis de estabilidad. En el cuadro 4, se presenta la relación de ellos y sus características agronómicas más importantes.

Estos materiales difieren por su repetibilidad en los ambientes de evaluación, por lo que se formaron 3 experimentos (grupos) bajo las situaciones que a continuación se describen :

- Exp. I) 18 genotipos se repiten en 10 ambientes. En este experimento quedan incluidas las evaluaciones realizadas en los 2 ciclos de siembra, 1977 y 1978.
- Exp. II) 30 genotipos se repiten en 6 ambientes, y corresponden a las evaluaciones de 1977.
- Exp. III) 31 genotipos se repiten en 4 ambientes, y corresponden a las evaluaciones realizadas en 1978.

A cada uno de estos agrupamientos se aplicó parámetros de estabilidad (Eberhart y Rusell, 1966) a fin de determinar la variedad, ó grupo de variedades más consistentes, y tener un mejor entendimiento sobre el grupo mínimo de ambientes y variedades para encontrar significación estadística. En los cuadros 5, 6 y 7 del apéndice se observa el número -

de variedades incluidas en cada grupo.

3.4. Clasificación de ambientes.

Los ambientes se clasificaron de acuerdo a los efectos fenotípicos y de interacción genotipo - ambiente de las variedades, siguiendo el método propuesto por Abou - El - Fittouht (1966), el cual se basa en el empleo de técnicas de taxonomía numérica.

Esta rama de la taxonomía usa las técnicas multivariadas, y su clasificación comprende 2 fases; en la primera es tima un análisis de similitud como una medida de semejanza entre unidades taxonómicas operacionales (UTO'S), para generar una matriz de similitud ó disimilitud, y en la segunda, se hace un análisis de agrupamiento.

Esta metodología tiende a reducir la complejidad de las respuestas de las variedades, agrupandolas en conglomerados homogéneos cuyo comportamiento es similar, de tal forma, que nos permite delimitar áreas donde los genotipos interactúan similarmente con los ambientes, y con esta información se podrían reducir localidades de prueba para seleccionar materiales, ya que los genotipos dentro de un mismo grupo, tendrían respuestas semejantes.

Cuadro 4. Genotipos utilizados en las pruebas de parámetros de estabilidad.

Variedad	Ciclo vegetativo	Altura de planta
1 H - 510	T	PN
2 H - 509	T	E
3 H - 507	T	PN
4 H - 508	T	E
5 H - 503	T	PN
6 VS - 521	I	PN
7 VS - 450	I	PN
8 V - 524	I	PB
9 VS - 413	P	PB
10 Llera II	I	PN
11 Llera III	I	PN
12 H - 451	I	PN
13 Tuxp.PB x Eto.PB	I	PB
14 H - 369	T	PN
15 H - 220	P	PB
16 V - 371	I	PN
17 H - 309	P	PN
18 H - 366	T	PN
19 Mezcla tropical	I	PB
20 VS - 523 A	I	PN
21 V - 401	P	PB
22 Blanco subtropical	I	PB
23 Compuesto int. tardío	I	PB
24 H - 133	T	PN
25 V - 370	I	PN
26 VS - 202	P	PB
27 H - 352	T	PN
28 H - 353	T	PN

29	Amarillo del Bajío	I	PN
30	VS - 453	I	PN
31	Mixture	I	PB
32	Sint.estabilizado III	I	PN
33	VS - 547 - B	I	PN
34	H - Comercial II	T	PN
35	H - 372	T	PN
36	H - Comercial I	T	PN
37	Tuxpeño caribe 2	I	PB
38	H - 452	I	PB
39	Blanco cristalino	I	PB
40	La posta x Tuxp.inv.	I	PB
41	H - 230	P	PB
42	VS - 547 - A	I	PN
43	VS - 547 - C	I	PN

T = Tardío

I = Intermedio

P = Precóz

E = Porte enano

PB = Porte bajo

PN = Porte normal

3.4.1. Procedimientos estadísticos.

Para el cálculo y clasificación de ambientes usando técnicas de taxonomía numérica, se establecieron los arreglos matriciales que se presentan en los cuadros 8 y 9 del apéndice, en donde quedan contenidos los valores individuales de los efectos de interacción genotipo ambiente, y los valores fenotípicos respectivamente. De esta manera, los caracteres de las v variedades son utilizados para describir los s ambientes de los t experimentos.

Los efectos de interacción G - A se obtienen como sigue :

$$Y_{ij} = \mu + g_i + e_j + \gamma_{ij} \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, 3 \dots \text{variedades} \\ j = 1, 2, 3 \dots \text{ambientes} \end{array}$$

Donde :

μ = Media general

g_i = Efecto del genotipo i

e_j = Efecto del ambiente j

γ = Efecto de la interacción genotipo - ambiente.

cuya estimación está dada por :

$$\mu = \frac{\sum_{ij} Y_{ij}}{VS}$$

$$\hat{g}_i = (\bar{Y}_i - \hat{\mu}) \quad y \quad \hat{\gamma}_{ij} = \frac{\sum_{j=1}^s Y_{ij}}{v} - \hat{\mu}$$

$$\hat{e}_j = (\bar{Y}_j - \hat{\mu}) \quad y \quad \hat{\gamma}_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^v Y_{ij}}{s} - \hat{\mu}$$

Entonces los efectos de interacción genotipo - ambiente se calculan mediante :

$$\hat{Y}_{ij} = Y_{ij} - \mu - \mu - \hat{g}_i - \hat{e}_j$$

3.4.2. Medidas de disimilitud.

Se consideró conveniente usar como medidas de similitud la distancia euclidiana y el complemento del coeficiente de correlación, dado que son las técnicas de uso más común, para este tipo de estudio.

3.4.3. Distancia euclidiana.

Esta medida de disimilitud denominada así por Sokal y Sneath (1963), mide la distancia entre dos puntos de un espacio euclidiano p-dimensional, en este caso entre ambientes (UTOS). La distancia euclidiana promedio (md), como medida más conveniente entre 2 UTOS, queda representada por :

$$md_{jj} = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p (X_{ij} - X_{ij'})^2 }{p} \right\}^{1/2}$$

Donde :

X_{ij} = Valor del carácter i en el ambiente j,

p=vt = Número de caracteres de ij que adquiere

valores = $0 \leq md_{jj}$, con 0 para semejanza máxima.

3.4.4. Coeficiente de correlación. Para esta medida de disimilitud, se calculó el coeficiente de correlación y entre pares de ambientes y que está dado por :

$$Y_{jj'} = \frac{\sum_{i=1}^P X_{ij} X_{ij'}}{(\sum_{i=1}^P X_{ij}^2 \sum_{i=1}^P X_{ij'}^2)^{1/2}}, \text{ donde } X_{ij} = (X_{ij} \cdot \bar{X}_j)$$

X_{ij} = Valor de la característica i en el ambiente j .

\bar{X}_j = Media de todos los valores contenidos en el ambiente j .

$P=vt$ = Número de caracteres.

Para la comparación de pares de vectores se restó uno al coeficiente de correlación r , y se le denomina, complemento del coeficiente de correlación ($rc = 1 - r$), que varía en el intervalo $(0, 2)$, siendo cero para asociación completa y 2 para discordancia máxima.

3.4.5. Clasificación de ambientes considerando diferentes números de caracteres y ambientes.

Para clasificar los ambientes similares donde se cultiva maíz, se usó la información de los caracteres agronómicos que se midieron en 18 variedades que se repitieron en el mayor número de ambientes, en función de esta información, se formaron 2 experimentos :

Exp. IV) En 10 ambientes se consideró únicamente el rendimiento de grano.

Exp. V) En 7 ambientes se consideró la información estimada de 3 datos, que son : rendimiento de grano, días a floración y por ciento de humedad de grano.

En los cuadros 5 y 10 del apéndice se ilustran los ambientes considerados, las características y su magnitud.

3.5. Método de agrupación.

Como método de agrupación para formar los dendrogramas respectivos, se usó el de " promedio de grupo " (Sneath y Sokal 1973).

IV. RESULTADOS

4.1. Análisis de Varianza para estimar los parámetros de estabilidad.

Los resultados de los análisis de varianza de los 3 experimentos (grupos), se presentan en los cuadros 11, 12 y 13, y muestran que existen diferencias altamente significativas (1%) entre medias de rendimiento de las variedades, y entre coeficientes de regresión.

Cuadro 11. Análisis de Varianza para el experimento I, que estima los parámetros de estabilidad de 18 variedades y 10 ambientes.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F
Total	179	1309.074		
Variedades	17	96.136	5.655	10.460**
Medios ambientes (E)	162	1212.937		
V x E	153	1111.016		
E (Lineal)	1			
V x E (Lineal)	17	24.131	1.419	2.625**
Desviación conjunta	144	77.850	0.540	
Variedad 1	8			
·	·			
·	·			
·	·			
·	·			
Variedad 18	8			
Error conjunto	1015			

** Altamente significativos (1%).

Cuadro 12. Análisis de Varianza para el experimento II, que estima los parámetros de estabilidad de 30 variedades y 6 ambientes.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F
Total	179	1172.511		
Variedades (V)	29	207.791	7.165	17.346**
Medios ambientes (E)	150	964.719		
V x E	145			
E (Lineal)	1	804.097		
V x E (Lineal)	29	111.064	3.829	9.271**
Desviación conjunta	120	49.567	0.413	
Variedad 1	4			
·	·			
·	·			
·	·			
·	·			
Variedad 30	4			
Error conjunto	595			

** Altamente significativo (1%).

Cuadro 13. Análisis de Varianza para el experimento III, - que estima los parámetros de estabilidad de 31 variedades y 4 ambientes.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F
Total	123	767.433		
Variedades (V)	30	79.746	2.658	5.108**
Medios ambientes (E)	93	687.687		
V x E	90			
E (Lineal)	1	632.091		
V x E (Lineal)	30	23.386	0.779	1.49802**
Desviación conjunta	62	32.263	0.520	
Variedad 1	2			
•	•			
•	•			
•	•			
•	•			
•	•			
Variedad 31	2			
Error conjunto	420			

** Altamente significativo (1%)

En los cuadros 14, 15 y 16, se muestran los rendimientos medios varietales y los valores de los parámetros de estabilidad (b_i) y (S^2_{di}), de las variedades en cada experimento. Se empleó el valor de Tukey respectivo (indicado al pie de cada cuadro), al 5% y al 1% para encontrar significancia entre medias varietales, y de t al 5% para probar las hipótesis $B_i = 1.0$ y de F 5% para $S^2_{di} = 0$.

Cuadro 14. Rendimiento promedio y valores de los parámetros de estabilidad estimados para 18 genotipos en 10 ambientes (experimento I).

No. de Variedad	Rendimiento Promedio kg/ha	Coefficientes de regresión b_i	Desviaciones de regresión S^2_{di}	Tipo de variedad <u>1/</u>
14	6.350 *	1.33378 *	0.37622 *	f
18	5.819 *	1.03387	0.47024 *	b
11	5.572 **	1.06761	- 0.10165	a
6	5.365	0.99655	0.39495 *	b
13	5.303	0.94384	0.74656 *	b
3	5.249	1.23437 *	0.36401 *	f
7	5.228	1.12103 *	- 0.09116	e
12	5.216	1.12643	0.42315 *	b
2	5.119	1.01288	0.42317 *	b
10	4.998	1.00902	0.01120	a
8	4.997	0.97169	0.03981	a
16	4.971	0.95418	-0.14674	a
1	4.627	0.92588	0.06140	a
5	4.367	0.98460	0.45414 *	b
9	4.315	0.95385	0.19250	a
17	4.151	0.85641	1.32416 *	b
15	4.082	0.82594	0.92993 *	b
4	3.026	0.64901 *	0.00835	c

* ** Significancia al 5% y 1% de probabilidad respectivamente.

1/ Clasificación de variedades según Carballo y Márquez (1970).

Tukey al 5% = 0.721 kg/ha.

Tukey al 1% = 0.814 kg/ha.

Cuadro 15. Rendimiento promedio y valores de los parámetros de estabilidad estimados para 30 genotipos y 6 ambientes (experimento II).

No. de Variedad	Rendimiento Promedio kg/ha	Coefficientes de regresión bi	Desviaciones de regresión S^2_{di}	Tipo de variedad <u>1/</u>
14	5.887 *	1.69899 *	0.06118	e
18	4.987 **	1.01007	0.96714 *	b
6	4.963 **	1.35256	0.24753	a
13	4.898 **	1.21483	0.92301 *	b
11	4.811	1.22152 *	- 0.12760	e
7	4.547	1.31668 *	- 0.10418	e
2	4.491	1.00758	0.06021	a
8	4.460	1.17891	- 0.05421	a
20	4.433	1.37998	0.42274 *	b
19	4.301	1.21149	0.25574 *	b
16	4.289	1.07342	- 0.14531	a
10	4.251	1.18580	0.00065	a
22	4.181	1.23848	0.22655	a
12	4.152	1.08471	0.43075 *	b
25	4.134	1.38343 *	- 0.01740	e
1	4.115	1.12343	0.21491	a
3	4.072	1.18554	- 0.02067	a
15	3.841	1.21733	0.59983 *	b
9	3.807	1.15905 *	- 0.13696	e
30	3.546	1.06875	- 0.04842	a
5	3.449	0.89051	0.27642 *	b
27	3.350	0.91471	- 0.00021	a
29	2.931	0.82115	0.08881	a
17	2.888	0.71827 *	- 0.01804	c
28	2.818	0.43502 *	0.63689 *	d
23	2.703	0.68773	0.16841	a
4	2.622	0.72168 *	- 0.00613	c
21	1.732	0.03688 *	1.49406 *	d
24	1.387	0.26854 *	- 0.14745	c
26	1.245	0.19427 *	0.55619 *	d

* ** Significancia al 5% y 1% de probabilidad respectivamente.

1/ Clasificación de variedades según Carballo y Márquez (1970).

Tukey al 5% = 0.882 kg/ha.

Tukey al 1% = 0.995 kg /ha.

Cuadro 16. Rendimiento promedio y valores de los parámetros de estabilidad estimados para 31 genotipos y 4 ambientes (experimento III).

No. de Variedad	Rendimiento Promedio kg/ha	Coefficientes de regresión bi	Desviaciones de regresión S ² di	Tipo de variedad <u>1/</u>
24	7.1/1 *	1.00361	0.97858 *	b
18	7.065 *	1.19234	- 0.18608	a
14	7.044 *	1.27050 *	- 0.23560	e
23	7.017 *	1.15226	0.10080	a
3	7.014 *	1.38514	- 0.03756	a
21	6.967 *	1.03153	- 0.08611	a
28	6.951 *	1.08226	0.24378	a
12	6.810 *	1.24082	0.27322	a
11	6.714 *	1.03397	0.00621	a
22	6.469 *	1.11594	0.95799 *	b
20	6.468 *	1.20984	0.17035	a
27	6.399 *	1.03048	- 0.20931	a
7	6.250 *	1.09259	- 0.03048	a
25	6.194 *	1.20311	0.08845	a
10	6.108 *	0.93224	- 0.12035	a
2	6.060 *	1.25650	0.80362 *	b
17	6.045 *	0.89593	1.13610 *	b
16	6.002 *	0.94886	- 0.11251	a
6	5.968 *	0.79664	- 0.23940	a
13	5.909 *	0.83977	0.66500	b
8	5.802 **	0.93232	- 0.01634	a
5	5.744 **	1.18508	0.14447	a
19	5.699	0.71815	0.68614 *	b
31	5.686	0.89845	0.04720	a
26	5.469	0.82756 *	- 0.25011	c
1	5.395	0.86929	- 0.08437	a
30	5.366	0.96507	0.57343 *	b
29	5.318	0.75322	1.03342 *	b
9	5.076	0.89034	1.33047 *	b
15	4.444	0.56304	0.27293	a
4	3.633	0.68529	0.27639	a

* ** Significancia al 5% y 1% de probabilidad respectivamente.

1/ Clasificación de variedades según Carballo y Márquez (1970).

Tukey al 5% = 1.268 kg/ha.

Tukey al 1% = 1.430 kg/ha.

4.1.2. Adaptación de los genotipos de acuerdo a los va
lores de los parámetros de estabilidad.

En el cuadro 17 se aprecia el comportamiento de las va
riedades al conjugar los valores de los parámetros de esta-
bilidad, de acuerdo a las 6 situaciones posibles que pueden
presentarse, y que describe Carballo (1970); los asteris-
cos indican la significancia al 5%* y 1%** respectivamente.

Adaptados a todos los ambientes (a). Sobresale signifi-
cativamente en el experimento I la variedad (11) Llera III
y en el segundo (6) VS-521. En el experimento III sobresa-
len los genotipos (18) H-366, (23) H-372, (3) H-507,
(21) VS-547B, (28) La posta x Tuxpeño inv., (12) H-451,
(11) Llera III, (20) Sint.Est.III, (27) Blanco crista-
lino 1, (7) VS-450, (25) Tuxp.Caribe 2, (10) Llera II,
(16) V - 371, (6) VS-521, (8) V-524, (5) H-503.

Adaptados a todos los ambientes e inconsistentes (b).
Queda incluido el híbrido (18) H-366 como estadísticamen-
te superior en el primer experimento, en el II repite (18)
H-366 y la variedad (13) Tuxp.P.B. x E.T.O.; en el expe-
rimento III sobresalen estadísticamente los genotipos (24)
H-Comercial I, (22) H-Comercial II, (2) H-509 y (17)
H-309, (13) Tuxp.P.B. x E.T.O.

Adaptados en ambientes desfavorables y consistentes (c). No se detectaron genotipos estadísticamente significativos en esta área.

Adaptados en ambientes desfavorables é inconsistentes (d). Bajo esta situación, no se encontraron genotipos en los experimentos I y III, y en el II no se detectaron materiales estadísticamente superiores.

Adaptados en buenos ambientes y consistentes (e). Sobresale estadísticamente, el híbrido (14) H-369 en los experimentos II y III.

Adaptados en buenos ambientes pero inconsistentes (f). Sobresale significativamente (14) H-369 en el experimento I, no se detectaron genotipos en los experimentos II y III.

4.1.3. Disimilitud de ambientes.

De acuerdo a las técnicas de clasificación que se describen en el capítulo anterior, los resultados del presente estudio indican que los ambientes se agrupan a través de los dendrogramas respectivos en forma más o menos definida, dependiendo en primer lugar del número de caracteres involucrados en cada grupo de ambientes (experimentos) y de los efectos considerados (fenotípicos y de interacción G-A).

Cuadro 17. Variedades detectadas para cada situación de adaptación en los 3 experimentos.

Situación	Coeficiente de Regresión	Desviaciones de la Regresión	Descripción	Variedades Experimentos		
				I	II	III
a)	$b_1 = 1.0$	$S^2_{d1} = 0$	Variedad estable	11** 10 8 16 1 9	6** 1 29 2 3 23 8 30 16 27 10 22	18* 20* 8* 23* 27* 5** 3* 7* 31 21* 25* 1 28* 10* 15 12* 16* 4 11* 6*
b)	$b_1 = 1.0$	$S^2_{d1} > 0$	Buena respuesta en todos los ambientes pero <u>in</u> consistente.	18* 17 6 15 13 12 2 5	18* 5 13** 20 19 12 15	24* 30 22* 29 2* 9 17* 13* 19
c)	$b_1 < 1.0$	$S^2_{d1} = 0$	Respuesta mejor en ambientes - desfavorables y consistentes.	4	17 4 24	26
d)	$b_1 < 1.0$	$S^2_{d1} > 0$	Respuesta mejor en ambientes - desfavorables & inconsistentes.		28 21 26	
e)	$b_1 > 1.0$	$S^2_{d1} = 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes y <u>consisten</u> tes.	7	14* 9 11 7 25	14*
f)	$b_1 > 1.0$	$S^2_{d1} > 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes & inconsis- tente.	14* 3		

* ** Significancia al 5 % y al 1 % de probabilidad respectivamente.

4.1.4. Dendrogramas del experimento IV.

En los dendrogramas formados para 10 ambientes y 1 - caracter (rendimiento) se identifican dos grupos ambientales; en las figuras 2, 3 y 4 se observa que un grupo lo forman los ambientes 3, 4 y 7 (La Providencia 78, Chilapa 77 y P. Campuzano 78) respectivamente, y un segundo grupo, los ambientes 6, 9 y 10 (T. viejo 77, Chilpancingo 78, y Olinalá 78).

En el dendrograma de la fig. 5 del apéndice no se identificaron grupos de ambientes a determinado nivel, el cual se descartó por considerarse ilógico.

Respecto a los ambientes que no se identifican en algún sub-grupo ambiental en particular, como son los ambientes 1, 2, 5 y 8 (en ese orden P. Campuzano 1977, Chilpancingo 1977, Olinalá 1977 y Sta. Ana 1978), tienden a ser similares con el grupo 3, 4 y 7, presentando el último de ellos (8) mayor dificultad para ubicarlo.

Observese que los dendrogramas que agrupan por efectos fenotípicos, clasifica los ambientes en 2 sub-grupos - (figura 2, 3, 4), en la figura 2 se observa que a la distancia 0.91 se forman 3 grupos, sin embargo a la distancia de 1.28 se juntan dos de ellos formando 2 grupos, también se aprecia que la medida de disimilitud r_c clasifica los efectos fenotípicos a menor distancia (fig. 2 y 3).

4.1.5. Dendrogramas del experimento V.

Los resultados del experimento V (cuadro 10) que clasifica 7 ambientes y 3 datos, los dendrogramas respectivos indican una mejor caracterización de los grupos ambientales formados.

En las figuras 6, 7, 8 y 9 se aprecia que los ambientes se conglomeran en 2 sub-grupos claramente identificados permaneciendo agrupados en cada uno de ellos, los ambientes 1, 5 y 7 (P. Campuzano 1978), y en el otro sub-grupo los ambientes 2, 3, 4 y 8 (Chilpancingo 1977, La Providencia 1977, Chilapa 1977, y Sta. Ana 1978 respectivamente).

En las figuras indicadas, se observa también que la clasificación por efectos fenotípicos agrupa los ambientes similares a menor distancia que los efectos de interacción genotipo - ambiente, entre las medidas de disimilitud empleadas (rc y md) se aprecia que rc clasifica los efectos fenotípicos a distancia menor.

8	SANTA ANA	78
5	OLINALA	77
1	P. CAMPUZANO	77
4	CHILAPA	77
3	LA PROVIDENCIA	77
7	P. CAMPUZANO	78
2	CHILPANCINGO	77
6	T. VIEJO	77
9	CHILPANCINGO	78
10	OLINALA	78

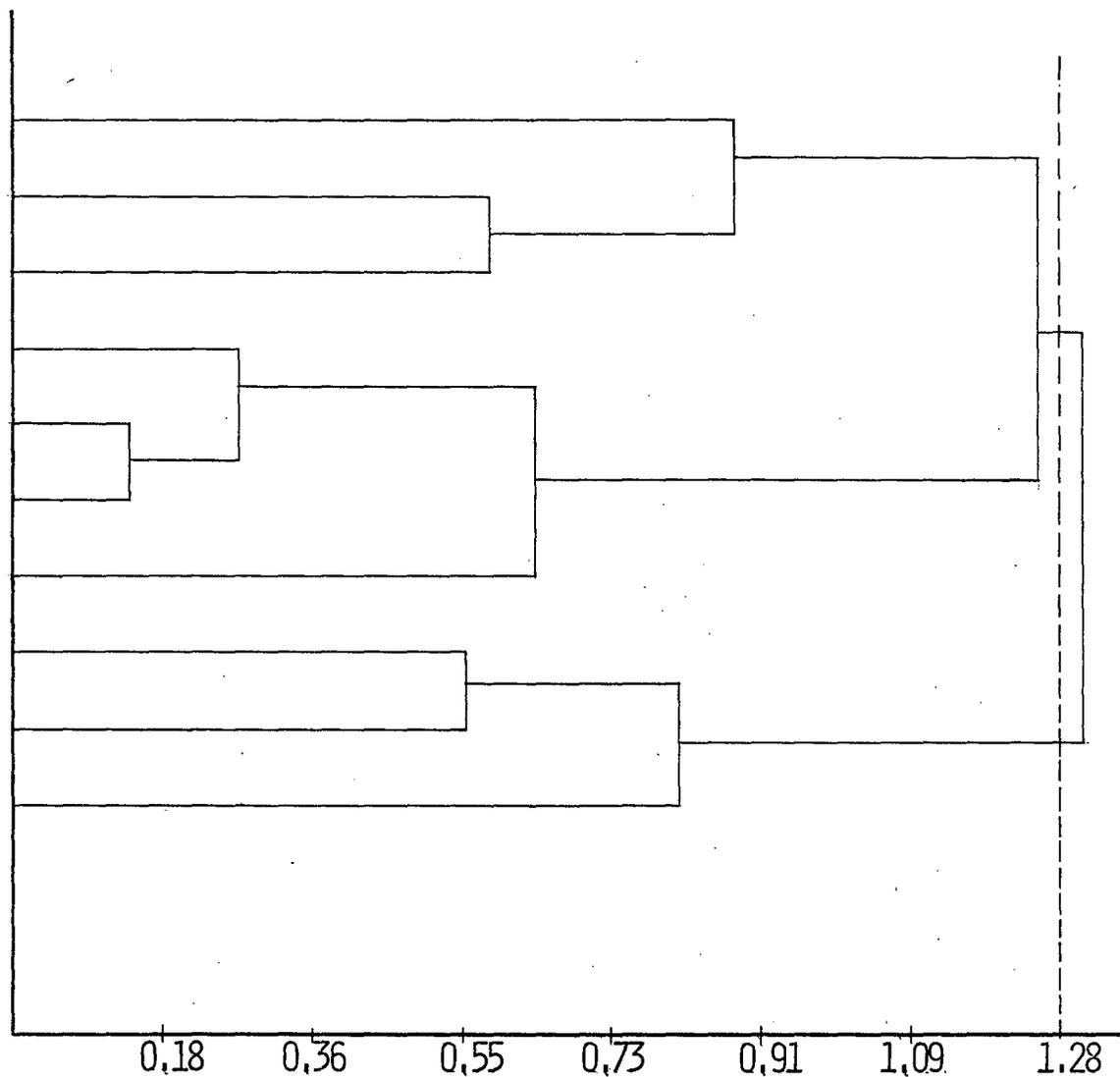


FIGURA 2, DENDROGRAMA QUE CLASIFICA 10 AMBIENTES PARA EL CULTIVO DEL MAÍZ EN LA ZONA INTERMEDIA DEL ESTADO DE GUERRERO OBTENIDA DE LOS EFECTOS DE INTERACCIÓN GENOTIPO - AMBIENTE Y QUE CLASIFICA EL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN.

2	CHILPANCINGO	77
9	CHILPANCINGO	78
6	T. VIEJO	77
10	OLINALA	78
8	SANTA ANA	78
5	OLINALA	77
1	P. CAMPUZANO	77
4	CHILAPA	77
3	LA PROVIDENCIA	77
7	P. CAMPUZANO	78

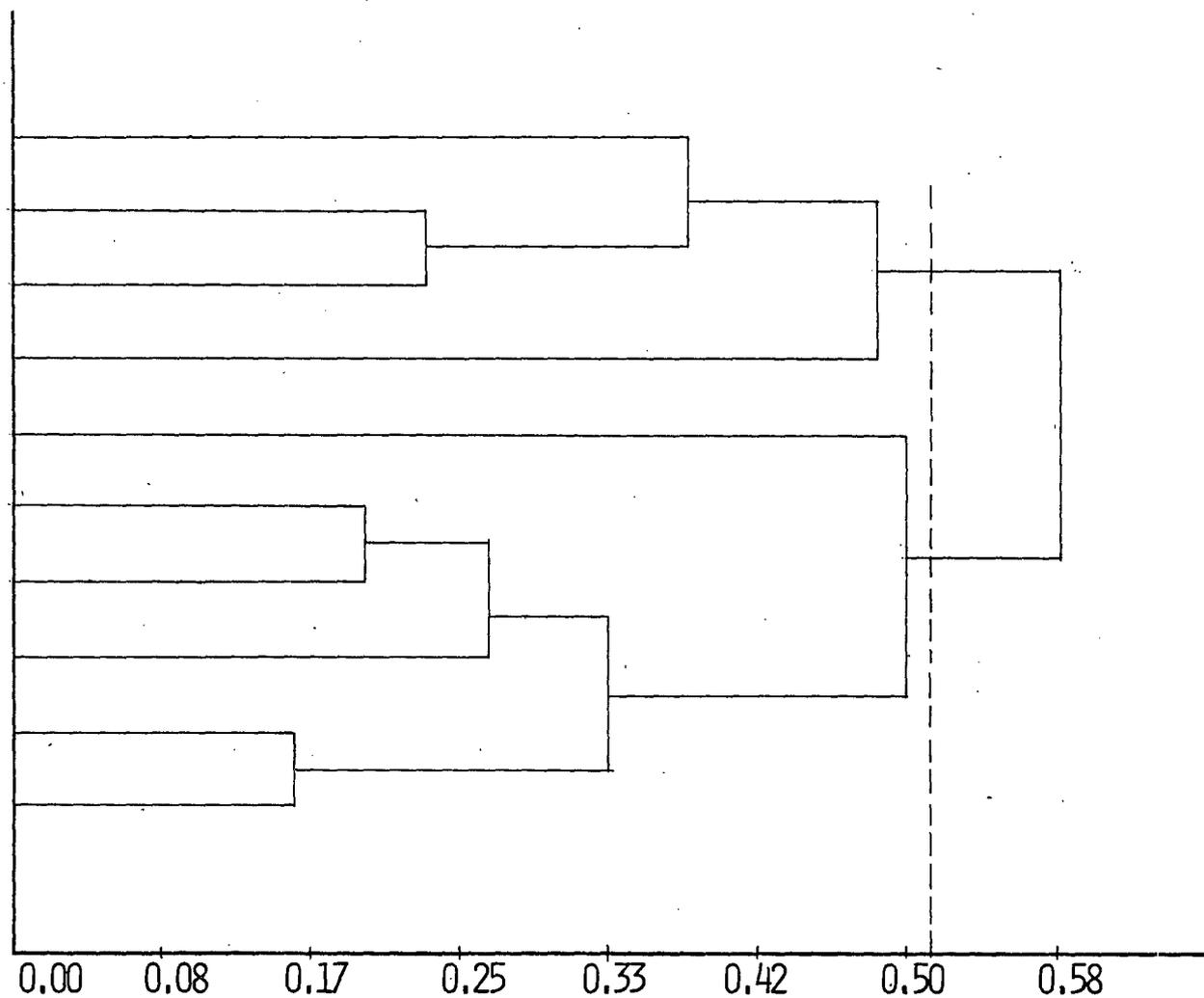


FIGURA 3 DENDROGRAMA DE 10 AMBIENTES PARA EL CULTIVO DEL MAIZ EN LA ZONA INTERMEDIA DEL ESTADO DE GUERRERO OBTENIDO DE LOS EFECTOS FENOTIPICOS Y EL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN .

- 9. CHILPANCINGO
- 5 OLINALA
- 8 SANTA ANA
- 10 OLINALA
- 6 T. VIEJO
- 1 P. CAMPUZANO
- 2 CHILPANCINGO
- 7 P. CAMPUZANO
- 3 LA PROVIDENCIA
- 4 CHILAPA

78
77
78
78
77
77
77
78
77
77

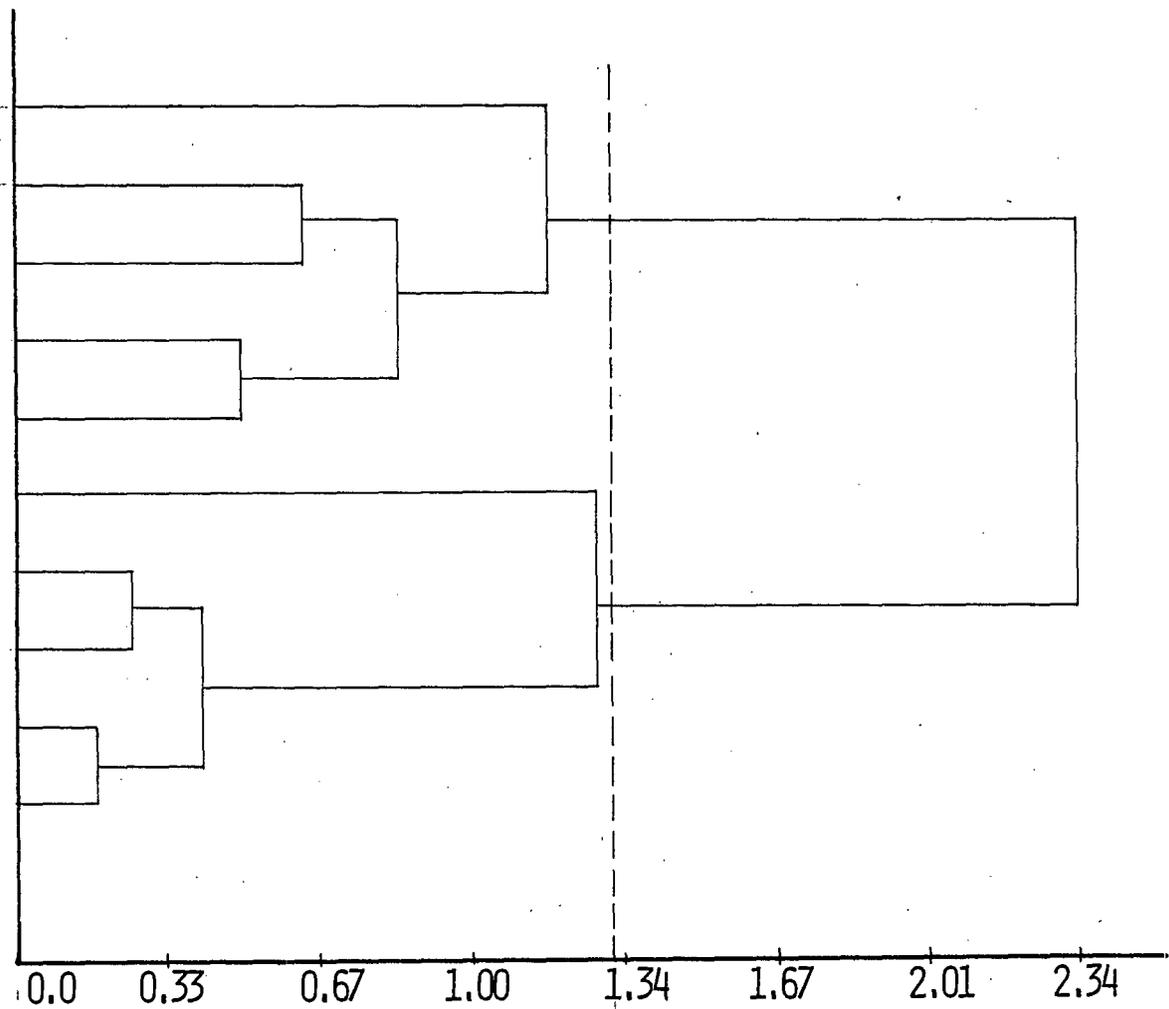


FIGURA 4 DENDROGRAMA QUE CLASIFICA 10 AMBIENTES PARA EL CULTIVO DEL MAÍZ EN LA ZONA INTERMEDIA DEL ESTADO DE GUERRERO, OBTENIDA DE LOS EFECTOS FENOTÍPICOS Y LA DISTANCIA EUCLIDIANA.

7	P. CAMPUZANO	78
1	P. CAMPUZANO	77
5	OLINALÁ	77
2	CHILPANCINGO	77
3	LA PROVIDENCIA	77
4	CHILAPA	77
8	SANTA ANA	78

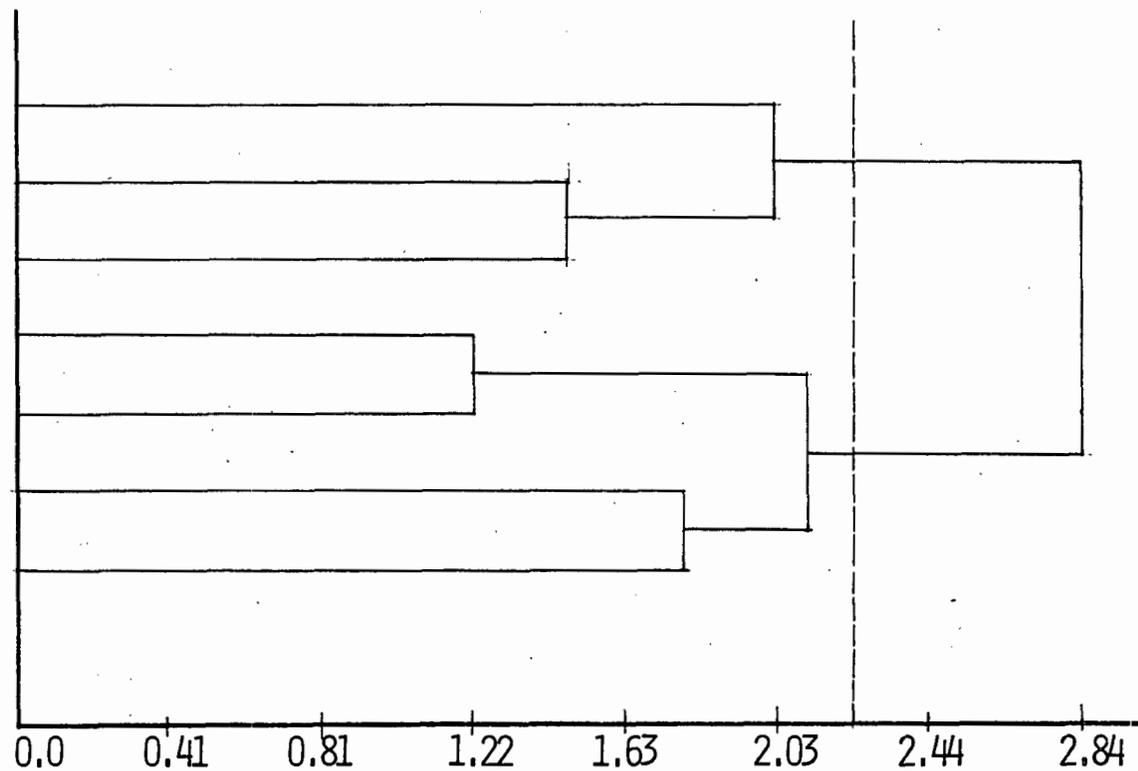


FIGURA 6 DENDROGRAMA DE 7 AMBIENTES PARA EL CULTIVO DEL MAIZ EN LA ZONA INTERMEDIA DEL ESTADO DE GUERRERO, OBTENIDO DE LOS EFECTOS DE INTERACCIÓN GENOTIPO AMBIENTE Y LA DISTANCIA EUCLIDIANA .

8 SANTA ANA	78
4 CHILAPA	77
3 LA PROVIDENCIA	77
2 CHILPANCINGO	77
5 OLINALA	77
1 P. CAMPUZANO	77
7 P. CAMPUZANO	78

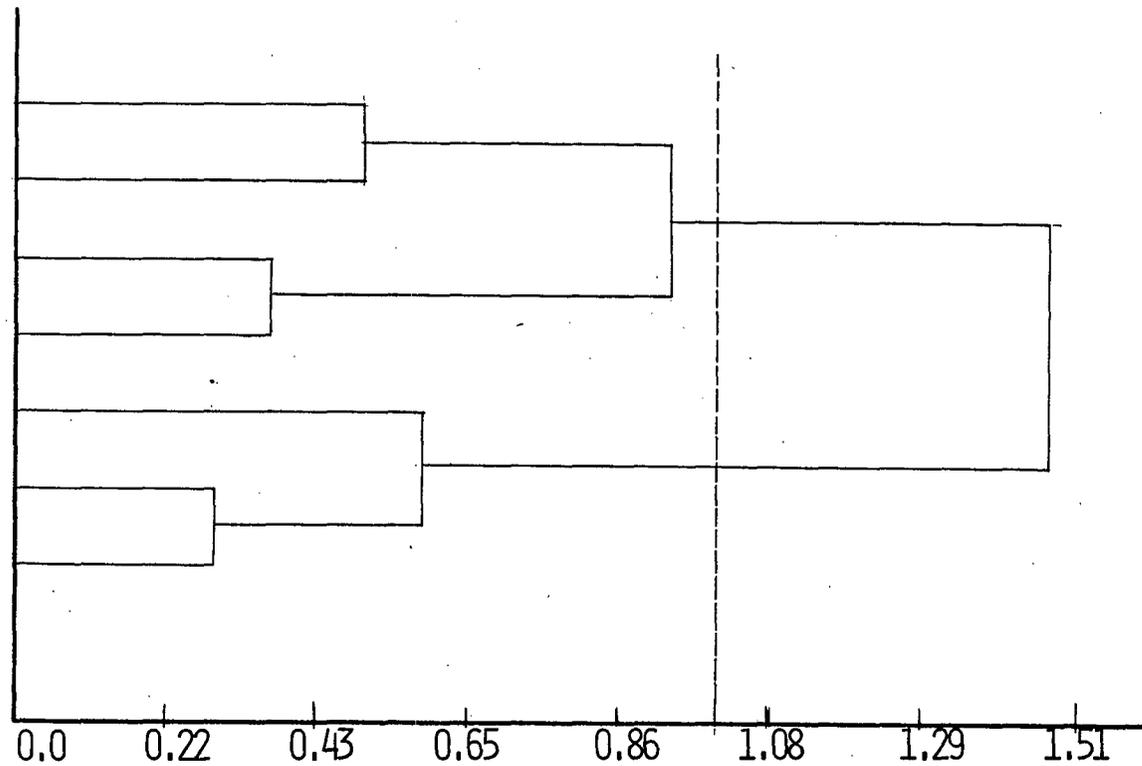


FIGURA 7 DENDROGRAMA DE 7 AMBIENTES PARA EL CULTIVO DEL MAIZ EN LA ZONA INTERMEDIA DEL ESTADO DE GUERRERO OBTENIDO DE LOS EFECTOS GENO TIPO-AMBIENTE Y EL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN .

5 OLINALA	77
7 P. CAMPUZANO	78
1 P. CAMPUZANO	77
2 CHILPANCINGO	77
8 SANTA ANA	78
3 LA PROVIDENCIA	77
4 CHILAPA	77

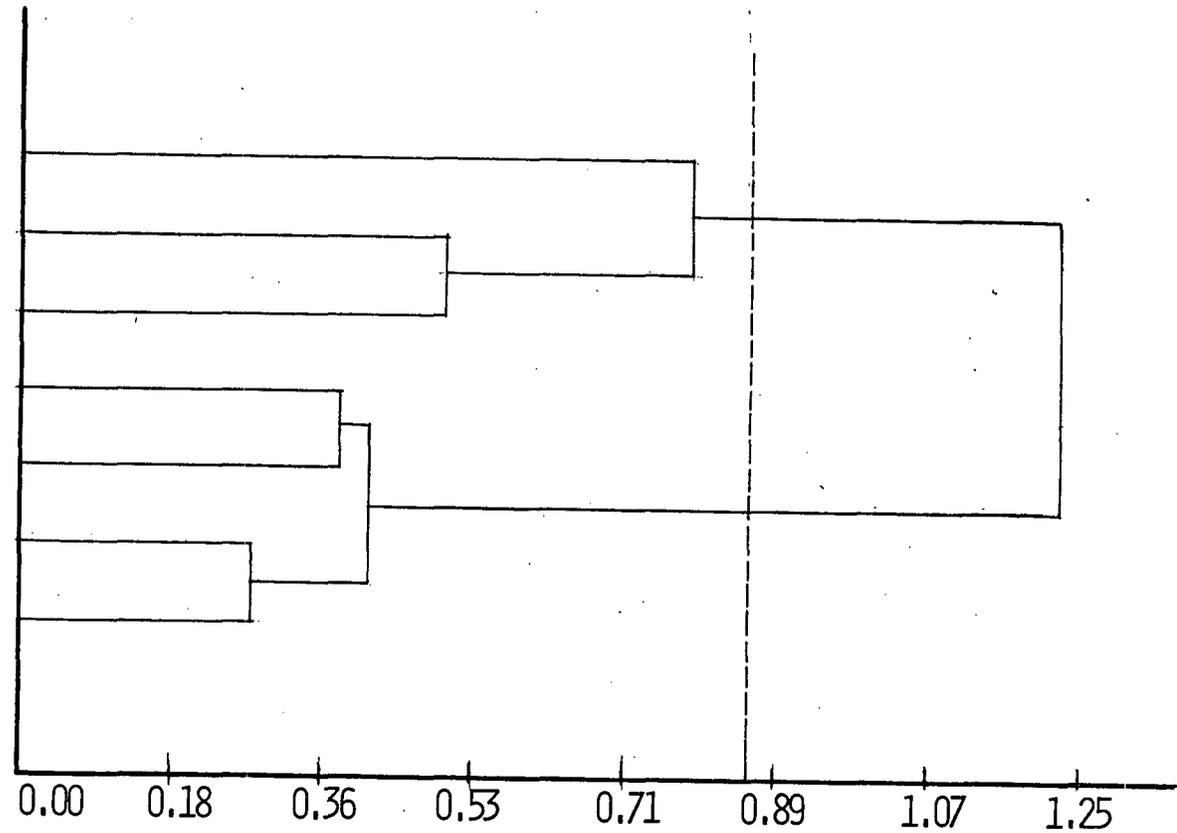


FIGURA 8 DENDROGRAMA DE 7 AMBIENTES PARA EL CULTIVO DEL MAIZ EN LA ZONA INTERMEDIA DEL ESTADO DE GUERRERO OBTENIDO DE LOS EFECTOS FENOTÍPICOS Y LA DISTANCIA EUCLIDIANA.

5 OLINALA	77
7 P. CAMPUZANO	78
1 P. CAMPUZANO	77
2 CHILPANCINGO	77
8 SANTA ANA	78
3 LA PROVIDENCIA	77
4 CHILAPA	77

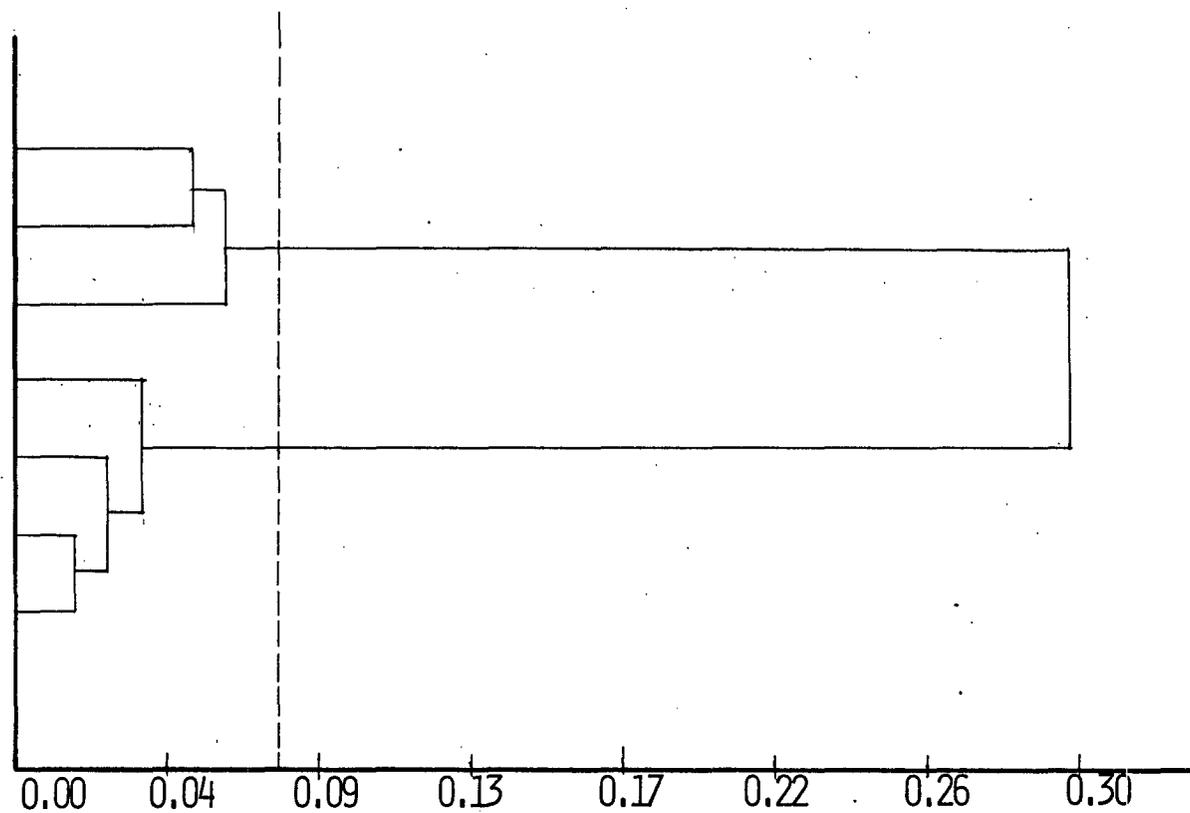


FIGURA 9 DENDROGRAMA DE 7 AMBIENTES PARA EL CULTIVO DEL MAIZ EN LA ZONA - INTERMEDIA DEL ESTADO DE GUERRERO OBTENIDA DE LOS EFECTOS FENOTI PICOS Y EL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN .

Cuadro 18. Promedio de los caracteres estimados en los ambientes del experimento V.

Ambientes	Caracteres		
	Rend.	Días a flo- ción	% de hume- dad grano
1.- (7) P. Campuzano (1978)	6.122	66	18.00
1.- (1) P. Campuzano (1977)	4.628	70	26.51
1.- (5) Olinalá (1977)	7.544	68	32.44
2.- (2) Chilpancingo (1977)	2.628	73	39.52
2.- (3) La Providencia (1977)	1.845	77	42.77
2.- (4) Chilapa (1977)	1.705	78	27.43
2.- (8) Sta. Ana (1978)	2.457	82	31.83

Cuadro 19. Promedio del rendimiento de los ambientes en el experimento IV.

Ambientes	Rendimiento
1.- (3) La Providencia (1977)	1.845
1.- (4) Chilapa (1977)	1.705
1.- (7) P. Campuzano (1978)	6.122
2.- (6) T. Viejo (1977)	7.159
2.- (9) Chilpancingo (1978)	8.776
2.- (10) Olinalá (1978)	6.428
(1) P. Campuzano (1977)	4.628
(2) Chilpancingo (1977)	2.628
(5) Olinalá (1977)	7.544
(8) Sta. Ana (1978)	2.457

V. DISCUSION

5.1. Parámetros de estabilidad.

Las hipótesis del presente estudio, se plantearon de acuerdo a los conocimientos existentes que se tenían respecto de la ecología, usos y técnica actual del cultivo del maíz en la región.

En información obtenida de los análisis de estabilidad aplicados, se observa que existe variabilidad entre los materiales genéticos en estudio, pues se encontraron diferencias altamente significativas (**) entre variedades y en las respuestas de estas a diferentes ambientes, lo que permite suponer que la metodología empleada, propuesta por Eberhart y Rusell (1966) fué eficaz, pues coincide en términos generales, con la información preliminar que al respecto se tenía al considerar los análisis de varianza particulares. Asimismo se identificaron genotipos para las diferentes situaciones de adaptación (b_i) que describe Carballo (1970), quien señala que el parámetro $S^2_{di=0}$ es el más importante, pues determina la confiabilidad ó consistencia de las variedades para cada situación de adaptación (b_i), por lo que nuestro interés se centra principalmente en los genotipos que muestren estos valores de consistencia, y que además presenten rendimiento alto ó aceptable.

De los experimentos analizados (I, II, III), se consideró con mayor grado de confiabilidad el número I, y que se presentó en el cuadro No. 5 del apéndice, ya que éste involucra un adecuado número de ambientes y variedades, además de que abarca el rango más heterogéneo de aquellos, pues incluye las evaluaciones realizadas en los 2 años de siembra; al respecto Eberhart y Rusell (1966) consideran importante utilizar un gran número de ambientes y variedades, aunque no indican cantidad; Juárez (1977) menciona que una muestra de 10 ambientes parece confiable en las estimaciones de los parámetros de estabilidad en el cultivo del sorgo.

En el cuadro 17 se observa que en los experimentos II y III, bajo la situación (a) de los parámetros de estabilidad, se concentra el mayor número de genotipos, y en menor proporción con el experimento I; esto puede deberse a 3 causas principales :

1).- Durante el primer ciclo de evaluación se probaron varios genotipos que resultan tener mala adaptación, los cuales se eliminaron y se incluyeron otros con mayor adaptación, y que están representados únicamente en el experimento III.

2).- Para cada experimento se involucra diferente número de variedades y ambientes, interviniendo esto en la precisión y significancia de los genotipos de acuerdo a las hipótesis que se plantearon ($b_i = 1$ y $S^2_{di} = 0$); donde las pruebas de decisión t y F de estos parámetros están influenciados por los respectivos grados de libertad (G.l.) para cada experimento.

3).- Existen genotipos que interaccionan con el año, ya que entre los que fueron comunes para los tres experimentos, varios de ellos se incluyen en diferente área de adaptación en relación al año de siembra.

Por lo accidentado en la topografía de la región en estudio, las superficies donde se cultiva maíz presentan una amplia gama de condiciones ambientales, principalmente edáficas y de manejo, existiendo considerables siembras que se realizan en "tlacolol" (ladera) ó en superficies más o menos inclinadas, que por lo general presentan suelos delgados, y por las mismas situaciones descritas, el escurrimiento del agua precipitada, hace que éstos permanezcan menor tiempo húmedos. El maíz cultivado en estos lugares, se encuentra en condiciones desfavorables, pudiendo coadyuvar en parte para elevar los bajos rendimientos, variedades con rendimiento aceptable identificadas bajo la situación de adaptación C.

Sin embargo, las mayores superficies sembradas con maíz, se encuentran en los valles ó planicies, que presentan generalmente buenos suelos (aluviales), donde el manejo de ellos, por razones obvias es más eficiente; siendo entonces lugares en condiciones más favorables para obtener mejores rendimientos considerando que la precipitación pluvial, aunque aleatoria, no se caracteriza por ser de temporal deficiente; por tanto, variedades que se identifican en la situación e, y con buen rendimiento, son recomendables.

En vista de que el maíz crece en las diferentes condiciones ambientales que se describieron, es importante la utilización de genotipos que resultaron tener buen rendimiento, y cuya interacción con todos los ambientes, no sea significativa ó bien, ser reducida, y de esta manera predecir su comportamiento en ambientes pobres y buenos.

Genotipos consistentes adaptados en todos los ambientes (a). Se encuentra bajo esta situación y con buen rendimiento, los materiales comerciales (2) H-509 enano y la variedad (8) V-524 P.B.

La variedad criolla (11) Llera III sobresale significativamente, por lo que es de interés considerarla ampliamente en los programas de mejoramiento genético.

Genotipos consistentes adaptados en ambientes desfavorables (c). Sobresale con buen rendimiento (6) VS-521; esta variedad, es confiable en todos los ambientes, ya que $S^2_{di} \neq 0$, del experimento I (que la excluye), no es muy elevado.

Genotipos consistentes adaptados en buenos ambientes (e). Sobresale con rendimiento significativamente alto, (14) H-369 (con $S^2_{di} \neq 0$ en el experimento I no muy desviada). Se incluye también con rendimiento aceptable, la variedad (7) V-450.

De la observación del cuadro 17 (situación a), la información sugiere que el amortiguamiento varietal a los cambios ambientales es heredable, ya que los genotipos 1, 8, - 10 y 16 son consistentes en los 3 análisis de estabilidad, aún con todas las implicaciones discutidas anteriormente; y que ésta herencia es cuantitativa, ya que otros genotipos - como el 3 y el 11, se comportan en forma intermedia de acuerdo a las dosis génicas para consistencia.

5.1.2. Sugerencias.

Es recomendable la elaboración de un arreglo topológico que permita la realización de ensayos de rendimiento en laderas pronunciadas, y así aprovechar genotipos precoces y de porte bajo, que al parecer, son los que mejor se adaptan al sistema del agricultor que siembra en estos lugares.

Entre los materiales genéticos que se pueden utilizar, se encuentran los híbridos H-220 y H-230, cuyo rendimiento, bajo comparativamente en éste estudio, ha gustado a los productores que han tenido oportunidad de conocerlos, principalmente por las características agronómicas que se describieron, y que les permite utilizarlos para siembras de temporal atrasados.

En los ensayos que periódicamente realiza el INIA para el C.C.V.P., por diferentes razones, ciclo a ciclo, se excluyen genotipos y también se incluyen otros nuevos, pero al igual que en el presente estudio, se queda una alta proporción de variedades que son comunes para todos los experimentos, por lo que es recomendable utilizar el incremento de los ambientes (experimentos), para observar con mayor grado de confiabilidad la información recabada en este trabajo; como segundo objetivo, será muy interesante determinar las proporciones más adecuadas entre ambientes y variedades, corriendo análisis de estabilidad fijando previamente cualquiera de ellos, y a la inversa, hasta considerar lógica y eficiente la información estadística.

5.1.3. Similitud de ambientes.

La delimitación de los ambientes (OTU'S), en base a dendrogramas es de gran eficacia, ya que permite observar en forma clara, la composición, estructura é interrelación

entre los ambientes que se estudian.

Para el análisis de la interrelación entre los ambientes, partimos de los dendrogramas que estiman los efectos de interacción genotipo - ambientes (G - A) del experimento V (cuadro 10), ya que posiblemente introduce menos sesgo que el experimento IV (cuadro 5), pues este último involucra menos datos, aunque más ambientes.

El dendrograma que presenta a los subgrupos ambientales mejor definidos (menor traslape), se presenta en la figura 6 que clasifica el coeficiente de correlación.

Y en el cuadro 18 se observa que la clasificación de las áreas homogéneas se dió en base al conjunto de datos - que se estimaron, aunque parece más evidente en el rendimiento, ya que los ambientes que se aglomeran en el subgrupo 1, tienen rendimientos significativamente más elevados que en el subgrupo 2 que se formó; respecto de los datos de floración y porcentaje de humedad del grano, los valores promedio inferiores de estos caracteres se unen al subgrupo 2, lo que confirma la delimitación de las áreas cuando se observan estas características.

Esta información permite suponer que las disimilitudes entre los grupos ambientales están altamente influenciados

por factores edáficos y de precipitación (principalmente distribución) y tal vez por el manejo diferencial del cultivo, ya que esperaríamos (generalmente así ocurre) rendimientos más altos en los ambientes donde se obtuvieron los ciclos vegetativos más tardíos, sin embargo, aquí observamos que ocurrió a la inversa; también indica que la altitud y fenómenos ligados a ella como la temperatura no son significativos para la formación de los grupos, ya que en el subgrupo 1 se aglomeran los ambientes extremos (a. s.n.m.) en este aspecto, como se puede ver en el cuadro 1.

Los resultados indican también que en la clasificación de los ambientes, la interacción ambiente x año es reducida, pues los grupos formados incluyen ambientes con diferente año de siembra.

Los ambientes 2, 3, 4 y 8 a excepción del primero, se encuentran cercanos en distancia, lo que podría estar explicando en parte la reducida interacción G.A. de los materiales entre estas localidades.

En el experimento IV, la clasificación de los grupos homogéneos no presenta la contundencia del experimento anterior, lo que sugiere que para una mejor caracterización de las áreas, deberá incluirse más de un carácter (datos), sobre todo cuando se usa un rango ambiental grande (que

puede ser en apariencia heterogéneo), aunque la información indica también que cuando se empleó un solo caracter, como - en este caso, el rendimiento de grano es de los más importantes; en el cuadro 19 se aprecia que la delimitación de las áreas ambientales disimilares se dió en base a los promedios de rendimiento, conjuntándose los más bajos en el subgrupo 1, y los promedios más altos en el subgrupo 2.

Los ambientes que no se incluyen en algún grupo ambiental en particular, tienden a unirse al subgrupo 1, lo que sugiere que podrían formar un subgrupo de ambientes con rendimiento intermedio si se estimaran otros datos para una mejor definición, ya que la tendencia a unirse con éste, puede estar influenciada por el ambiente (7) de mayor rendimiento.

VI. CONCLUSIONES

6.1. Parámetros de estabilidad.

La información proporcionada en el siguiente trabajo - permite concluir lo siguiente :

1.- La metodología que se usó, propuesta por Eberhart y Rusell (1966) fué efectiva para discriminar genotipos - por estabilidad, ya que se encontraron genotipos ubicados - en las 6 situaciones que describen Carballo y Márquez (1970), al conjugarse los valores de los parámetros de estabilidad ($b_i = 1$ y $S^2 d_i = 0$); de acuerdo a estos valores y las medias de rendimiento, se detectaron como genotipos sobresalientes los siguientes materiales :

a).- Con buena respuesta en todos los ambientes sobresalen el híbrido H-509 Enano, y la variedad V-524. La variedad criolla Llera III se recomienda considerarse ampliamente en los programas de mejoramiento genético.

b).- La variedad VS-521 obtuvo buen rendimiento en ambientes desfavorables, pudiendo recomendarse también y con alto grado de confiabilidad en todos los ambientes.

c).- El híbrido H-369 y la variedad V-450, con buen rendimiento en ambientes favorables, y sobresaliendo significativamente el primero.

2.- Se encontró que en la zona estudiada, es importante considerar la interacción variedad - año.

3.- El comportamiento relativo diferencial de las variedades de maíz respecto de los valores de los parámetros de estabilidad, depende de factores cuantitativos.

6.1.2. Disimilitud de ambientes.

De acuerdo a lo observado en los dendrogramas, puede concluirse lo siguiente :

4.- Se identificaron 2 grupos de ambientes en los cuatro dendrogramas en donde se consideraron dos medidas, dos tipos de efectos y tres caracteres; ellos fueron :

1).- Puente Campuzano 1977, P. Campuzano 1978 y Oliná 1977.

2).- Chilpancingo 1977, Sta. Ana 1978, La Providencia 1977 y Chilapa 1977.

5.- Cuando se utilizó un solo caracter en 10 ambientes, la agrupación ambiental no presentó la contundencia que en el experimento anterior. Se formaron 2 grupos, quedando definidos en la siguiente manera. Los ambientes de la subregión 1 la forman La Providencia 1977, Chilapa 1977 y P. Campuzano 1978; la subregión 2, la integran T. Viejo 1977, -

Chilpancingo 1977, y Olinalá 1978. Los ambientes P. Campuzano 1977, Chilpancingo 1977, Olinalá 1977 y Sta. Ana 1978 no identificaron en algún grupo en particular, pero tienden a unirse al grupo ó subregión 1.

6.- En vista de lo anterior, es correcto indicar, que para la agrupación por áreas homogéneas en maíz, deben estimarse más de un dato ó caracter en las variedades a utilizar, pues de esta manera las áreas similares quedan mejor caracterizadas, siendo muy importante el rendimiento de grano, así como también días a floración y porciento de humedad del grano.

7.- Los efectos usados para definir las áreas similares, fenotípicos y de interacción G-A fueron eficientes.

8.- Entre las medidas de disimilitud empleadas, (rc y md), rc clasifica los efectos fenotípicos a distancias más cortas.

A P E N D I C E VII

Cuadro 3. Análisis de Varianza para estimar los parámetros de estabilidad.

Análisis de Varianza

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio
Total	$nv-1$	$\sum_{ij} \Sigma Y^2_{ij} - F.C.$	
Variedades (V)	$v-1$	$\frac{1}{n} \sum_i Y_i^2 - F.C.$	CM_1
Medios ambientes (E) ..	$n - 1$		
E X V	$v(n-1)$ $(v-1)(n-1)$	$\sum_{ij} \Sigma Y^2_{ij} - \Sigma Y_i^2/n$	
Medios ambientes	1	$\frac{1}{v} (\sum_j Y_{.j} I_j)^2 / \Sigma I_j^2$	
(lineal) V X E (lineal)	$v-1$	$\sum_i \{ (\sum_j Y_{ij} I_j)^2 / \Sigma I_j^2 \} - S.C. Medio ambiente (lineal)$	CM_2
Desviación conjunta ..	$v(n-2)$	$\sum_{ij} \delta^2_{ij}$	CM_3
Variedad 1	$n - 2$	$\{ \sum_j Y_{1j}^2 - \frac{(Y_1)^2}{n} \} - (\sum_j Y_{1j} I_j)^2 / \Sigma I_j^2$	
Variedad 2	$n - 2$		
Variedad v	$n - 2$	$\{ \sum_j Y_{vj}^2 - \frac{(Y_v)^2}{n} \} - (\sum_j Y_{vj} I_j)^2 / \Sigma I_j^2$	
Error conjunto	$n(r-1)(v-1)$		CM_4

Cuadro 5. Ambiente y rendimiento de los genotipos del agrupamiento 1.

		1 P. Campuzano 1977	2 CHilp. 1977	3 La Prov. 1977	4 Chilapa 1977	5 Olinalá 1977	6 Taxco V. 1977	7 P. Camp. 1978	8 Sta. Ana 1978	9 Chilp. 1978	10 Olinalá 1978
1	H-510	4.250	3.401	1.413	1.227	6.869	7.532	5.199	2.455	8.000	5.726
2	H-509	5.446	2.554	2.112	2.562	6.855	7.417	6.383	2.073	10.300	5.486
3	H-507	4.348	2.645	1.488	1.273	6.910	7.767	7.195	2.354	11.225	7.282
4	H-508	3.196	1.990	0.577	0.978	4.332	4.657	3.707	1.550	6.100	3.175
5	H-503	3.652	3.191	1.175	0.994	6.255	5.430	6.114	1.827	9.475	5.561
6	VS-521	5.968	2.529	2.385	1.801	9.412	7.682	6.174	3.118	8.100	6.480
7	VS-450	5.348	2.744	1.644	1.429	7.856	8.262	6.178	2.378	9.225	7.220
8	V-524	4.750	2.643	1.990	1.910	7.303	8.162	6.712	2.411	8.225	5.860
9	VS-413	3.881	1.993	1.481	1.335	7.126	7.027	3.859	2.292	8.100	6.055
10	Llera II	4.533	2.130	1.807	1.925	7.165	7.990	6.832	2.631	8.375	6.595
11	Llera III	5.044	2.676	2.479	2.205	8.190	8.270	6.813	2.928	9.325	7.791
12	H-451	3.728	2.747	2.049	1.770	8.259	6.362	6.474	2.468	10.275	8.025
13	Tuxp. PB x Eto. PB	5.772	2.529	2.391	2.422	9.587	6.690	6.927	3.073	8.475	5.163
14	H-369	6.750	3.550	1.943	2.158	11.104	9.820	7.622	2.468	10.400	7.687
15	H-220	2.815	1.692	1.834	1.553	7.618	7.537	4.216	2.292	5.700	5.567
16	V-371	4.652	2.758	1.990	1.879	7.544	6.912	6.640	2.445	8.275	6.648
17	H-309	3.054	2.102	1.590	0.870	4.437	5.275	5.955	2.503	7.850	7.872
18	H-366	6.131	3.442	2.874	2.407	8.976	6.095	7.211	2.973	10.550	7.527

Cuadro 6. Ambientes y rendimiento de los genotipos en el agrupamiento 2.

		1 P.Camp. 1977	2 Chilpo. 1977	3 La Prov. 1977	4 Chilapa 1977	5 Olinalá 1977	6 Taxco V. 1977
1	H-510	4.250	3.401	1.413	1.227	6.869	7.532
2	H-509	5.446	2.554	2.112	2.562	6.855	7.417
3	H-507	4.348	2.645	1.488	1.273	6.910	7.767
4	H-508	3.196	1.990	0.577	0.978	4.332	4.657
5	H-503	3.652	3.191	1.175	0.994	6.255	5.430
6	VS-521	5.968	2.529	2.385	1.801	9.412	7.682
7	VS-450	5.348	2.744	1.644	1.429	7.856	8.262
8	V-524	4.750	2.643	1.990	1.910	7.303	8.162
9	VS-413	3.881	1.993	1.481	1.335	7.126	7.027
10	Llera II	4.533	2.130	1.807	1.925	7.165	7.990
11	Llera III	5.044	2.676	2.479	2.205	8.190	8.270
12	H-451	3.728	2.747	2.049	1.770	8.259	6.362
13	Tuxp.PB x Eto.PB	5.772	2.529	2.391	2.422	9.587	6.690
14	H-369	6.750	3.550	1.943	2.158	11.104	9.820
15	H-220	2.815	1.592	1.834	1.553	7.618	7.537
16	V-371	4.652	2.758	1.990	1.879	7.544	6.912
17	H-309	3.054	2.102	1.590	0.870	4.437	5.275
18	H-366	6.131	3.442	2.874	2.407	8.976	6.095
19	Mezcla tropical	4.337	2.282	2.221	1.491	6.968	8.507
20	VS-523 A	4.424	2.161	1.692	1.584	7.445	9.292
21	VS-401	4.065	0.952	1.345	1.475	1.476	1.080
22	Blanco subtrop.	3.696	1.906	1.984	1.817	8.094	7.590
23	Comp. Interracial tar dío.	3.913	1.363	1.230	1.009	4.776	3.927
24	H-133	1.630	0.844	1.012	0.652	1.915	2.267
25	V-370	4.446	1.469	1.807	1.071	7.965	8.045
26	VS-202	0.641	1.238	1.094	0.621	0.878	2.997
27	H-352	3.707	2.051	1.372	1.273	5.290	6.410
28	H-353	3.891	3.056	1.780	0.776	3.289	4.117
29	Amarillo del Bajío	2.826	1.841	1.461	0.932	5.947	4.580
30	VS-453	3.891	1.548	1.848	0.994	6.828	6.170

Cuadro 7. Ambientes y rendimientos de los genotipos en el agrupamiento 3.

		7 1978 P.Campuzano	8 1978 Sta.Ana	9 1978 Chilpancingo	10 1978 Olinalá
1	H-510	5.199	2.455	8.000	5.726
2	H-509	6.383	2.073	10.300	5.482
3	H-507	7.195	2.354	11.225	7.282
4	H-508	3.707	1.550	6.100	3.175
5	H-503	6.114	1.827	9.475	5.561
6	VS-521	6.174	3.118	8.100	6.480
7	VS-450	6.178	2.378	9.225	7.220
8	V-524	6.712	2.411	8.225	5.860
9	VS-413	3.859	2.292	8.100	6.055
10	Llera II	6.832	2.631	8.375	6.595
11	Llera III	6.813	2.928	9.325	7.791
12	H-451	6.474	2.468	10.275	8.025
13	Tuxp.PB x Eto.PB	6.927	3.073	8.475	5.163
14	H-369	7.622	2.468	10.400	7.687
15	H-220	4.216	2.292	5.700	5.567
16	V-371	6.640	2.445	8.275	6.648
17	H-309	5.955	2.503	7.850	7.872
18	H-366	7.211	2.973	10.550	7.527
19	Mixture	6.851	2.664	6.851	6.430
20	Sint.Estabilizado III	7.209	2.359	10.100	6.203
21	VS-547B	7.723	3.106	9.450	7.591
22	H-comercial II	7.952	1.971	8.625	7.328
23	H-372	8.152	2.718	9.825	7.375
24	H-Comercial I	8.873	3.214	9.275	7.323
25	Tuxpeño Caribe 2	6.675	2.168	9.900	6.035
26	H-452	5.870	2.514	7.700	5.793
27	Blanco cristalino 1	6.792	2.836	9.375	6.592
28	La Posta x Tuxp.Inv.	6.731	3.062	9.800	8.212
29	H-230	4.467	2.654	7.350	6.800
30	VS-547A	5.483	2.380	8.750	4.850
31	VS-547C	6.353	2.616	8.355	5.420

Cuadro 8. Valores individuales de efectos fenotípicos (Y_{ij})

		A m b i e n t e s				
		A_1	A_2	A_j	A_s	Suma ($y_{i.}$)
G e n o t i p o s	G_1	Y_{11}	Y_{12}	Y_{1j}	Y_{1s}	$Y_{1.}$
	G_2	Y_{21}	Y_{22}	Y_{2j}	Y_{2s}	$Y_{2.}$
		\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
	G_i	Y_{i1}	Y_{i2}	Y_{ij}	Y_{is}	$Y_{i.}$
	G_v	Y_{v1}	Y_{v2}	Y_{vj}	Y_{vs}	$Y_{v.}$
SUMA ($y_{.j}$)		$Y_{.1}$	$Y_{.2}$	$Y_{.j}$	$Y_{.s}$	$Y_{..}$

Cuadro 9. Valores individuales de efectos de interacción genotipo - ambiente (Y_{ij}).

		A m b i e n t e s			
		A_1	A_2	A_j	A_s
G e n o t i p o s	G_1	Y_{11}	Y_{12}	Y_{1j}	Y_{1s}
	G_2	Y_{21}	Y_{22}	Y_{2j}	Y_{2s}
		\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
	G_i	Y_{i1}	Y_{i2}	Y_{ij}	Y_{is}
	G_v	Y_{v1}	Y_{v2}	Y_{vj}	Y_{vs}

Cuadro 10. Ambientes y caracteres medidos en 18 genotipos.

	1			2			3			4			5			7			8		
	P. Camp. 1977			Chilpancingo 1977			La Prov. 1977			Chilapa 1977			Olinalá 1977			P. Camp. 1978			Sta. Ana 1978		
	dfas a flor	rend.	hum. de grano	dfas a flor	rend.	humedad de grano	dfas a flor	rend.	humedad de grano	dfas a flor	rend.	hum. de grano	dfas a flor	rend.	hum. de grano	dfas a flor	rend.	hum. de grano	dfas a flor	rend.	hum. de grano
1 H-510	79	4.250	31.13	79	3.401	40.46	83	1.413	44.73	86	1.227	25.27	79	6.869	32.48	72	5.199	18.65	87	2.455	33.28
2 H-509	72	5.446	26.82	82	2.554	39.21	81	2.112	43.50	81	2.562	19.02	76	6.855	33.94	71	6.383	19.41	86	2.073	33.78
3 H-507	79	4.348	24.24	80	2.645	39.58	83	1.488	43.68	82	1.273	27.65	74	6.910	36.18	73	7.195	20.25	87	2.354	35.94
4 H-508	73	3.196	26.79	76	1.990	39.69	81	0.577	46.38	83	0.978	19.02	72	4.332	32.26	70	3.707	17.99	86	1.550	40.05
5 H-503	78	3.652	25.58	79	3.191	39.88	82	1.175	44.54	86	0.994	30.03	77	6.255	34.25	71	6.114	19.18	87	1.827	42.61
6 VS-521	69	5.968	23.43	71	2.529	37.95	76	2.385	41.24	77	1.801	20.04	64	9.412	34.23	66	6.174	17.05	82	3.118	28.30
7 VS-450	68	5.348	25.73	72	2.744	40.61	77	1.644	44.12	79	1.429	32.07	66	7.856	34.64	64	6.178	17.89	83	2.378	30.95
8 V-524	68	4.750	25.45	71	2.643	40.23	77	1.990	41.87	78	1.910	42.69	64	7.303	34.52	65	6.712	18.80	81	2.411	30.24
9 VS-413	64	3.881	23.92	68	1.993	40.01	71	1.481	39.30	75	1.335	19.37	63	7.126	30.54	62	3.859	14.29	80	2.292	30.31
10 Llera II	69	4.533	23.29	71	2.130	39.71	76	1.807	41.29	78	1.925	32.07	66	7.165	34.79	65	6.832	17.07	81	2.631	31.26
11 Llera III	68	5.044	31.69	71	2.676	38.17	76	2.479	41.98	80	2.205	29.91	65	8.190	31.09	67	6.813	17.22	82	2.928	32.61
12 H-451	68	3.728	29.85	72	2.747	40.73	76	2.049	42.44	77	1.770	25.90	66	8.259	31.76	66	6.474	19.49	83	2.468	31.35
13 Tuxp.P.B. x E.T.O. P.B.	68	5.772	24.87	72	2.529	41.08	75	2.391	42.25	76	2.422	32.12	68	9.587	33.10	66	6.927	18.89	75	3.073	28.34
14 H-369	74	6.750	22.77	76	3.550	37.34	82	1.943	41.65	81	2.158	30.11	75	11.104	29.53	68	7.622	17.64	85	2.468	30.36
15 H-220	60	2.815	30.27	62	1.692	37.42	65	1.834	39.95	68	1.553	20.00	54	7.618	28.99	59	4.216	16.55	81	2.292	20.15
16 V-371	69	4.652	27.88	72	2.758	39.95	77	1.990	44.21	77	1.879	26.70	70	7.544	31.47	67	6.640	19.35	82	2.445	32.10
17 H-309	66	3.054	24.35	69	2.102	39.49	73	1.590	43.57	76	0.870	29.65	62	4.437	29.03	64	5.955	16.98	80	2.503	28.92
18 H-366	72	6.131	29.24	77	3.442	39.92	81	2.874	43.27	79	2.407	32.27	73	8.976	31.27	70	7.211	17.45	83	2.973	32.40

5 OLINALA	77
8 SANTA ANA	78
6 T. VIEJO	77
1 P. CAMPUZANO	77
4 CHILAPA	77
3 LA PROVIDENCIA	77
7 P. CAMPUZANO	78
2 CHILPANCINGO	77
10 OLINALA	78
9 CHILPANCINGO	78

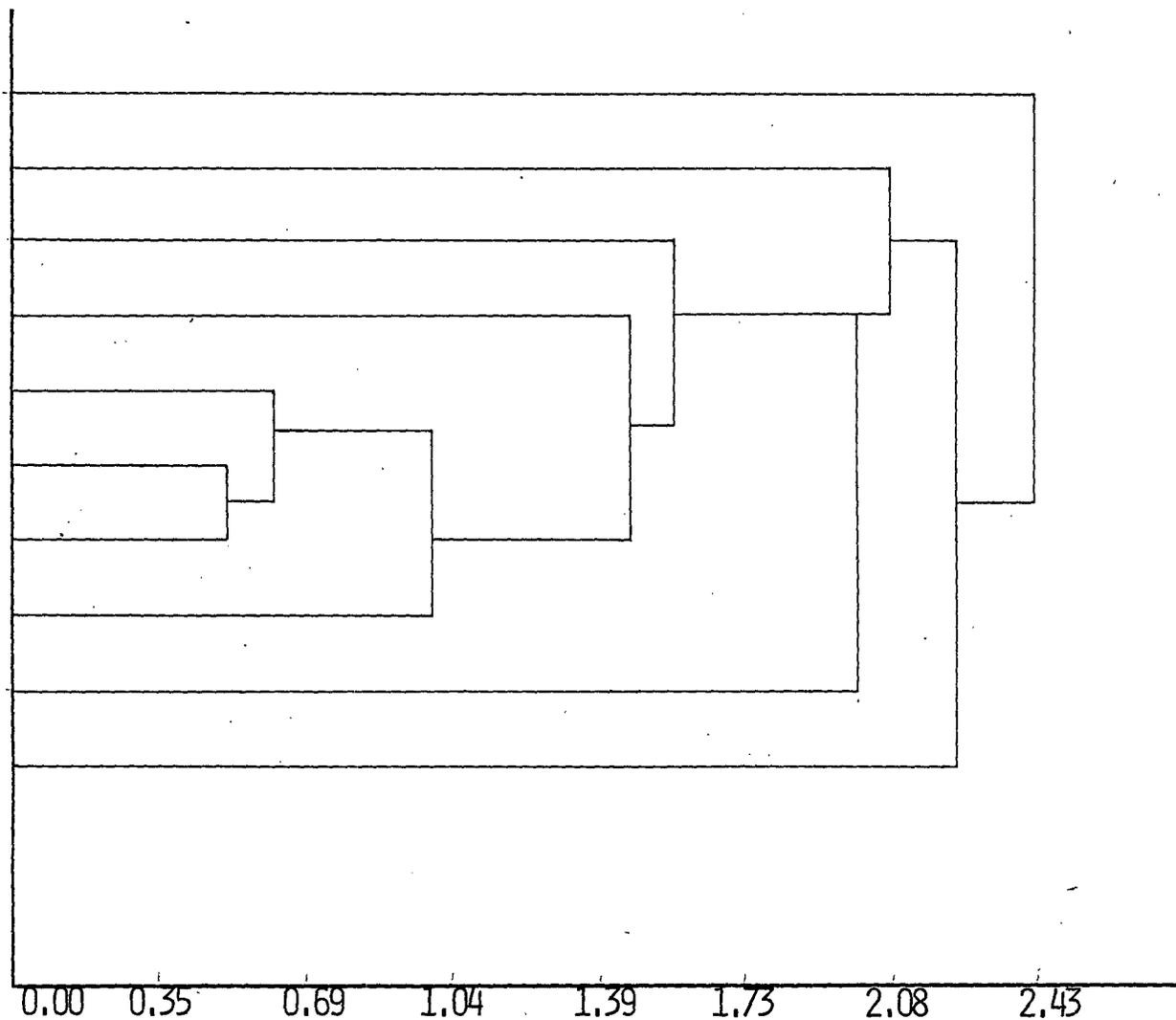


FIGURA 5. DENDROGRAMA QUE CLASIFICA 10 AMBIENTES PARA EL CULTIVO DEL MAÍZ EN LA ZONA INTERMEDIA DEL ESTADO DE GUERRERO, OBTENIDO DE LOS EFECTOS DE INTERACCIÓN GENOTIPO - AMBIENTE Y QUE CLASIFICA LA DISTANCIA EUCLIDIANA.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ABOU-EL-FITTOUH, H.A., RAWLINGS, J.O., and P.A. MILLER, 1969. Clasificación of environments to control genotype by environment interactions with an application to cotton. *Crop. Sci.*, 9:135-140.
2. ALLARD, R.W. 1967. Principios de la mejora genética de las plantas. Edit. Omega. Barcelona, España.
3. ALLARD, R.W. and A.D. BRADSHAW. 1964. Implications of genotype environmental interactions in applied plant breeding. *Crop Sci.*, 4:503-507.
4. BRADSHAW, A.D. (1965). Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. *Advances in Genetics*, 13:115-155.
5. BUCIO ALANIS, L. 1966. Environmental and genotype-environmental components of variability. I. Inbred Lines. *Heredity*, 21:387-397.
6. CARBALLO C., A. y F. MARQUEZ S. 1970. Comparación de variedades de maíz de el Bajío y la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. *Agrociencia* 5:129-146.

7. CASTELLON O., J.J. 1976. Uso de parámetros de estabilidad como criterio de selección en maíces cristalinos de la Sierra de Chihuahua. Tesis profesional. Escuela de Agricultura, Universidad de Guadalajara.
8. CASTRO R., V.M., (1975). Determinación de localidades para la investigación de la resistencia a la sequía en plantas, mediante la evaluación de genotipos de maíz. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, E.N.A. Chapingo, Méx.
9. CERVANTES S., T. (1976). Efectos genéticos y de interacción genotipo - ambiente en la clasificación de razas mexicanas de maíz. Tesis D.C. Colegio de Postgraduados, E.N.A. Chapingo, Méx.
10. CHAVEZ CH., J. 1977. Estabilidad del rendimiento de grano de avena (Avena sativa L.) en diferentes agrupamientos ambientales. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. E.N.A. Chapingo, Méx.
11. EBERHART, S.A., and W.A. RUSELL. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 6:36-40.

12. FINLAY, K.W. and WILKINSON, G.N. 1963. The Analysis of adaptation in a plant-breeding programme. Aust. Jour. Agric. Res., 14:742-754.
13. GARCIA, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. U.N.A.M., México.
14. GOMEZ M., N. 1977. Estabilidad del rendimiento y delimitación de áreas del cultivo del sorgo para grano en México. Segunda parte; Delimitación de áreas para el cultivo del sorgo. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, E.N.A. Chapingo, Méx.
15. HORNER, T.W. and K.J. FREY, 1957. Methods for determining natural areas for oat varietal recommendations. Agron. Jour. 49:313-315.
16. JUAREZ E., R. 1977. Interacción genotipo-medio ambiente en la selección y recomendación de híbridos de sorgo para grano. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, E.N.A. Chapingo, Méx.
17. MARQUEZ S., F. 1974. El problema de la interacción genético-ambiental en genotécnia vegetal. PATENA, - A.C. Chapingo, Méx.

18. OROZCO, J.L. 1979. Interrelaciones de poblaciones de Teocintle anual mexicano. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, E.N.A. Chapingo, Méx.
19. PLAISTED, R.L. and PETERSON, L.C. (1959). A Technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations and seasons. Am. Potato J. 36:381-385.
20. RON P., J. (1977). Efecto de las radiaciones Gamma de ^{60}Co . En las razas de maíz en México. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, E.N.A. Chapingo, México.
21. ROWE, P.R. and ANDREW, R.A. 1964. Phenotypic Stability for a systematic series of corn genotypes. Crop Sci., 4:563-567.
22. SOKAL, R.R. and P.H. SNEATH. 1963. Principles of numerical taxonomy. W.H. Freeman and Co. San Francisco, U.S.A.
23. SOLIS DEL RIVERO, R. 1974. Algoritmos, estrategias y modelos para métodos de agrupación. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, E.N.A. Chapingo, Méx.

24. WILSIE, C.P. 1966. Cultivos, Aclimatación y Distribución. Editorial Acribia. Zaragoza, España.