

EVALUACION DE CRUZAS SIMPLES DE MAIZ  
TROPICAL, PREDICCIÓN DE CRUZAS TRIPLES Y  
DOBLES Y PARAMETROS DE ESTABILIDAD

ARNULFO CASTRO GALLARDO

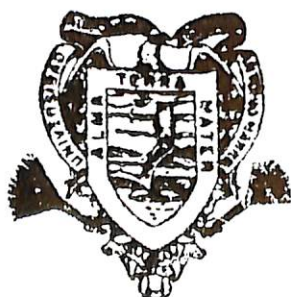
T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN FITOMEJORAMIENTO

Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"



BIBLIOTECA



Universidad Autónoma Agraria  
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

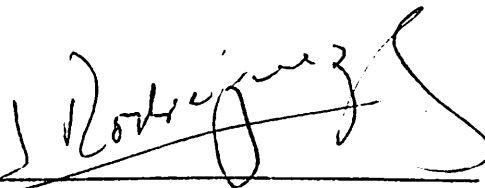
MAYO DE 1989

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular  
de asesoría aprobada como requisito parcial, para optar  
al grado de

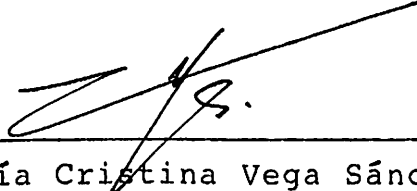
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN FITOMEJORAMIENTO

C O M I T E   P A R T I C U L A R

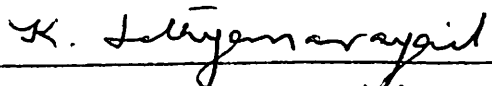
Asesor Principal:

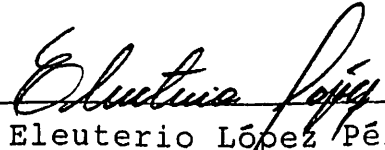
  
\_\_\_\_\_  
M.C. José Guadalupe Rodríguez Valdés

Asesor:

  
\_\_\_\_\_  
M.C. María Cristina Vega Sánchez

Asesor:

  
\_\_\_\_\_  
Ph.D. Sathyanarayanaiah Kuruvadi

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Eleuterio López Pérez  
Subdirector de Asuntos de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Mayo de 1989

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo brindado para la realización de mis estudios.

A mis asesores: M.C. José Guadalupe Rodríguez Valdéz, M.C. Cristina Vega Sánchez y al Dr. Sathyanarayanaiah Kuruvadi por sus valiosas sugerencias, orientación y revisión del escrito.

Al M.C. Carlos J. Garay López por su valiosa ayuda técnica durante el establecimiento, conducción y análisis de esta investigación.

A los C. Mauricio Esquivel y Alberto Rodríguez por su valiosa colaboración en la realización del análisis estadístico del presente trabajo.

A todo el personal del Instituto Mexicano del Maíz, quienes de una forma u otra contribuyeron para la realización de esta investigación.

DEDICATORIA

A MI ESPOSA E HIJOS:

Ma. Guadalupe

Brenda Guadalupe y

Arturo

Con amor por su estímulo y paciencia

A MIS PADRES:

Arturo y Ana María

Con agradecimiento y respeto

A MIS HERMANOS:

Con cariño



## COMPENDIO

Evaluación de cruzas simples de maíz tropical, predicción de cruzas triples y dobles y parámetros de estabilidad.

POR

ARNULFO CASTRO GALLARDO

MAESTRIA

FITOMEJORAMIENTO

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, ABRIL DE 1989.

M.C. J. Guadalupe Rodríguez V. - Asesor -

Palabras claves: Maíz, hibridación, aptitud combinatoria, predicción, estabilidad.

Con 17 progenitores seleccionados en cuatro áreas -- geográficas del país, fueron formadas 136 cruzas según el -- método 4 modelo I de Griffing (1956) y evaluadas en seis ambientes; se estimó la aptitud combinatoria para identificar las mejores cruzas por su rendimiento y valores altos de -- ACE, además identificar los progenitores de efectos positivos de ACG, y utilizarlos en la formación de cruzas triples y dobles; se estimaron también los parámetros de estabilidad para las cruzas y testigos involucrados, según Eberhart y -- Russell (1966).

Los análisis de varianza por localidad indicaron diferencias altamente significativas entre tratamientos para las características estudiadas, además existió interacción de tratamientos por localidad, esto indicó que los tratamientos fueron diferentes entre ellos y por lo tanto; se comportaron en forma desigual en los diferentes ambientes.

Para cruzas y ACG se encontraron diferencias altamente significativas en todas las características y en todas las localidades, para ACE en las características días a floración masculina, altura de planta y altura de mazorca en algunas localidades. La ACG fue predominante con respecto a la ACE.

Las cruzas con efectos altos de ACE y altos rendimientos, fueron aquellas formadas con ambos progenitores de efectos positivos para ACG, progenitores predominantes a través de todos los ambientes y que provienen de los grupos 1 y 2, líneas para el Trópico Húmedo y derivados de la población tuxpeño respectivamente, además, sobresalieron por ser cruzas estables en la mayor proporción, en base a esto se formaron treinta cruzas triples y cincuenta y nueve cruzas dobles.

ABSTRACT

Evaluation of Single Crosses of Tropical Corn, Prediction of Triple and Double Crosses and Stability Parameters

By

ARNULFO CASTRO GALLARDO

MASTER OF SCIENCE

PLANT BREEDING

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Buenavista, Saltillo, Coahuila. May, 1989

M.C. José Guadalupe Rodríguez Valdés. - Advisor -

Key words: Corn, hybrids, combining ability, prediction, stability.

Seventeen selected corn parents in four geographic areas in the Country, 136 crosses were made based on Griffing's (1956) method 4, model I. They were evaluated in six environments; the combining ability was estimated in order to identify the best crosses based on their yield and high values of CAS, moreover, the parents of positive effects of CAG were identified and used in order to form double and triple crosses, stability parameters were also estimated for control and crosses treatments involved (Eberhart and Russell 1966).

The analysis of variance for environment indicated highly significant differences between treatments for the studied characteristics, besides, an interaction between treatments by location was present, this indicated that treatments were different, so their performance was unequal for the different environments.

For crosses and CAG, there were highly significant differences in all characteristics and location, for CAS in days to male flowering, plant height and corn ear height in all locations. The CAG was predominant over CAS.

Crosses with high effects of CAS and high yielding were those formed with both parents of positive effects of CAS, predominant parents through all environments and become of groups one and two, lines for Humid Tropic and derived for Tuxpeño Population respectively, moreover, they excell become were stability crosses in high proportion. Is based of this 30 triple crosses and 59 double crosses were farmed.

## INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
INDICE DE CUADROS . . . . .	xi
INDICE DE FIGURAS . . . . .	xiv
INTRODUCCION . . . . .	1
REVISION DE LITERATURA . . . . .	\$
Cruzas Dialélicas . . . . .	4
Habilidad Combinatoria . . . . .	6
Parámetros de Estabilidad . . . . .	8
Predicción de Cruzas . . . . .	11
MATERIALES Y METODOS . . . . .	14
Material Genético . . . . .	14
Análisis Estadístico . . . . .	23
Análisis de Varianza . . . . .	23
Análisis Dialélico . . . . .	25
Efectos de Aptitud Combinatoria . . . . .	29
Parámetros de Estabilidad . . . . .	30
Análisis Estadístico . . . . .	30
Pruebas de Significancia . . . . .	32
Predicción de Cruzas Triples y Dobles . . . . .	36
RESULTADOS . . . . .	37
DISCUSION . . . . .	84
CONCLUSIONES . . . . .	88
RESUMEN . . . . .	91
LITERATURA CITADA . . . . .	94
APENDICE . . . . .	98

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
3.1	Líneas progenitoras por grupo de origen y testigos utilizados . . . . .	15
3.2	Características climatológicas de las localidades en estudio . . . . .	17
3.3	Características agronómicas de las localidades en estudio . . . . .	19
3.4	Análisis de varianza combinado bajo un diseño de bloques al azar. . . . .	26
3.5	Análisis de varianza del diseño 4 de Griffing (1956) . . . . .	28
3.6	Análisis de varianza para la estimación de parámetros de estabilidad $b_i$ y $S_{d_i}$ . . . . .	33
3.7	Clasificación de los parámetros de estabilidad según Carballo (1970). . . . .	35
4.1	Cuadrados medios y su significancia de las variables días a flor masculina, altura de planta, altura de mazorca y rendimiento por localidad, diseño látice 12 x 12. . . . .	38
4.2	Análisis de varianza combinado para rendimiento a través de seis localidades del Trópico Húmedo . . . . .	42
4.3	Rendimientos medios (ton/ha) obtenidos en la localidad de CBTA-17, Ursulo Galván, Ver. . . . .	44
4.4	Características de cruzas y testigos sobresalientes en la localidad del CBTA-17. Ursulo Galván, Ver. . . . .	45
4.5	Rendimientos medios obtenidos en la localidad del ITA-18. Ursulo Galván, Ver. . . . .	46
4.6	Características de cruzas y testigos sobresalientes en la localidad del ITA-18. Ursulo Galván, Ver. . . . .	47

Cuadro		Pág.
4.7	Rendimientos medios obtenidos en la localidad de Tepalcingo, Mor. . . . .	49
4.8	Características de cruzas y testigos sobresalientes en la localidad de Tepalcingo, Mor. .	50
4.9	Rendimientos medios obtenidos en la localidad de Cd. Guzmán, Jal. . . . .	51
4.10	Características de cruzas y testigos sobresalientes en la localidad de Cd. Guzmán, Jal. .	52
4.11	Rendimientos medios obtenidos en la localidad de Tehuantepec, Oax. . . . .	54
4.12	Características de cruzas y testigos sobresalientes en la localidad de Tehuantepec, Oax. .	55
4.13	Rendimientos medios obtenidos en la localidad de Nopalapan, Ver. . . . .	56
4.14	Características de cruzas y testigos sobresalientes en la localidad de Nopalapan, Ver. .	57
4.15	Rendimientos medios en ton/ha de mazorca y sus efectos de ACE a través de seis localidades - (combinado). . . . .	58
4.16	Cuadrados medios y su significancia de las variables floración masculina, altura de planta y altura de mazorca y rendimiento por localidad para ACG y ACE diseño 4 de Griffing. . . .	60
4.17	Efectos de aptitud combinatoria general (ACG) para rendimiento por localidad y combinado . .	65
4.18	Efectos de ACG de progenitores ACE de cruzas y rendimiento de algunos híbridos sobresalientes evaluados en seis localidades del Trópico Húmedo . . . . .	67
4.19	Cruzas simples estables y grupos de origen de los progenitores de cada cruz a . . . . .	77
4.20	Cruzas con mejor respuesta en ambientes desfavorables y consistentes y grupos de origen de los progenitores de cada cruz a . . . . .	78
4.21	Cruzas triples predichas para nueve características a través de seis localidades. . . . .	79
4.22	Cruzas dobles predichas para nueve características a través de seis localidades . . . . .	81

1A	Concentración de medias para diez características, efectos de ACG y ACE de las cruzas y testigos a través de seis localidades . . . . .	99
2A	Cuadrados medios para la estimación de parámetros de estabilidad $b_i$ y $S_{di}$ y su clasificación . . . . .	105



## INDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
4.1	Frecuencia y por ciento de efectos de $\hat{S}_{ij}$ positivos y negativos obtenidos en todas las combinaciones de efectos de $\hat{g}_i$ y $\hat{g}_j$ (para rendimiento). . . . .	69
4.2	Cruzas y testigos con respuesta estable . . . . .	72
4.3	Tratamientos con respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistentes . . . . .	73
4.4	Cruzas y testigos con buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistentes. . . . .	74
4.5	Cruzas y testigos con respuesta mejor en buenos ambientes y consistentes . . . . .	75

## 1. INTRODUCCION

El maíz es el componente más importante de la dieta de la mayoría de la población del país, cultivado generalmente en condiciones de temporal, y en gran superficie con un alto riesgo de pérdida, lo cual, hace necesario incrementar su producción en aquellas áreas con buena precipitación, y así, compensar las pérdidas asegurando el consumo nacional, sin dejar de atender las zonas de riesgo (Montañez y Warman, 1985 y Turrent, 1987).

Una de las alternativas es, aprovechar el potencial de las regiones tropicales consideradas como las más potencialmente productoras de maíz, potencial que no ha sido explotado en su totalidad, debido a que en el Trópico Húmedo se utilizan en gran porcentaje criollos y/o generaciones avanzadas pertenecientes a la raza Tuxpeño, siendo éstos de porte alto, por lo cual están propensos al acame por los fuertes vientos que suelen acompañar a los cambios de temperatura, y que generalmente coinciden con la etapa reproductiva de las plantas. Además, su gran altura causa dificultad de desespigamiento durante la hibridación artificial, causando mezclas y bajando la calidad del producto.

Puesto que la altura de la planta y altura de la mazorca están altamente correlacionadas (Borrego, 1986), el

maíz alto generalmente acarrea problemas al agricultor, ya que hace difícil de cosechar mecánicamente por su gran volumen vegetativo y el alto índice de plantas acamadas; Russell (1968) menciona que, por lo tanto, es de particular importancia crear materiales con tallo resistente, sanidad, alto rendimiento y de baja altura, como un objetivo importante en el mejoramiento genético del maíz.

Por lo anterior, es necesario contar con materiales mejorados que comprendan germoplasma local e introducido - que, combinado, posean alta frecuencia de genes favorables para mayor rendimiento y otras características agronómicas deseables.

En base a estas necesidades, y a la importancia del problema, el Instituto Mexicano del Maíz "Dr. Mario Castro Gil" (IMM) seleccionó para el Trópico Húmedo (TH), líneas de maíz sobresalientes en cuatro diferentes áreas geográficas contrastantes por sus condiciones ambientales, con el fin de formar híbridos entre estos materiales y así poder explotarlos en diferentes regiones agrícolas del TH, además, en base a su comportamiento formar cruza triples y dobles y seleccionar aquellas cruza simples que manifiesten una amplia adaptación ambiental y mantengan sus características aún en condiciones desfavorables, esto es, que tengan un coeficiente de regresión  $b_i = 1$  y una desviación de la regresión  $S^2 d_i = 0$  (Carballo, 1970 y Carballo y Márquez, 1970).

Con el material seleccionado fueron formadas todas las cruza posibles mediante el diseño cuatro de Griffing

$P(P - 1)$ , donde:  $P$  = número de progenitores evaluadas en seis ambientes del TH con los siguientes objetivos:

1. Determinar el comportamiento de las cruzas en cuanto a rendimiento y características agronómicas deseables.
2. Obtener los efectos de aptitud combinatoria general y aptitud combinatoria específica de las líneas.
3. Estimar la interacción genético-ambiental mediante el modelo de Eberhart y Russell (1966).
4. Predecir en base a las interacciones ambientales y la aptitud combinatoria, híbridos triples y dobles.

## 2. REVISION DE LITERATURA

La producción de híbridos a partir de 1938, mencionan Hayes *et al.* (1954) vino a incrementar considerablemente el rendimiento del maíz, además de mejorar otras características, tales como estabilidad ambiental y uniformidad, facilitando la cosecha mecánica, se mejoraron los métodos de producción y conservación de semillas, aumentando su facilidad y resistencia a plagas y enfermedades. Estos autores dan una explicación de una serie de métodos para realizar la hibridación minimizando el riesgo de mezclas.

Oyervides (1979) menciona que el desarrollo de híbridos de alto rendimiento y que sean relativamente estables en rendimiento cuando se desarrollan en varias condiciones ambientales, está dentro de uno de los objetivos de importancia que tiene el mejorador de maíz.

### Cruzas Dialélicas

Las cruzas simples posibles que pueden obtenerse de un conjunto de líneas progenitoras, se denominan cruzas dialélicas, a través de las cuales podemos conocer el comportamiento medio de una línea en combinaciones híbridas, así como otros valores que producen información sobre los padres (Hayman 1954b, Kempthorne y Curnov, 1961; Martínez, 1988).

Sin embargo, Martínez (1976a) menciona que se tiene capacidad limitada para incluir las cruzas de un gran número de líneas progenitoras

Griffing (1956) presenta cuatro métodos para el análisis de cruzas dialélicas e introduce los cuatro diseños - dialélicos que llevan su nombre, los cuales son:

Diseño 1. Comprende las P autofecundaciones, un grupo de  $P(P-1)/2$  cruzas directas y las recíprocas a éstas.

Diseño 2. Ensayo las P autofecundaciones y uno de los grupos de  $P(P-1)/2$  cruzas.

Diseño 3. Se ensayan un conjunto de  $P(P-1)/2$  cruzas  $F_1$  y las recíprocas.

Diseño 4. Únicamente comprende de  $P(P-1)/2$  cruzas directas.

Se puede notar que los diseños 1 y 3 permiten la estimación de efectos maternos y recíprocos, además de los componentes de varianza para aptitudes combinatoria general y específica particulares a los diseños 2 y 4 (Franco, 1979).

Kemthorne y Curnov (1961) mencionan que las cruzas dialélicas son usadas para estimar los componentes genéticos de la variación entre los rendimientos de las cruzas, además, discuten la eficiencia de las cruzas dialélicas para la predicción de las capacidades del rendimiento de varias cruzas y, para la estimación de la habilidad combinatoria general de

cada una de las líneas, encontrando que el método es más eficiente que otros propuestos.

Para el análisis individual y combinado de series de experimentos dialélicos, aún en situaciones muy desbalanceadas, Martínez (1976 b) ha implementado el programa Diall de computación electrónica facilitando su análisis.

Existen algunos otros métodos de análisis de cruzas dialélicas, dependiendo de la información requerida y el diseño dialélico utilizado, por ejemplo, Gardner y Eberhart (1966) han propuesto un método ampliamente usado para la evaluación de variedades porque es proporcionada información sobre la base de efectos varietales, heterosis total y componentes de heterosis acerca de la formación de poblaciones *per se* y en cruzas.

Hayman (1954 a) describe un análisis de varianza con pruebas de efectos aditivos y de dominancia, obtenida de una tabla dialélica para la progenie resultante de este método.

Pooni *et al.* (1984) discuten las limitaciones del análisis dialélico, como una fuente de estimaciones genéticamente definidas contra parámetros definidos estadísticamente.

### Habilidad Combinatoria

El término habilidad combinatoria, es usado para designar el promedio de desarrollo de una línea en combinaciones híbridas.

Sprague y Tatum (1942) emplearon el término de Aptitud Combinatoria (AC) para designar los casos en los cuales ciertas combinaciones son relativamente mejores o peores que lo esperado en base al promedio de capacidad de las líneas involucradas. Emplearon el término de Aptitud Combinatoria General (ACG), para definir el comportamiento promedio de un genotipo en una serie de cruzas, y el término de Aptitud Combinatoria Específica (ACE) como la desviación de determinadas cruzas con relación al comportamiento promedio de los genotipos que intervienen en el cruzamiento.

Borrego (1986) menciona que el comportamiento de las líneas *per se* no da una medida adecuada de su valor en combinaciones híbridas, por lo que uno de los métodos de evaluación es la obtención visual de líneas. Sprague y Tatum (1942) mencionan que además es necesario tomar el comportamiento promedio de sus cruzas con otras líneas, como medida de ACG de cada línea.

Algunos autores consideran que una craza o serie de cruza's tendrán un alto valor de ACE, si las líneas progenitoras tienen valores altos de ACG (García, 1987; Cutiño, 1982 y Baker, 1978).

García (1987) propone usar una línea más rendidora y de alta ACG, como progenitor femenino para asegurar el máximo de semilla híbrida comercial así como alta ACE.

Por el contrario Morfin (1987) encontró que las mejores combinaciones específicas para rendimiento fueron formadas



con progenitores que mostraron tanto altos como bajos efectos de ACG en sus diferentes combinaciones, ya sea, dos líneas de alta ACG, dos líneas de baja ACG o bien una de alta y otra de baja ACG.

### Parámetros de Estabilidad

Las interacciones genotipo-ambiente, tienen un papel muy importante en la obtención de mejores variedades, ya que los cambios que ocurren en una planta desde la germinación hasta la madurez, son casi siempre diferentes entre genotipos en un ambiente o de un genotipo en varios ambientes (Allard y Bradshaw, 1964).

Percy (1986) observó que en una cruce interespecífica de algodón *Gossipium hirsutum* L. x *G. barbadense* L., los híbridos F<sub>1</sub> tuvieron alto índice de abortación que fue atribuida a la presencia de incompatibilidad genética entre ambas especies, sin embargo, durante dos años estudió esta característica para ver en qué grado influye el medio ambiente y encontró una sensibilidad ambiental para abortación de óvulos en los híbridos interespecíficos.

El término "estabilidad" se refiere a la habilidad de un organismo para mostrar la mínima interacción con el ambiente; Eberhart y Russell (1966) señalan que si ésta característica está bajo control genético, se pueden planear evaluaciones preliminares para identificar los genotipos estables.

Los parámetros de estabilidad son de primordial importancia en el mejoramiento genético, ya que ayudan a identificar a las mejores variedades por su rendimiento y su estabilidad del rendimiento cuando se les cultiva en diferentes condiciones ambientales y son una buena herramienta para seleccionar hacia genotipos específicamente adaptados a ambientes pobres, y genotipos específicamente adaptados a ambientes ricos, de tal manera que proporciona una buena reutilización tanto al productor con pocos recursos, como al que cuenta con la técnica de producción más avanzada (Palomo, 1974).

Wricke (1962), Finlay y Wilkinson (1963) y Eberhart y Russell (1966) describen las metodologías propuestas para clasificar los genotipos de acuerdo a su estabilidad, Finlay y Wilkinson (1963) identifican como parámetros para medir la estabilidad al coeficiente de regresión ( $b_i$ ) y al rendimiento medio varietal sobre todos los ambientes y en base a estos parámetros dan una clasificación de los materiales.

Posteriormente Eberhart y Russell (1966) proponen un modelo en el que la regresión ( $b_i$ ) de cada variedad, en un experimento sobre un índice ambiental ( $I_j$ ) y, una función de las desviaciones cuadradas de esta regresión ( $S^2 d_i$ ), darán estimaciones de los parámetros de estabilidad mediante el modelo:

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

Estos autores mencionan que los parámetros de estabilidad son el coeficiente de regresión ( $b_i$ ) y las desviaciones de regresión ( $S^2 d_i$ ) de cada una de las variables, de tal

manera que  $b_i$  mide, para un cultivar y ambiente en particular, la respuesta de la variabilidad dependiente -rendimiento- por unidad de cambio de la variable independiente -índice ambiental.

Las desviaciones de la regresión ( $S^2_{di}$ ) miden la proporción en que la respuesta predicha está de acuerdo con la respuesta observada, e incluyen a las interacciones genético-ambientales que indican si los rendimientos del cultivar en cuestión son o no predecibles (consistentes).

En base a los valores tomados por  $b_i$  y  $S^2_{di}$ , Eberhart y Russell (1966) definen como una variedad estable a aquella que muestra un coeficiente de regresión igual a uno ( $b = 1.0$ ) y una desviación de regresión igual a cero ( $S^2_{di} = 0$ ).

Carballo (1970) y, Carballo y Márquez (1970) hacen una clasificación de las variedades, en función de los valores de los parámetros de estabilidad ( $b_i$  y  $S^2_{di}$ ) propuestos por Eberhart y Russell (1966) y los catalogan en seis posibles situaciones. Además, señalan que si la variedad estable definida por Eberhart y Russell ( $b_i = 1.0$  y  $S^2_{di}$ ) posee un rendimiento promedio elevado, cumplirá con las tres características que debe reunir una variedad "deseable".

Livera (1979) considera que para que los resultados de un análisis de estabilidad sean más confiables, deberá considerarse al grado de diversidad genética de las variedades evaluadas y la amplitud ambiental, para que ésta última no limite la expresión de los genotipos.

Gómez (1977) evaluó híbridos de sorgo en 21 ambientes durante tres años con dos ciclos de siembra por año, y menciona que el método de selección por estabilidad, resulta más eficiente y económico que la selección basada en el comportamiento promedio obtenido en una localidad a través de varios años y considera la ubicación de los mismos materiales en otros ambientes de prueba, observación que coincide con Juárez (1977) quien menciona además, que el número de ambientes y principalmente la heterogeneidad de los mismos, son factores importantes en la estimación de la media de rendimiento y los parámetros de estabilidad y, propone de cinco a 10 ambientes de evaluación.

#### Predicción de Cruzas

En base al comportamiento medio del rendimiento y otras características de las cruzas simples de progenitores, además de su AC, es posible predecir cruzas triples (CT) y cruzas dobles (CD).

Jenkins (1934) presentó cuatro métodos para la predicción de CD, tres de ellos utilizan información de las cruzas simples involucradas en la CD y, el cuarto método solamente la información de los progenitores, estos métodos son designados como A, B, C y D y se describen a continuación:

Método A. Media de las seis cruzas formadas con las líneas que involucran la CD.

Método B. Media de cuatro combinaciones binomiales de las líneas de la CD.

Método C. Media de cada línea de la CD a través de todas las combinaciones que intervienen en las cruzas del dialélico.

Método D. Media de cada línea cuando se prueban progenitores.

Eberhart (1964) examinó cinco fórmulas para predecir rendimiento en CD, de éstas, cuatro se mostraron iguales con la formación de CD en ausencia de epistasis y, propone un método de predicción de rendimiento de CD cuando se considera la epistasis usando las medias de CD y CT.

Hayes *et al.* (1954) evaluaron CD y reportaron una buena concordancia de los resultados predichos y observados al usar medias de cruzas simples para predecir rendimientos de CD.

Otsuka *et al.* (1972) también compararon las eficiencias de predicción de los métodos B y C de Jenkins y las diferencias entre ellos fueron muy pequeñas, pero la prédicción óptima fue más eficiente por el método B, y han recomendado el desarrollo de cruzas simples apropiadas y predecir todas las CD y CT de interés, utilizando este método.

Baker (1978) menciona que la formación de cada progenie está dada por los componentes de habilidad combinatoria general (efectos medios) y la habilidad combinatoria específica (interacción), además, opina que si el cuadrado medio

de la ACE no es significativo, la formación de una progenie puede ser adecuadamente predicha sobre la base de la ACG.

Otro método es utilizando un cuadro típico de cruzas dialélicas para facilitar la predicción de CT y CD; López (1976) lo aplicó para rendimiento y otras características agronómicas, pudiéndose observar que es de fácil manejo y sin perder su efectividad.

Márquez (1974) señala que las predicciones hechas con respecto al rendimiento, permitirán hacer un mejor planteamiento general de su producción si se cuenta con una variedad estable que con una inestable.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### Material Genético

Se usaron como progenitores 17 líneas seleccionadas en cuatro diferentes regiones geográficas, por lo que fueron manejados en cuatro grupos de acuerdo a su origen, los cuales son:

- Grupo Uno. Comprende líneas seleccionadas específicamente para el Trópico Húmedo (TH).
- Grupo Dos. Líneas derivadas de la población Tuxpeño, seleccionadas en cruzas de prueba con material del Bajío en Guanajuato y Jalisco.
- Grupo Tres. Líneas seleccionadas en el Trópico Seco (TS) (Río Bravo, Tamps.).
- Grupo Cuatro. Comprende líneas seleccionadas en la Costa de Jalisco.

La genealogía de las líneas en estudio se muestra en el Cuadro 3.1, así como su origen y los testigos usados. Con los 17 progenitores, fueron formadas 136 cruzas directas en Ursulo Galván Ver., durante el ciclo agrícola 1985A, según el diseño cuatro de Griffing<sup>(1956)</sup>, no se evaluaron progenitores

Cuadro 3.1. Líneas progenitoras por grupo de origen y testigos utilizados

Grupo	Orden de progenitor	Genealogía
1	1	ANH-43-68-1-1-3-1
	4	ANH-110
	5	ANH-43-46-2-3-2
	12	ANH-61-8
	13	ANH-120
2	3	V524-143-1-4
	8	V-524-158-2
	9	V524-140-1
	14	V524-223-1-7
	15	V524-272-1-5
	17	V524-212-1-6
3	2	ANS-10
	6	ANH-60
	10	ANS-422
	11	ANS-90
4	7	AN-348-111-5-1-2
	16	AN-347-136-2-2-1
Testigos	H-507	VAN-555
	H-510	VAN-542 *VAN-556
	H-511	VAN-554 (HC)
	VS-525	AN-551



ni cruzas recíprocas, ya que se considera que no existe efecto materno.

### Localidades

Las cruzas formadas fueron evaluadas bajo condiciones de temporal en el Ciclo 1985b, en comparación con ocho testigos comerciales en seis localidades, las cuales fueron escogidas de tal manera que tuvieran una mayor representatividad del Trópico Húmedo, así como facilidad para su manejo.

Las localidades en estudio, así como sus características climatológicas se aprecian en el Cuadro 3.2, nótese que el área de estudio está comprendida entre los 18°20' a 19°40' latitud norte y 95°14' a 103°30' longitud oeste.

El experimento fue establecido en terrenos de Escuelas Técnicas Agropecuarias, de agricultores cooperantes, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) y, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN).

### Diseño y Parcela Experimental

El experimento fue establecido bajo un diseño experimental de látice simple 12 x 12 con dos repeticiones en cada una de las localidades en estudio. La parcela experimental consistió de un surco de cinco metros de longitud con 21 plantas por surco, espaciadas a 22 cm, la distancia entre surcos fue de 75 y 92 cm, según las recomendaciones técnicas para cada región, tal y como se muestra en el Cuadro 3.3, en él

Cuadro 3.2. Características climatológicas de las localidades en estudio

Orden	Localidad	asnm	Clima	Lat. norte	Lat. oeste	Precipitación (mm)
1	(CBTA-17) Ursulo Galván, Ver.	100	Aw(w)(i)	19°22'	96°23'	1207
2	(ITA-18) Ursulo Galván, Ver.	90	Aw(w)(i)'	19°23'	96°16'	1300
3	Tepalcingo, Morelos	1160	Awo"(w)(e)g	18°35'	98°51'	951
4	Cd. Guzmán, Jal. <sup>k</sup>	1520	(A)C(Wo)(W)a(i)'	19°42'	103°28'	890
5	Tehuantepec, Oax.	35	Awo"(w)ig	16°20'	95°14'	966
6	Nopalapan, Ver.	150	AW"l(w)(e)g	18°06'	95°22'	950

Aw"(w)(i)... Cálido húmedo intermedio, con un porcentaje de lluvia invernal con respecto a la anual 10.2 con oscilación menor a cinco grados centígrados

Aw(w)i' .... Igual al anterior con poca oscilación entre cinco y siete grados centígrados

Awo"(w)(e)g.. Cálido más seco que los cálidos subhúmedos con lluvia en verano y un cociente F/T 43.2, con lluvia invernal menor a cinco grados centígrados de la anual

(A)C(Wo)(W)a(i)'. Semicálido

puede observarse que en algunas localidades, la parcela útil difiere en una planta con relación a la parcela total, debido a que el surco fue de 10 m, siendo utilizada la mitad para tratamientos diferentes, existiendo competencia completa en la parte interna del surco entre ambos tratamientos, por lo que sólo se eliminó la planta final del surco que no tuvo competencia, y así tener una mejor respuesta del rendimiento y otras características.

La fecha de siembra estuvo comprendida entre el 23 de junio y el 15 de julio, siendo sujeta a las recomendaciones regionales y a las condiciones óptimas de humedad del suelo.

Fueron sembradas dos semillas por golpe para realizar un aclareo a los 25 y 30 días y asegurar una competencia completa.

#### Fertilización

En cada una de las localidades se aplicó la fórmula de fertilización recomendada, siendo aplicado <sup>d</sup>todo el fósforo y la mitad del nitrógeno en la siembra y el resto del nitrógeno al momento de hacer el primer cultivo.

#### Labores de Cultivo

Para todos los casos, se mantuvo al cultivo libre de malezas y plagas por métodos químicos y manuales; para plagas del suelo se controlaron por método químico durante el último paso de rastra, al momento de la siembra no se controlaron enfermedades

Cuadro 3.3. Características agronómicas de las localidades en estudio \*

Localidad	Fechas de siembra	Distancia (cm)		N° de plantas	
		Surcos	Plantas	Total	Util
1. CBTA-17 (U.G. VER.)	JUN. 23	92	22	21	20
2. ITA-18 (U.C. VER.)	JUL. 15	92	22	21	20
3. TEPALGINCO, MOR.	JUL. 5	75	22	21	19
4. CD. GUZMAN, JAL.	JUN. 27	75	22	20	19
5. TEHUANTEPEC, OAX.	JUN. 29	75	22	21	19
6. NOPALAPAN V. ISLA, VER.	JUN. 27	92	25	21	19

\* Ciclo agrícola 1985-B

con el fin de que el material genético manifestara su capacidad de resistencia.

La cosecha se realizó cuando el grano alcanzó su madurez fisiológica, el peso fue tomado en mazorca y corregido - por covarianza, y ajustado al 15.5 por ciento de humedad del grano.

#### Caracteres Medidos

Puesto que es de importancia incrementar la producción por unidad de superficie, es necesario entre otros requisitos obtener poblaciones que comprendan plantas con la mayor pureza genética, manifestada por diversas características fenotípicas a lo largo de sus etapas de desarrollo. por lo que para este propósito fueron tomados los siguientes caracteres:

Días a Flor Masculina y Femenina. Días transcurridos desde la siembra hasta la fecha en que se presenta el 50 por ciento de espigas con anteras dehiscentes y estigmas receptivos respectivamente.

Altura de Planta. Es la altura de la planta en centímetros, medida desde el nivel del suelo hasta el primer nudo o base de la espiga.

Altura de Mazorca. Se refiere a la altura de la mazorca en centímetros, medida desde el suelo hasta el nudo en que nace la mazorca principal.

Acame de Raíz. Cuando la planta presenta una inclinación con un ángulo menor o igual a  $30^\circ$  con respecto a la horizontal y se expresa en por ciento en relación al total de plantas por parcela.

Acame de Tallo. Se considera cuando la planta presenta su tallo quebrado abajo de la mazorca y se expresa en por ciento con relación al total de plantas por parcela.

Mazorcas Podridas. Se tomaron aquellas mazorcas que presentaron más del 10 por ciento de pudrición, se expresa en por ciento en relación al total de mazorcas cosechadas.

Mala Cobertura. Se toma antes de la cosecha, la mazorca presenta mala cobertura cuando el totomoxtle no logra cubrir totalmente la mazorca, dejando al descubierto la punta de ésta. Se expresa en por ciento en relación al total de las mazorcas cosechadas.

Número de Mazorcas Cosechadas. Es el total de mazorcas que se obtienen de las plantas cosechadas dentro de la parcela útil.

Rendimiento en Mazorca al 15.5 Por Ciento de Humedad. Se obtiene de multiplicar el peso seco ajustado por el factor de conversión a toneladas por hectárea; puesto que no se cosechó la población perfecta, se obtuvo el peso seco ajustado de la siguiente forma:

$$\hat{Y}_{ij} = Y_{ij} - b_{xy} (X_{ij} - \bar{X}_{..})$$

donde:

$\hat{Y}_{ij}$  = peso seco ajustado por regresión del i-ésimo tratamiento en la j-ésima repetición.

$Y_{ij}$  = peso seco observado del i-ésimo tratamiento en la j-ésima repetición.

$b_{xy}$  = coeficiente de regresión del error de X en Y

$X_{ij}$  = número de plantas del i-ésimo tratamiento en la j-ésima repetición

$\bar{X}_{..}$  = media general del número de plantas cosechadas

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

$j = 1, 2, \dots, r$  (repeticiones)

El factor de conversión para expresarlo en toneladas por hectárea fue obtenido de la siguiente forma:

$$F_c = \frac{10,000}{\text{Area de parcela útil} \times 0.845 \times 1000}$$

donde:

$F_c$  = factor para convertir a toneladas por hectárea de mazorca al 15.5 por ciento de humedad.

10,000 = equivalencia a una hectárea (en metros cuadrados).

Area de parcela útil = Distancia entre surco por distancia entre planta por número perfecto de plantas por parcela

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

1,000 = coeficientes para obtener el rendimiento en toneladas por hectárea.

Puesto que los datos expresados en por ciento tienen una distribución binomial en vez de una distribución normal, fueron transformados en arco seno mediante la fórmula de Arco Seno  $\sqrt{X/100 + .005}$ ; donde X = porcentaje de cada dato (Little y Hills, 1978).

## Análisis Estadístico

### Análisis de Varianza

Se llevaron a cabo los análisis de varianza por ambiente de acuerdo al diseño experimental de látice simple 12 x 12 con dos repeticiones para las siguientes características: rendimiento, floración masculina, altura de planta y altura de mazorca; mediante un diseño de bloques al azar se hizo el análisis de varianza combinado para rendimiento.

Para las mismas características se obtuvo el análisis de varianza para Aptitud Combinatoria por localidad.

Fue obtenido también el análisis de varianza para los parámetros de estabilidad para rendimiento, de acuerdo al método propuesto por Eberhart y Russell (1966).

### Análisis Individual

Los 144 tratamientos fueron evaluados bajo un diseño de látice simple en las seis localidades de prueba. El -



modelo del diseño bajo el cual se efectuó el análisis de varianza es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + Y_i + b_j + \xi_{ij}$$

$$i = 1, 2, \dots, t = 144$$

$$j = 1, 2, \dots, r = 2$$

donde:

$Y_{ij}$  = rendimiento del  $i$ -ésimo tratamiento en el  $j$ -ésimo bloque

$\mu$  = media general

$b_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$b_j$  = efecto del  $j$ -ésimo bloque

$\xi_{ij}$  = error experimental

### Análisis Combinado

Para conocer más ampliamente el comportamiento de las cruza y testigos evaluados, se realizó un análisis combinado de la variable rendimiento como si el diseño de los experimentos hubiera sido en bloques al azar, cuyo modelo lineal es el siguiente:

$$y_{ijk} = \mu + L_i + \beta_j(i) + V_k + (VL)_{ik} + \xi_{ijk}$$

donde:

$y_{ijk}$  = rendimiento de la  $k$ -ésima variedad en el  $j$ -ésimo bloque de la  $i$ -ésima localidad

$\mu$  = media general

$L_i$  = efecto de la  $i$ -ésima localidad

$\beta_j(i)$  = efecto del  $j$ -ésimo bloque dentro de la  $i$ -ésima localidad

$V_k$  = efecto de la  $k$ -ésima variedad

$(VL)_{ik}$  = efecto de la interacción variedad por localidad

$\xi_{ijk}$  = error experimental combinado

El análisis de varianza y las esperanzas de cuadrados medios bajo este modelo se muestran en el Cuadro 3.4.

### Análisis Dialélico

El análisis dialélico de las cruzas fue realizado en forma individual por localidad para rendimiento, floración - masculina, altura de planta y altura de mazorca, en este análisis se eliminaron los testigos estudiándose únicamente las 136 cruzas simples.

El procedimiento estadístico es descrito por Martínez (1983) y, Martínez (1988).

Para facilitar el análisis del diseño cuatro de Griffing se utilizó el paquete SAS (Statistical Analysis System) para lo cual se procedió a la formación de experimentos gemelos (Martínez, 1988), donde se utilizan los datos de las cruzas recíprocas ( $i, j$ ), y así poder obtener la suma de cuadrados para aptitud combinatoria por localidad.

Cuadro 3.4. Análisis de varianza combinado bajo un diseño de bloques al azar.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Esperanzas de Cuadrados Medios
Localidad	$(\ell - 1)$	CML	
Rep./loc.	$\ell(r-1)$	CMR(L)	
Tratamientos	$(t-1)$	CMT	$\sigma^2_e + r\sigma^2_{TL} + r\ell\sigma^2_T$
Trat. X Loc.	$(t-1)(\ell-1)$	CMTL	$\sigma^2_e + r\sigma^2_{TL}$
Error	$\ell(t-1)(r-1)$	CME	$\sigma^2_e$

Fueron estimadas la aptitud combinatoria general (ACG) y la aptitud combinatoria específica (ACE) para rendimiento por localidad a través del método cuatro de Griffing Modelo I, bajo el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + r_k + g_i + g_j + S_{ij} + \xi_{ijk}$$

$$i = 1 \dots\dots\dots p$$

$$j = 1 \dots\dots\dots r$$

donde:

$Y_{ijk}$  = valor fenotípico observado de la cruce de los progenitores  $i$  y  $j$  en el  $k$ -ésimo bloque

$\mu$  = efecto común a todas las observaciones

$r_k$  = efecto del  $k$ -ésimo bloque

$g_i$  = efecto de la aptitud combinatoria general del progenitor  $i$

$g_j$  = efecto de la aptitud combinatoria general del progenitor  $j$

$S_{ij}$  = efecto de la aptitud combinatoria específica de la cruce  $(i, j)$

$\xi_{ijk}$  = efecto ambiental aleatorio correspondiente a la observación  $(i, j, k)$

donde:

$S_{ij}$  y  $\xi_{ijk}$  son variables aleatorias no correlacionadas entre y dentro de ellos.

En el diseño cuatro de Griffing se considera que es indiferente emplear un progenitor, ya sea como hembra o como macho y solamente se considera las  $p(p-1)/2$  cruces  $F_i$ , donde

Cuadro 3.5. Análisis de varianza del diseño 4 de Griffing (1956).

Fuentes de variación	Grados de libertad	Sumas de cuadrados	Esperanzas de Cuadrados Medios
Bloques	$r-1$	$SCB = \frac{2 \sum Y^2 \dots k}{K} - \frac{2Y^2 \dots}{rp(p-1)}$	
Cruzas	$\frac{p(p-1)}{2} - 1$	$SCT = \frac{\sum Y^2 ij.}{r} - \frac{2Y^2 \dots}{rp(p-1)}$	
ACG	$p-1$	$SC(ACG) = \frac{\sigma_G^2}{r} - \frac{4Y^2 \dots}{rp(p-2)}$	$\sigma^2 e + r\sigma^2 + r(p-2)\sigma^2 g$
ACE	$\frac{p(p-3)}{2}$	$SC(ACE) = SCT - SC(ACG)$	$\sigma^2 e + r\sigma^2$
Error	Por diferencia	Por diferencia	$\sigma^2 e$
Total	$\frac{rp(p-1)}{2} - 1$	$SC \text{ Total} = Y^2 ij. - \frac{2Y^2 \dots}{rp(p-1)}$	

Nota:  $G_i = \sum_{j \neq i} Y_{ij}$ , con  $Y_{ij.} = Y_{ji.}$ ;  $Y \dots k = \sum_{i=1}^r Y_{ijk}$  = Total del bloque completo K.

$p$  = número de progenitores. El análisis de varianza para este diseño se ilustra en el Cuadro 3.5, en el que puede notarse que las cruzas fueron divididas en aptitud combinatoria general (ACG) y aptitud combinatoria específica (ACE).

### Efecto de Aptitud Combinatoria

Para realizar este análisis se arreglaron los rendimientos en una tabla dialélica y con ellos se estimaron en forma general los efectos de la ACG y la ACE para el método cuatro de Griffing de la siguiente manera:

a) Estimación de los efectos de ACG

$$\hat{g}_i = \frac{1}{P(P-2)} (p Y_{i.} - 2y_{..})$$

donde:

$\hat{g}_i$  = efecto de la ACG del progenitor  $i$

$p$  = número total de progenitores

$Y_{i.}$  =  $\Sigma$  de medias de todas las cruzas donde interviene el progenitor  $i$

$y_{..}$  =  $\Sigma$  de medias de todas las  $p(p-2)/2$  cruzas

Los errores estandar se calcularon de la siguiente manera:

$$E.E. g_i = [(P-1)b \sigma_e^2 / P(P-2)]^{1/2}; E.E. g_i - g_j = [2\sigma_e^2 / P-2]^{1/2}$$

donde:

$\sigma_e^2$  = varianza del error

## b) Estimación de los efectos de ACE

$$\hat{S}_{ij} = Y_{ij} - \frac{1}{p-2} (Y_{i.} + Y_{.j}) + \frac{2}{(p-1)(p-2)} Y_{..}$$

donde:

$\hat{S}_{ij}$  = efecto de la aptitud combinatoria específica - del progenitor i con el progenitor j

$Y_{ij}$  = media de la característica considerada de la crua del progenitor i con el progenitor j.

$Y_{i.}$  =  $\Sigma$  de medias de todas las cruza donde intervie ne el progenitor i.

$Y_{.j}$  =  $\Sigma$  de medias de todas las cruza donde intervie ne el progenitor j.

$Y_{..}$  =  $\Sigma$  de medias de las  $p(p-2)/2$  cruza consideradas

Los errores estandar se calcularon de la siguiente

manera:

$$E.E. S_{ij} = [(P-3) \sigma_e^2 / P-1]^{1/2}, S_{ij} - S_{ik} = [2(P-3) \sigma_e^2 / P-2]^{1/2}$$

$$E.E. \hat{S}_{ij} - \hat{S}_{il} = [(2(P-4) \sigma_e^2 / P-2)]^{1/2}$$

donde:  $\sigma_e^2$  = varianza del error

### Parámetros de Estabilidad

### Análisis Estadístico

Los datos de rendimiento medio para cada variedad en cada medio ambiente fueron analizados, utilizándose el modelo propuesto por Eberhart y Russell (1966), siendo el siguiente:

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

donde:

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

$\mu_i$  = media de la  $i$ -ésima variedad sobre todos los ambientes

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

$\delta_{ij}$  = desviación de la regresión de la  $i$ -ésima variedad en el  $j$ -ésimo ambiente

$I_j$  = índice de medio ambiente obtenido como la media de todas las variedades en el medio ambiente  $j$  menos la media general

$$I_j = \left( \sum_i Y_{ij} / v \right) - \left( \sum_i \sum_j Y_{ij} / nv \right)$$

$$\text{y } \sum_i I_j = 0$$

Este modelo, define los parámetros de estabilidad que pueden usarse para describir el comportamiento de una variedad en una serie de ambientes.

El primer parámetro de estabilidad es un coeficiente de regresión que se estima de la siguiente manera:

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

El segundo parámetro de estabilidad es la desviación de regresión, estimada como sigue:

$$s^2_{di} = \left[ \sum_j \hat{\delta}^2_{ij} / n - 2 \right] - S^2_e / r$$



donde:

$S^2 e/r$  es el estimador del error conjunto, siendo  $r$  el número de repeticiones,  $S^2 e$  promedio de todos los errores de todos los experimentos involucrados en cada agrupamiento, y:

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

Una vez estimados los parámetros de estabilidad, se aplicó el análisis de varianza que se muestra en el Cuadro 3.6.

Los grados de libertad del error ponderado, se obtuvieron sumando los grados de libertad de los experimentos involucrados.

### Pruebas de Significancia

- a) La significancia de las diferencias genéticas - entre las variedades o sea la hipótesis nula:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_v$$

se efectuó mediante la prueba de F

$$F = CM_1/CM_3$$

- b) Hipótesis de que no existen diferencias genéticas entre las variedades para su regresión entre los índices ambientales

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

fue probado mediante la siguiente prueba de F:

Cuadro 3.6. Análisis de varianza para la estimación de parámetros de estabilidad bi y sdi<sup>2</sup>.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Valor de F
Total	nv-1	$\sum_i \sum_j y_{ij}^2 - FC$		
Variedades (v)	v-1	$\frac{1}{n} \sum_i y_i^2 - FC$	CM <sub>1</sub>	CM <sub>1</sub> /CM <sub>3</sub>
Ambiente (A)		$\sum_i \sum_j y_{ij}^2 - y_i^2/n$		
Ambiente (lineal)	i	$\frac{1}{v} (\sum_j y_{.j} y_{.j})^2 / \sum_j I_j^2$		
v X A (lineal)	v-1	$\sum_i   (\sum_j y_{ij} y_{ij})^2 / \sum_j I_j^2   - SCA (lineal)$	CM <sub>2</sub>	CM <sub>2</sub> /CM <sub>3</sub>
Desv. ponderadas	v(n-2)	$\sum_i \sum_j d_{ij}^2$	CM <sub>3</sub>	
Var 1	n-2	$ \sum_j y_{ij}^2 - \frac{(y_{1.})^2}{n}  - (\sum_j y_{ij} y_{ij})^2 / \sum_j I_j^2$		
.	.	.		
.	.	.		
.	.	.		
Var v	n-2	$ \sum_j y_{vj}^2 - \frac{y_v^2}{n}  - (\sum_j y_{vj} y_{ij})^2 / \sum_j I_j^2$		
Error ponderado	n(r-1) (v-1)			

$$F = CM_2 / CM_3$$

- c) La hipótesis de que el coeficiente de regresión es igual a la unidad, se prueba mediante el estadístico t

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

donde:

$b_i$  = coeficiente de regresión del  $i$ -ésimo tratamiento

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

$$S.E.b_i = \sqrt{CM_3 / \sum I_j^2}$$

- d) La hipótesis ( $H_0$ ) de que las desviaciones de regresión para cada variedad son estadísticamente iguales a cero se prueba:

$$F = (\sum \hat{\delta}_{ij} / n - 2) / \text{error conjunto}$$

Para la interpretación de los parámetros de estabilidad se hizo uso del Cuadro 3.7, propuesto por Carballo (1970).

Puede observarse que una variedad estable es aquella que tiene un  $b_i = 1.0$  y  $S^2 d_i = 0$ , o con desviaciones lo más pequeñas posible, además, debiendo tener una media de rendimiento alta.

Valores de  $b_i > 1$  indican que la variedad responde bien en buenos ambientes, pero su respuesta es baja en ambientes desfavorables, por el contrario, valores de  $b_i < 1$ , manifiestan que la variedad responde bien en ambientes desfavorables pero su respuesta es baja en buenos ambientes.

Cuadro 3.7. Clasificación de los parámetros de estabilidad según Carballo (1970)

Categoría	$b_i$	$S_{di}$	Descripción
a	= 1	= 0	Variedad estable
b	= 1	> 0	Buena respuesta en todos los ambientes, inconsistentes
c	< 1	= 0	Responde mejor en ambientes desfavorables consistente
d	< 1	> 0	Responde mejor en ambientes desfavorables inconsistentes.
e	> 1	= 0	Responde mejor en buenos ambientes, consistente
f	> 1	> 0	Responde mejor en buenos ambientes, <u>in</u> consistente.

Valores de  $S^2_{di} = 0$  ó cercanos a él, indican que la variedad es "consistente" a través de los diferentes ambientes y, por el contrario valores de  $S^2_{di} > 0$  indican que la variedad es "inconsistente".

El comportamiento de cada crusa en cada ambiente se predijo utilizando los estimadores de los parámetros  $B_i, I_j$  como:

$$\hat{Y}_{ij} = \bar{Y} + b_i * I_j$$

Con los valores predichos se graficaron las líneas de regresión de las variedades de interés según la clasificación del Cuadro 3.7.

### Predicción de Cruzas Triples y Dobles

En base al comportamiento medio del rendimiento y otras características de las mejores cruzas a través de los ambientes fueron predichas cruzas triples y dobles mediante el método "B" de Jenkins para cruzas dobles.

$$\bar{Y}_{ij.kl} = \frac{1}{2} [\bar{Y}_{ik} - \bar{Y}_{il} - \bar{Y}_{jk} - \bar{Y}_{jl}]$$

donde:

Los índices  $i, j, k$  y  $l$  representan a los progenitores involucrados para la formación de una crusa doble, de la misma forma para cruzas triples es el siguiente:

$$\bar{Y}_{ij.k} = \frac{1}{2} [\bar{Y}_{ik} - \bar{Y}_{jk}]$$

## 4. RESULTADOS

### Análisis de Varianza

En el Cuadro 4.1 se presentan los cuadrados medios y su significancia de los análisis de varianza por localidad para las variables rendimiento, días a floración masculina, altura de planta y altura de mazorca, de acuerdo a un diseño de látice simple 12 x 12 con dos repeticiones.

Se observó que para la fuente de variación de repeticiones, se encontraron diferencias significativas en las localidades uno, tres y cuatro para días a floración masculina; para altura de planta en la localidad uno, tres, cuatro y cinco; en altura de mazorca las localidades uno, cuatro y cinco, en ninguna localidad se encontraron diferencias significativas en la característica rendimiento.

En todas las localidades de prueba se encontraron diferencias altamente significativas para tratamientos en las cuatro variables en estudio, con excepción de las localidades cuatro y seis (Ciudad Guzmán, Jal y Nopalapam, Ver., respectivamente para rendimiento.

Con respecto a los coeficientes de variación (CV) para días a floración, puede verse que la información es confiable en cada una de las localidades, tomando valores - -

Cuadro 4.1. Cuadros medios y su significancia de las variables días a flor masculina, altura de planta, altura de mazorca y rendimiento por localidad, diseño látice - 12 x 12

Loc	Fuentes de variación	g.l.	Días a flor O	Planta Altura (cm)	Mazorca	Rendto. maz. (ton/ha)	
1	Repeticiones	1	5.156*	1384.875**	1141.875**	0.7493	
	Bloques dentro	22	0.855	140.075*	77.732	1.0131	
	Rep (Ajust.)						
	Componente B	22	0.849	239.983*	77.625	1.0126	
	Tratamiento	143	3.9304**	1083.230**	672.789**	2.332 **	
	Error IntraB.	121	0.8143	77.657	76.264	0.754	
	Error Bloques al azar	143	0.8206	87.259	76.490	1.560	
	-----						
		C.V. (%)		1.59	3.69	6.49	11.514
		$\bar{X}$		57	238	134	7.739
	DMS 0.05		1.775	17.272	17.142	1.746	
2	Repeticiones	1	5.8781	6.722	48.875	1.77	
	Bloques dentro	22	3.748**	250.245*	113.972**	1.248	
	Rep (Ajust)						
	Componente B	22	3.746**	249.576*	113.920**	1.248	
	Tratamiento	143	6.358**	1074.974**	722.586**	3.144**	
	Error intraB.	121	1.9112	157.184	41.791	1.316	
	Error bloques al azar						
	-----						
		C.V. (%)		2.49	5.31	5.65	12.247
		$\bar{X}$		55	246	139	9.333
	DMS 0.05		2.709	25.668	12.67	2.240	

Cuadro 4.1. .... continuación

Loc	Fuentes de variación	g.l.	Días a flor O	Planta	Altura (cm)	Mazorca	Rendto. Maz. (ton/ha)	
3	Repeticiones	1	8.219**	341.163*		192.875	0.0014	
	Bloques dentro Rep (Ajust)	22	2.469**	130.049*		82.643	2.1142**	
	Componente B	22	2.4328**	129.950*		82.619	2.1141**	
	Tratamientos	143	5.334**	904.214**		436.635**	1.5365**	
	Error intrabloque	121	1.165	80.952		59.272	1.0072	
	Error bloques al azar	143	1.3656	88.506		62.88	1.1775	
	-----							
	C.V. (%)			1.602	4.665		7.734	12.244
	$\bar{X}$			67	201		102	8.196
	DMS 0.05			2.115	18.439		15.541	1.967
4	Repeticiones	1	45.988**	15559.88**		17970.47**	0.4599	
	Bloques dentro Rep (Ajust)	22	8.198	506.67**		277.17*	0.3196	
	Componente B	22	8.165	506.59**		277.15*	0.3194	
	Tratamientos	143	10.133**	915.85		149.150	0.9378	
	Error Intrab.	121	5.518	218.85		149.50	0.2764	
	Error bloques al azar	143	5.9302	263.13		168.846	0.2836	
	-----							
	C.V. (%)			2.84	7.87		12.47	15.99
	$\bar{X}$			85	188		97	3.326
	DMS 0.05			4.773	28.90		23.90	1.043



Cuadro 4.1. .... continuación

Loc	Fuentes de variación	g.l.	Días a flor 0	Planta	Altura (cm)	Mazorca	Rendto. maz. (ton/ha)	
5	Repeticiones	1	3.937	4352.944**		1977.246**	0.911	
	Bloques dentro Rep (Ajust.)	22	1.619	108.864		63.466	1.222	
	Componente B	22	1.616	108.745		63.375	1.222	
	Tratamientos	143	3.412**	679.146**		275.516**	1.305**	
	Error Intrab.	121	1.349	124.414		70.297	0.982	
	Error bloques al azar	143	1.399	122.021		69.246	1.0188	
	-----							
	C.V. (%)			2.224	5.516		9.805	19.457
	X			53	200		84	5.188
	DMS 0.05			2.318	22.651		16.310	1.978
6	Repeticiones	1	6.219	88.000		33.469	4.157	
	Bloques dentro Rep (Ajust)	22	6.095	106.028		53.083	1.600	
	Componente B	22	6.058	105.886		53.057	1.600	
	Tratamientos	143	13.578**	634.951**		237.657**	1.622	
	Error Intrab.	121	4.489	102.024		47.109	1.707	
	Error bloques al azar	143	4.736	102.643		48.028	1.6902	
	-----							
	C.V. (%)			3.600	6.818		10.646	27.74
	X			60	148		65	4.687
	DMS 0.05			4.265	19.857		13.583	2.548

\*, \*\* significativo y altamente significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente.

comprendidos de 1.59 a 3.60 por ciento, en cuanto a la media de días a floración, la localidad seis (Tehuantepec, Oax.) fue la más precoz con 53 días y la más tardía la localidad cuatro (Ciudad Guzmán, Jal.) con 85 días.

Para altura de planta, los CV estuvieron comprendidos en un rango de 3.69 y 7.87 por ciento, siendo estos muy aceptables y, para la media de altura de planta, la más alta fue obtenida en la localidad del CBTA-17 U.G. Ver. con 246 cm y la más baja en Nopalapan, Ver. con 148 cm.

Para altura de mazorca, los CV tuvieron valores bajos, lo cual nos indica que son datos confiables, nuevamente tuvo los valores más altos y más bajos en localidades de Veracruz.

En lo que respecta a rendimiento, el C.V. más alto fue de 27.74 por ciento y corresponde a la localidad de Nopalapan, Ver., en el resto de los ambientes estos valores fueron bajos y por lo tanto, aceptables, indicando que existió un buen manejo del cultivo. En cuanto a la media de rendimiento, se observó un rango de 6.007 ton/ha entre el rendimiento más alto y el más bajo, siendo estos de 9.333 para el ITA-18-U.G. Ver. y 3.326 ton/ha para Ciudad Guzmán, Jal.

Las características agronómicas de las 136 cruza simples y los testigos utilizados, así como sus valores de ACG y ACE a través de seis ambientes se muestran en el Cuadro 1A.

**U.A.A.A.N.**

**00351**

## Análisis Combinado

El análisis de varianza combinado para rendimiento se presenta en el Cuadro 4.2 en el que se encontraron diferencias altamente significativas para localidades, para tratamientos y para la interacción de tratamientos (genotipos) por localidades (ambientes), lo cual indica que las localidades fueron contrastantes, los tratamientos fueron diferentes entre ellos y por lo tanto, se comportaron en forma desigual en los diferentes ambientes, esto último se puede comprobar en los análisis de varianza por localidad, anteriormente descritos.

Cuadro 4.2. Análisis de varianza combinado para rendimiento a través de seis localidades del Trópico Húmedo

Fuentes de variación	g.l.	S.C.	C.M.
Localidades	5	7,912.11	1,582.42 **
Rep/Loc	6	8.07	1.34
Tratamientos	143	418.88	2.93 **
Trat x Loc	715	1,136.58	1.59 **
Error	858	896.60	1.0449

C.V. (%) 15.94  
 $\bar{x}$  6.411

El valor del C.V. (15.94 por ciento) indica que la información es confiable.

Rendimientos Medios Obtenidos  
para cada Cruza

Para cada una de las cruza se presentan dos Cuadros uno que contiene los rendimientos obtenidos en ton/ha por cada una de las cruza simples y los testigos, además de la media para las 136 cruza, la media de los testigos y la media general. En otro cuadro se muestran las características de los tratamientos sobresalientes; para el primer caso, los rendimientos superiores están remarcados para facilitar su localización.

En la localidad de CBTA-17 (Cuadros 4.3 y 4.4) sobresalen las cruza 5 x 14 con rendimiento de 10.833, 1 x 16 con 10.387, 14 x 17 con 10.010, etc, pero en general sobresalen las combinaciones con las líneas ANH-43-68-1-1-3-1, ANH-43-46-2-3-2, ANH-110 y V-524-223-1-7, progenitores uno, cinco, cuatro y 14 respectivamente y que corresponden a los grupos uno y dos, nótese que varias cruza superaron al testigo superior (H-510).

En los cuadros para características de las cruza sobresalientes por localidad, es notable que varios híbridos tuvieron menor altura en relación a los testigos, lo que es una de las características de interés para el mejorador.

Para la localidad del ITA-18, los progenitores uno, cuatro, 12, 13, 14 y 17 con genealogías ANH-43-68-1-1-3-1, ANH-110, ANH-43-46-2-3-2; ANH-61-8, ANH-120, V524-223-1-7 Y V524-212-1-6, respectivamente, correspondientes a los grupos

Cuadro 4.3. Rendimientos medios (TON/HA) obtenidos en la localidad del CBTA-17. Ursulo Galván, Ver.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	7.398	9.903	9.667	9.160	7.232	8.359	7.586	9.115	7.702	8.063	8.159	8.594	9.258	8.691	10.387	8.409
2		8.380	7.706	8.390	7.140	7.752	7.690	5.880	7.067	8.756	7.332	8.723	7.786	7.615	6.783	6.967
3			8.074	7.824	6.388	7.211	7.863	7.125	8.500	9.344	8.757	8.350	7.740	7.099	6.952	7.865
4				8.813	7.906	9.501	8.373	8.707	8.202	7.742	8.587	9.297	9.261	8.443	8.518	8.733
5					7.954	8.611	7.752	7.191	9.729	8.284	8.742	7.445	10.833	7.157	8.431	9.190
6						6.369	5.810	5.422	6.473	6.276	7.529	7.397	6.051	5.975	5.418	6.806
7							7.716	6.706	6.475	6.792	6.937	7.932	7.730	6.880	5.952	6.207
8								6.758	6.598	6.138	7.871	8.875	8.411	7.170	5.833	7.114
9									6.305	6.016	7.268	7.765	6.740	7.840	5.521	7.411
10										6.539	8.047	8.043	6.402	7.407	5.876	7.805
11											8.328	8.255	9.789	6.795	7.619	8.152
12												7.479	9.527	7.165	7.545	7.222
13													8.653	8.775	7.793	10.010
14														7.938	5.944	7.820
15															6.843	6.913
16																6.897

$X_T = 7.896$

$X_G = 7.739$

$X_C = 7.730$

$X_T =$  Media de los testigos

$X_G =$  Media general

$X_C =$  Media de las cruces

CV% = 11.51

CV% = 11.59

Cuadro 4.4. Características de cruzas y testigos sobreslientes en la localidad del CRTA-17 Ursulo Galván, Ver.

Genealogía	Días a flor O	Altura (cm) plta. maz.	% Acame tallo	% Maz. pod.	Mazorcas x 100 plts.	Rendto. mazorca (ton/ha)
ANH-43-46-2-3-2 * V-524-223-1-7	56	226	5	12	113	10.833
ANH-43-68-1-1-3-1 * AN-347-136-2-2-1	56	234	0	16	100	10.387
ANS-90 * AN-347-136-2-2-1	57	266	3	12	105	10.010
ANH-43-68-1-1-3-1 * V-524-143-1-4	57	137	5	7	113	9.903
ANS-90 * V-524-223-1-7	58	247	0	56	127	9.789
ANH-53-46-2-3-2 * ANS-422	58	262	9	9	100	9.729
ANH-53-68-1-1-3-1 * ANH-110	67	267	15	16	113	9.667
ANH-61-8 * V-524-223-1-7	67	261	31	14	136	9.528
ANH-110 * AN-348-111-5-1-2	57	278	29	17	121	9.501
V-524-143-1-4 * ANS-90	57	265	5	13	117	9.343
ANH-110 * AN-120	57	272	9	17 <sup>3</sup>	120	9.296
ANH-110 * V-524-223-1-7	56	244	30	14	119	9.261
ANH-43-68-1-1-3-1 * V-524-223-1-7	58	237	3	6	126	9.258
H-510 (T)	57	238	19	16	98	9.190
ANH-43-68-1-1-3-1 * ANH-43-46-2-3-2	57	255	0	0	109	9.160
ANH-43-68-1-1-3-1 * V-524-140-1	57	244	16	17	105	9.115
V-524-158-2 * ANH-120	56	242	3	17	111	8.875
ANH-110 * ANH-43-46-2-3-2	56	270	18	3	118	8.814
ANH-110 * V-524-172-1-5	56	206	8	23	115	8.775
$\bar{X}$	57	238	11.19	15	107	7.739
C.V. (%)	1.59	3.69	41.61	59.95	11.12	11.51

Cuadro 4.5. Rendimientos medios obtenidos en la localidad del ITA-18. Ursulo Galván, Ver.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	10.513	9.834	11.687	8.872	9.808	10.498	10.848	10.900	10.304	10.428	10.552	10.736	9.339	9.491	9.722	11.012
2		9.644	10.323	10.413	9.511	9.717	9.204	7.091	9.088	8.998	10.324	10.520	9.554	8.427	7.827	9.532
3			7.781	9.186	7.978	8.369	8.369	9.454	10.021	9.281	9.745	10.288	9.582	8.299	8.072	8.736
4				10.057	9.366	11.424	9.424	6.190	9.587	9.599	9.895	11.301	10.857	8.855	8.775	9.355
5					9.922	9.970	9.650	9.815	10.708	8.447	11.256	10.046	12.633	8.874	9.093	9.867
6	Testigos					8.783	8.797	7.720	8.376	8.283	10.756	9.450	8.940	7.097	8.210	8.832
7	11.667 H-507						9.927	7.327	8.277	8.347	9.400	9.677	8.168	7.362	8.084	8.597
8	11.991 H-510						8.084	7.253	8.159	9.787	9.445	10.640	8.371	9.004	10.578	
9	11.487 H-511							9.285	8.217	8.322	9.478	8.136	9.240	6.059	7.272	
10	10.169 VS-525								9.877	10.241	9.132	7.655	8.726	7.460	10.841	
11	8.295 VAN-555									10.035	10.133	10.082	8.192	7.554	9.416	
12	11.077 VAN-542 + VAN-556										10.429	11.363	9.403	7.647	10.946	
13	8.732 VAN-554 (HC)											10.930	9.848	8.286	11.148	
14	6.445 AN-551												9.773	9.773	10.417	
15														6.785	7.685	
16															7.525	

$\bar{X} = 9.333$   
CV% = 12.20

$\bar{X} = 9.294$   
CV% = 12.40

$\bar{y}_T = 9.981$

Cuadro 4.6. Características de las cruces y testigos sobresalientes en la localidad del ITA-18 Ursulo Galván, Ver.

Genealogía	Días a días (Ó)	Altura (cm) plta. mez.	% Acame tallo	% Maz. pod.	Mazorcas x 100 plt.	Rendto. mazorcas (ton/ha)
ANH-43-46-2-3-2 * V-514-223-1-7	55	241	3	0	115	12.633
H-510 (T)	58	300	6	0	123	11.991
ANH-43-68-1-1-3-1 * ANH-110	56	273	161	0	106	11.687
H-507 (T)	60	299	198	3	120	11.667
H-511-(T)	59	301	194	0	123	11.487
ANH-120 * AN-348-111-5-1-2	54	295	161	16	103	11.424
ANH-61-8 * V524-223-1-7	56	253	148	11	142	11.363
AN-110 * ANH-120	57	277	154	6	103	11.301
43-46-2-3-2 * ANH-61-8	54	278	162	3	113	11.256
ANH-120 * V-524-212-1-6	56	255	140	6	95	11.148
VAN-542 * VAN-556 (T)	55	252	139	0	100	11.076
ANH-43-68-1-1-3-1 * V-524-212-1-6	55	253	149	3	95	11.012
ANH-61-8 * V5240-212-1-6	57	263	163	3	118	10.946
ANH-120 * V-524-223-1-7	55	213	126	7	108	10.930
ANH-43-68-1-1-3-1 * V-524-140-1	56	252	142	7	115	10.900
ANH-110 * V-524-223-1-7	55	251	153	16	115	10.857
ANH-43-68-1-1-3-1 8 V-524-158-2	56	261	152	0	119	10.848
ANS-422 * V-524-212-1-6	57	265	156	6	100	10.841
AN-60 * ANH-61-8	55	251	135	3	134	10.756
ANH-43-68-1-1-3-1 * ANH-120	56	257	139	0	112	10.736
ANH-43-46-2-3-2 * ANS-422	56	266	164	0	98	10.708
V-524-138-2 * V-524-223-1-7	55	243	138	0	113	10.640
$\bar{X}$	55	246	139	7	105	9.333
C.V. (%)	2.5	5.31	4.15	64.8	20.12	12.13



Uno y Dos, sobresalieron en varias de sus combinaciones entre ellos y con otras líneas como puede verse en los Cuadros 4.5 y 4.6.

Para la localidad de Tepalcingo, Mor., el progenitor siete con genealogía AN-348-111-5-1-2 obtuvo los más altos rendimientos en combinaciones con otras líneas, formando las cruzas 1 x 7, 2 x 7, 3 x 7, 4 x 7, 6 x 7, 7 x 8, 7 x 14, 7 x 15 y 7 x 16; los rendimientos por craza para esta localidad se presentan en el Cuadro 4.7, y las características de los híbridos y testigos sobresalientes en el Cuadro 4.8, en el cual, es de interés notar que para esta localidad las mejores combinaciones son entre líneas de los grupos uno, dos y cuatro, que son líneas para el Trópico Húmedo, líneas derivadas de la población Tuxpeño y líneas seleccionadas en la Costa de Jalisco, respectivamente.

En Ciudad Guzmán, Jal (Loc. Cuatro), las mejores cruzas por su rendimiento fueron 1 x 7, 1 x 9, 1 x 14, 1 x 15 y 1 x 17 con el progenitor en común ANH-43-68-1-1-3-1 y 2 x 5 5 x 7, 5 x 9, 5 x 15, 5 x 16 y 5 x 17 con la línea ANH-43-46-2-3-2 como progenitor hembra o macho, nótese que ambos progenitores son del grupo uno correspondientes a líneas exclusivas del Trópico Húmedo, además, hacen buenas combinaciones con líneas derivadas de la población Tuxpeño (Grupo Dos) como son: V524-212-1-6 y V524-172-1-5 que en combinaciones híbridas superaron al Testigo H-511 (Cuadros 4.9 y 4.10).

Cuadro 4.7. Pendimientos medios obtenidos en la localidad de Tepalcingo, Mor.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	7.470	8.563	8.828	8.471	7.761	9.754	9.439	7.230	8.257	7.110	8.052	8.085	9.811	9.517	9.110	7.306
2		8.275	9.952	8.859	7.553	9.349	8.272	7.638	7.860	7.706	9.066	8.382	8.975	8.316	8.430	7.527
3			7.574	9.016	6.700	9.271	7.338	6.664	9.046	7.597	8.781	7.180	7.190	7.246	7.379	7.489
4				8.981	9.115	9.578	8.199	7.736	6.705	7.403	8.989	8.088	7.887	7.742	8.707	7.902
5					7.935	8.012	8.249	7.610	7.253	7.611	8.130	8.701	8.237	6.517	8.714	8.612
6	Testigos					9.137	7.571	7.643	7.547	7.479	10.087	8.455	8.777	6.975	7.517	7.567
7	7.352	H-507					9.525	8.448	8.500	8.306	10.937	9.605	10.555	9.350	9.195	7.545
8	8.428	H-510						6.908	7.351	6.534	8.589	8.493	8.645	8.457	9.665	8.542
9	8.060	H-511							7.182	6.143	7.006	8.430	8.128	7.038	7.396	7.673
10	9.145	VS-525								6.779	8.189	8.251	7.744	7.212	8.402	7.482
11	7.876	VAN-555								8.919		7.344	8.737	8.136	7.789	9.129
12	8.795	VNI-542 * VAN-556										8.904	8.898	8.311	8.191	9.246
13	8.337	VAN-554 (11C)											8.853	9.927	7.775	8.720
14	8.048	AN-551												6.495	9.020	8.721
15															7.996	7.789
16																7.219

 $\bar{X}_T$ 
 $\bar{X}_G = 8.196$   
 $CV\% = 12.24$ 
 $\bar{X}_C = 8.193$   
 $CV\% = 13.41$

Cuadro 4.8. Características de cruzas y testigos sobresaliente en la localidad de Tepalcingo, Mor.

Genealogía	Días a flor Ø	Altura (cm) plta. maz.	% Acame tallo	% Maz. pod.	Mazorcas x 100 plts.	Rendto. mazorca (ton/ha)
AN-348-111-5-1-2 * ANH-61-8	67	226	3	4	128	10.937
AN-348-111-5-1-2 * V-524-223-1-7	66	107	3	3	133	10.555
AN-60 * ANH-61-8	64	197	11	8	118	10.087
ANH-120 * V-524-172-1-5	67	219	6	2	113	9.927
ANH-43-68-1-1-3-1 * V-524-223-1-7	67	200	0	7	119	9.811
ANH-43-68-1-1-3-1 * AN-348-111-5-1-2	68	229	0	6	125	9.754
V-524-158-2 * AN-347-136-2-2-1	65	178	3	5	103	9.665
AN-348-111-5-1 * ANH-120	68	221	8	5	105	9.605
AN-110 * AN-348-111-5-1-2	67	244	6	0	106	9.578
AN-348-111-5-1-2 * V-524-158-2	67	225	6	0	95	9.525
ANH-43-68-1-1-3-1 * V-524-172-1-5	67	220	0	3	106	9.517
ANH-43-68-1-1-3-1 * V-524-158-2	67	201	0	4	123	9.439
AN-348-111-5-1-2 * V-524-172-1-5	66	229	11	0	103	9.350
ANS-10 X AN-348-111-5-1-2	67	215	0	0	103	9.349
V-524-143-1-4 * AN-348-111-5-1-2	67	232	3	4	128	9.271
ANH-61-8 * V-524-212-1-6	67	210	21	5	110	9.246
AN-348-111-5-1-2 * AN-347-136-2-2-1	66	175	0	8	98	9.195
VS-525 (T)	71	221	3	17	113	9.145
AN-60 * AN-348-111-5-1-2	67	198	6	0	103	9.137
ANS-90 * V-524-212-1-6	67	195	5	10	100	9.129
$\bar{X}$	67	201	6	5	106	8.196
C.V. (%)	1.6	4.67	7.73	57.65	45.79	10.84
						12.24

Cuadro 4.9. Rendimientos medios obtenidos en la localidad de Cd. Guzmán, Jal.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	3.595	3.316	3.754	3.637	3.087	4.048	3.542	4.339	3.023	1.793	3.155	1.567	4.038	5.002	3.828	4.586
2		3.428	3.637	4.215	2.308	3.530	2.422	3.953	3.699	3.792	2.704	2.019	3.072	3.651	3.028	3.652
3			4.012	3.779	2.386	3.875	2.688	3.275	2.976	2.700	2.684	3.039	3.444	3.622	3.609	3.818
4				3.811	2.712	3.072	3.045	3.890	3.026	1.845	2.431	1.577	2.851	3.799	3.204	3.927
5					3.538	5.113	3.420	4.056	3.045	2.627	3.800	3.650	3.058	5.454	4.340	4.918
6	Testigos					3.483	3.160	3.712	3.061	2.332	2.558	1.894	2.925	2.808	3.040	3.349
7	2.667	H-507					3.125	4.442	3.598	2.942	3.442	3.594	3.427	3.031	3.664	3.693
8	2.849	H-510						2.826	3.062	3.028	2.993	2.626	3.085	2.929	3.779	3.868
9	3.893	H-511							4.017	4.262	3.546	2.827	3.712	3.897	3.179	3.929
10	2.551	VS-525							3.192	3.529	3.529	3.266	3.007	3.202	3.035	3.852
11	3.509	VAN-555								2.408	2.672	2.209	4.230	2.741	4.460	
12	3.011	VAN-542 * VAN-556										3.013	2.956	3.008	3.122	3.923
13	3.742	VAN-554 (HIC)											2.649	2.565	2.684	3.766
14	2.987	AN-551												3.276	2.957	4.249
15															4.134	4.455
16																3.565

$$\bar{X}_T = 3.151$$

$$\bar{X}_G = 3.326$$

$$CV\% = 15.99$$

$$\bar{X}_C = 3.337$$

$$CV\% = 15.55$$

Cuadro 4.10. Características de cruzas y testigos sobresalientes en la localidad de Ciudad Guzmán, Jal.

Genealogía	Días a flor O	Altura (cm) plta. maz.	% Acame tallos	% Maz. pod.	Mazorcas x 100 plts.	Rendto. maz. (ton/ha)
ANH-43-46-2-3-2 * V 524-172-1-5	88	196	0	0	100	5.454
ANH-43-46-2-3-2 * AN-348-111-5-1-2	87	210	0	0	100	5.113
ANH-43-68-1-1-3-1 * V-524-172-1-5	87	204	0	0	102	5.002
ANH-43-46-2-3-2 * V 524-212-1-6	86	211	0	0	99	4.917
ANH-43-68-1-1-3-1 * V 524-212-1-6	87	195	0	0	94	4.586
ANS-90 * V-524-212-1-6	87	207	0	8	100	4.460
V-524-172-1-5 * V-524-212-1-6	87	191	0	4	105	4.455
AN-348-111-5-1-2 * V-524-140-1	89	187	0	0	101	4.422
ANH-43-46-2-3-2 * AN-347-136-2-2-1	83	157	0	0	100	4.340
ANH-43-68-1-1-3-1 * V-524-140-1	83	187	4	3	104	4.339
V-424-140-1 * ANS-90	86	162	0	8	100	4.262
V-524-223-1-7 * V 524-212-1-6	85	172	0	5	94	4.249
ANS-90 * V-524-172-1-5	86	188	0	0	100	4.230
ANS-19 * ANH-53-46-2-3-2	87	206	0	3	85	4.214
V-524-172-1-5 * AN-347-136-2-2-1	85	164	0	0	94	4.134
ANH-43-16-2-3-2 * V-524-140-1	87	175	0	0	96	4.057
ANH-43-68-1-1-3-1 * AN-348-111-5-1-2	87	225	0	7	100	4.048
ANH-43-68-1-1-3-1 * V-524-223-1-7	87	186	0	18	115	4.038
V-524-140-1 * ANS-422	85	165	0	6	100	4.017
V-524-143-1-4 * ANH-110	87	207	0	6	113	4.012
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
H-511	92	228	0	9	91	3.893
$\bar{X}$	85	188	1	4	98	3.326
C.V. (%)	2.84	7.87	76.41	82.81	13.13	14.99

En Tehuantepec, Oax. (Localidad 5), ocho cruzas simples superaron al H-511, y dentro de éstas, sobresalieron los progenitores ANH-110, ANH-120, anh-43-46-2-3-2 del grupo uno, V524-212-1-6 y V524-223-1-7 del grupo dos y, del grupo cuatro la línea AN-348-111-5-1-2 como puede verse en los Cuadros 4.11 y 4.12.

En la localidad seis (Nopalapan, Ver.) predominaron como progenitores, líneas de los grupos uno y dos, en este ambiente varias líneas del grupo tres sobresalen más que en cualquier otra localidad, además, hubo buena respuesta de las dos líneas del grupo cuatro (Cuadros 4.13 y 4.14).

En el Cuadro 4.15 se muestran los rendimientos medios en toneladas por hectárea de mazorca y sus efectos de ACE a través de los seis ambientes, es notable que los rendimientos altos tuvieron efectos de ACE altos en una buena proporción, sin embargo, no es una regla como se verá mas adelante.

Las cruzas sobresalientes están formadas por líneas y por cruzas que también fueron notables en más de un ambiente, algunos de estos progenitores son: uno, siete, 12, 14 y 17, que corresponden a las líneas ANH-43-68-1-1-3-1, ANH-348-111-5-1-2, ANH-61-8, V524-223-1-7 y V524-212-1-6, respectivamente.

Las características de las cruzas y testigos a través de las seis localidades se muestran en el Cuadro 1A, en el que además se presentan los efectos de ACG y ACE.

De los resultados anteriores, es notable que, los progenitores de los grupos uno y dos, sobresalieron en - -

Cuadro 4.11. Rendimientos medios obtenidos en la Localidad de Tehuantepec, Oax.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
1	4.435	4.917	4.354	6.000	6.221	4.762	5.062	5.339	4.377	5.653	5.568	5.285	5.819	5.668	4.054	5.957		
2		4.321	4.913	5.664	6.683	5.498	4.069	5.685	4.328	5.694	4.645	5.256	4.582	5.290	5.058	6.840		
3			4.541	3.799	3.595	4.269	5.130	5.330	4.529	5.481	4.868	5.020	4.596	5.054	3.510	4.852		
4				4.877	4.231	7.036	5.389	6.066	5.454	4.213	3.993	5.466	5.398	4.894	2.889	4.664		
5					4.698	5.402	5.437	5.613	4.513	5.355	4.752	4.556	4.748	4.282	3.860	6.697		
6						5.993	5.402	5.900	5.392	5.001	4.571	3.837	4.958	4.467	4.026	5.815		
7	Testigos						4.858	5.828	5.792	6.178	5.747	6.255	5.390	5.552	4.807	6.372		
8	5.302	H-507						4.331	5.528	6.108	6.066	4.697	6.844	4.275	3.020	5.496		
9	5.489	H-510							5.345	4.726	5.200	5.379	3.310	5.475	4.228	5.937		
10	6.437	H-511								5.457	6.064	5.857	4.839	5.153	4.384	5.594		
11	5.550	VS-525									6.557	5.158	6.038	5.350	5.664	6.704		
12	5.506	VAN-555										4.594	6.096	5.147	6.075	6.330		
13	4.636	VAN-542 * VAN-556												6.085	5.654	3.943	6.585	
14	4.953	VAN-554 (HC)													5.768	4.775	5.805	
15	5.852	AN-551													4.062	4.484	5.302	
16																		

$\bar{X}_T = 5.466$

$\bar{X}_G = 5.188$

CV% = 19.46

$\bar{X}_C = 5.170$

CV% = 19.74

Cuadro 4.12. Características y testigos sobresalientes en la localidad de Tehuantepec, Oax.

Genealogía	Días a flor O	Altura (cm)		% Acame tallo	% Maz. pod.	Mazorcas x 100 pltas.	Rendto. mazorca (ton/ha)
		plta.	maz.				
ANH-110 * AN-348-111-5-1-2	53	219	91	9	8	118	7.036
V-524-158-2 * V-524-213-1-7	54	217	90	15	8	92	6.844
ANS-10 * V-524-212-1-6	53	203	93	3	8	106	6.840
ANS-90 * V-524-212-1-6	54	221	100	7	5	81	6.704
ANH-43-46-2-3-2 * V-524-212-1-6	53	196	87	16	9	104	6.697
ANS-10 * AN-60	54	176	71	4	9	111	6.683
ANH-180 * V524-212-1-6	53	211	85	7	6	95	6.585
ANH-90 * ANH-61-8	63	215	96	9	13	97	6.557
H-511 (T)	57	247	126	10	8	94	6.436
AN-348-111-5-1-2 * V-524-212-1-6	53	221	24	8	8	90	6.372
ANH-61-8 * V-524-212-1-6	54	218	96	43	4	83	6.330
AN-348-111-5-1-2 * ANH-120	53	229	98	10	3	89	6.255
ANH-43-68-1-1-3-1 * AN-60	54	186	67	3	22	97	6.221
AN-348-111-5-1-2 * ANS-90	54	220	90	8	12	89	6.178
V-524-158-2 * ANS-90	55	212	98	7	8	78	6.108
ANH-61-8 * V-524-223-1-7	53	215	97	4	3	99	6.096
ANH-120 * V-524-223-1-7	54	196	88	12	17	95	6.085
ANH-61-8 * AN-347-136-2-2-1	53	187	79	6	12	97	6.075
V-524-158-2 * ANH-61-8	55	211	104	10	18	105	6.066
ANH-110 8 V-524-140-1	52	214	97	10	10	92	6.066
ANS-422 * ANH-61-8	53	229	101	6	3	97	6.064
$\bar{X}$	53	200	84	12	10	91	5.188
C.V. (R)	2.22	5.52	9.80	55.88	67.86	13.11	19.45



Cuadro 4.13. Rendimientos medios obtenidos en la localidad de Nopalapan, Ver.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	5.193	5.199	4.945	4.238	5.752	5.162	2.955	4.928	5.067	3.996	4.328	4.223	2.903	3.800	4.656	4.483
2		4.436	3.971	5.332	5.297	4.192	5.732	4.594	5.399	4.148	5.036	4.312	5.140	3.462	3.659	4.355
3			4.193	3.566	4.537	3.684	4.002	4.411	5.372	6.697	5.579	4.474	5.112	3.328	3.992	3.918
4				4.628	5.058	3.874	5.134	3.464	4.637	3.690	6.322	5.749	3.958	5.112	5.902	6.400
5					3.627	4.335	5.461	4.221	5.458	5.791	4.687	4.223	4.659	4.737	6.436	4.200
6						5.148	4.345	5.659	5.835	5.411	4.888	4.652	4.522	4.662	3.851	5.691
7							5.657	5.701	6.139	5.031	5.143	3.610	5.342	4.860	3.983	3.678
8	6.339	H-507					5.156	3.873	5.810	5.452	6.723	5.479	3.792	5.878	5.232	5.232
9	5.228	H-510						4.695	4.513	5.234	4.679	2.622	2.680	3.77	3.469	3.469
10	5.817	H-511							5.201	5.500	6.970	4.767	3.105	5.433	5.131	5.131
11	2.351	VS-525								5.380	5.251	3.526	4.939	5.192	4.757	4.757
12	3.651	VAN-555									4.704	5.170	4.187	4.797	4.112	4.112
13	4.906	VAN-542 *	VAN-556										3.166	3.894	5.371	4.874
14	3.826	VAN-554 (HK)												4.024	2.722	3.756
15	4.821	AN-551													5.372	4.349
16	4.821	AN-551														4.191

 $\bar{X}_T = 4.617$  $\bar{X}_G = 4.687$  $\bar{X}_C = 4.689$ 

CV% = 27.74

CV% = 27.85

Cuadro 4.14. Características de cruasas y testigos sobresalientes en la localidad de Noapa-Iapan, Ver.

Genealogía	Días a flor	Altura (cm) plta. maz.	% Acame tallo	Mazorcas x 100 plts.	Rendto. mazorca (ton/ha)
ANS-422 * ANH-120	61	176	0	92	6.970
V-524-158-2 * ANH-120	61	158	4	108	6.723
V-524-143-1-4 * ANS-90	56	158	0	103	6.697
AN-46-43-2-3-2 * AN-347-136-2-2-1	53	128	0	98	6.436
ANH-110 * V-524-212-1-6	62	179	3	101	6.400
H-507					
ANH-110 * ANH-61-8	67	183	10	101	6.339
ANH-348-111-5-1-2 * ANS-422	60	178	14	95	6.322
H-511 (T)	62	181	0	90	6.139
ANH-11- * AN-347-136-2-2-1	65	197	3	106	6.017
	56	148	0	98	5.902
V-524-158-2 * AN-3470-136-2-2-1	57	128	0	93	5.878
V-524-158-60 * ANS-422	60	145	0	92	5.835
V-524-158-2 * ANS-90	62	147	0	95	5.810
ANH-43-46-2-3-2 * ANS-90	60	152	2	101	5.791
ANH-43-58-1-1-3-1 * AN-60	60	141	3	104	5.752
ANH-110 * ANH-120	58	183	11	89	5.749
ANS-10 * V-524-158-2	63	154	3	101	5.732
AN-348-111-5-1-2 * V-524-140-1	50	159	0	95	5.701
AN-60 * V-524-212-1-6	56	148	3	88	5.691
AN-60 * V-524-140-1	57	121	10	96	5.659
$\bar{X}$	60	148	5	92	4.687
C.V. (%)	3.6	6.82	91.33	15.02	27.74

Cuadro 4.15. Rendimientos medios en ton/ha de mazorca y sus efectos de ACE a través de seis localidades (Combinado).

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	6.434 -0.35	6.956 0.37	7.202 0.25	6.730 -0.36	6.643 -0.22	7.097 0.13	6.572 -0.17	6.975 0.62	6.455 -0.22	6.174 -0.53	6.636 -0.46	6.415 -0.57	6.861 -0.06	7.020 0.54	6.960 0.64	6.959 -0.04
2	6.498 0.29	6.589 0.01	7.146 0.43	6.415 0.36	6.232 -0.13	6.673 0.08	6.232 -0.13	5.807 -0.18	6.240 -0.07	6.516 0.18	6.518 -0.21	6.535 -0.08	6.518 -0.04	6.127 0.01	5.798 -0.15	6.479 -0.15
3	6.021 0.36	6.129 -0.19	5.254 -0.59	6.114 -0.28	5.899 -0.27	6.114 -0.28	5.899 -0.27	6.042 0.26	6.758 0.65	6.850 0.72	6.736 0.21	6.392 -0.02	6.377 0.02	5.775 -0.14	5.586 -0.16	6.113 -0.31
4	6.861 -0.03	6.398 0.17	7.414 0.65	6.594 -0.01	6.009 0.06	7.414 0.65	6.594 -0.01	6.009 0.06	6.269 -0.21	5.749 -0.75	6.703 -0.19	6.913 0.13	6.702 -0.02	6.474 0.19	6.332 0.21	6.830 0.03
5	6.279 -0.08	6.907 0.00	6.661 -0.01	6.418 0.13	6.303 -0.14	6.895 -0.49	6.435 -0.49	6.784 0.17	6.303 -0.34	6.303 -0.34	6.895 -0.14	6.435 -0.49	7.361 0.50	6.170 -0.25	6.813 0.55	7.247 0.31
6	6.485 0.25	5.848 -0.16	6.009 0.38	6.114 0.16	5.797 0.37	6.732 -0.17	5.948 -0.31	6.029 -0.17	5.797 -0.17	6.732 0.37	5.948 -0.17	6.029 -0.31	6.029 -0.17	5.331 -0.42	5.344 -0.25	6.510 0.24
7	6.801 0.25	6.405 0.24	6.464 -0.02	6.266 0.03	6.934 -0.02	6.779 0.03	6.779 0.03	6.464 -0.02	6.266 0.03	6.934 -0.02	6.779 0.03	6.779 0.03	6.769 0.03	6.172 -0.12	5.948 -0.18	6.015 -0.79
8	H-507	7.059	5.677 -0.27	5.611 -0.65	6.296 0.01	6.793 0.12	6.810 0.24	7.184 0.68	5.832 -0.23	6.197 0.29	6.822 0.24	5.677 -0.27	5.611 -0.65	6.296 0.01	6.793 0.12	6.810 0.24
9	H-510	7.201	6.138 0.25	5.646 -0.27	6.096 -0.20	6.426 -0.68	6.029 0.35	5.027 -0.49	5.949 -0.25	6.029 0.35	5.027 -0.49	6.029 0.35	6.029 0.35	6.029 0.35	5.027 -0.49	5.949 -0.25
10	H-511	7.437	6.174 -0.05	6.928 0.31	5.736 -0.71	5.801 -0.21	5.765 -0.08	6.784 0.26	6.174 -0.05	6.928 0.31	5.736 -0.71	5.801 -0.21	5.765 -0.08	6.784 0.26	6.784 0.26	6.784 0.26
11	VS-525	6.164	6.938 0.30	6.469 -0.07	6.730 0.26	6.274 0.22	7.020 0.50	6.093 0.50	6.164 0.22	6.938 0.30	6.469 -0.07	6.730 0.26	6.274 0.22	7.020 0.50	7.020 0.50	7.020 0.50
12	VAN-555	5.975	6.535 -0.39	7.335 0.47	6.204 -0.22	6.230 -0.03	6.963 0.03	6.963 0.03	5.975 -0.03	6.535 -0.39	7.335 0.47	6.204 -0.22	6.230 -0.03	6.963 0.03	6.963 0.03	6.963 0.03
13	VAN 542 * VAN-556	6.737	6.722 -0.04	6.777 0.46	5.975 -0.28	7.523 0.69	7.523 0.69	6.737 0.69	6.737 0.69	6.722 -0.04	6.777 0.46	5.975 -0.28	7.523 0.69	7.523 0.69	7.523 0.69	7.523 0.69
14	VAN 554 (HC)	6.076	6.212 -0.04	5.865 -0.23	6.795 0.03	6.795 0.03	6.795 0.03	6.076 0.03	6.076 0.03	6.212 -0.04	5.865 -0.23	6.795 0.03	6.795 0.03	6.795 0.03	6.795 0.03	6.795 0.03
15	AN 551	5.891	5.865 0.22	5.946 -0.38	5.783 0.41	5.783 0.41	5.783 0.41	5.891 0.41	5.891 0.41	5.865 0.22	5.946 -0.38	5.783 0.41	5.783 0.41	5.783 0.41	5.783 0.41	5.783 0.41
16																

$\bar{X}_T = 6.567$

$\bar{X}_C = 6.411$

$\bar{X} = 6.407$

CVX = 15.94

CVX = 38.99

combinaciones híbridas en todas las localidades, los progenitores del grupo tres estuvieron presentes en cruzas superiores a los híbridos comerciales en las localidades de: Tehuantepec, Oax. y Nopalapan, Ver. (Localidades cinco y seis, respectivamente); finalmente los progenitores del grupo cuatro sobresalieron en las localidades de Tepalcingo, Mor. y Nopalapan, Ver.

### Análisis de Varianza para ACG y ACE por Localidad

El análisis de varianza para ACG y ACE para cada una de las seis localidades se muestran en el Cuadro 4.16. Los resultados del análisis de varianza para cruzas, indicaron que para las cuatro características hubo alta significancia para cruzas, con excepción de la localidad seis, en que no se observaron diferencias significativas en la variable rendimiento para la fuente de variación de cruzas. Con respecto a la ACG, se detectaron diferencias altamente significativas para las cuatro características en todas las localidades y sin excepciones.

Para la ACE no se observaron diferencias significativas en las características: días a floración masculina en la localidad del CBTA-17, para floración masculina, altura de planta y rendimiento en la localidad del ITA-18; para altura de mazorca y rendimiento en la localidad de Tepalcingo, Mor. para flor masculina, altura de planta y altura de mazorca en la localidad de Ciudad Guzmán, Jal., en Tehuantepec, Oax. no hubo diferencias significativas para las cuatro características

Cuadro 4.16. Cuadrados medios y su significancia de las variables floración masculina, altura de planta y altura de mazorca y rendimiento por localidad para ACG y ACE. Diseño 4 de Griffing

Loc.	Fuentes de variación	g.l.	Días a flor 0	Planta Altura (cm)	Mazorca	Rendto. Maz. (ton/ha)	
1	Bloques	1	6.7978	2072.06**	1249.59**	0.4041	
	Cruzas	135	2.2568**	1025.70**	536.14**	24.0787**	
	ACG	16	12.0314**	7580.45**	3786.74**	11.3293**	
	ACE	119	0.9426	114.39**	98.81*	1.1711**	
	Error	135	0.8274	85.63	79.19	0.80246	
	$\bar{X}$		58.68	237.59	133.56	7.730	
	CV (%)		1.60	3.89	6.66	11.59	
	DMS 0.05 (T)		4.1401	42.117	40.503	4.0771	
	-----						
	2	Bloques	1	4.5037	0.5294	26.562	1.0512
Cruzas		135	4.8200**	987.930*	585.724**	2.8727**	
ACG		16	23.9020**	7183.063**	4228.273**	13.5716**	
ACE		119	2.2544	154.971	95.97**	1.4342	
Error		135	2.2148	177.43	52.3699	1.3289	
$\bar{X}$			55.158	245.28	137.6802	9.294	
CV (%)			2.6981	5.43	5.26	12.40	
DMS 0.05 (T)			6.7735	60.625	32.937	5.2469	
-----							

Cuadro 4.16. .... continuación

Loc	Fuentes de variación	g.l.	Días a flor O	Planta	Altura (cm)	Mazorca	Rendto. Maz. (ton/ha)	
3	Bloques	1	8.8272*	567.827**		286.180*	0.0311	
	Cruzas	135	3.0292**	838.060**		319.195**	1.5950**	
	ACG	16	10.8958**	6295.547**		2285.992**	6.2346**	
	ACE	119	1.971**	104.281*		54.752	0.9712	
	Error	135	1.3605	84.183		61.5283	1.2077	
	$\bar{X}$		67.187	200.91		101.327	8.193	
	CV (%)		1.73	4.57		7.741	13.41	
	DMS 0.005 (T)		5.3088	41.76		35.701	5.0017	
	4	Bloques	1	48.6213**	14195.680**		17026.117**	0.8040
		Cruzas	135	7.7496**	841.366**		443.848**	0.9631**
ACG		16	24.9311**	5309.646**		2276.985**	4.3830**	
ACE		119	6.5740	240.589		197.376	0.5033**	
Error		135	5.9991	258.806		172.147	0.2691	
$\bar{X}$			85.5919	187.982		97.346	3.337	
CV (%)			2.86	8.56		13.48	15.55	
DMS 0.05 (T)			11.148	73.22		59.717	2.3608	

Cuadro 4.16. .... continuación

Loc	Fuentes de variación	g.l.	Días a flor (O)	Planta	Altura (cm)	Mazorca	Rendto. Maz. (ton/ha)	
5	Bloques	1	4.5037	3991.78**		1953.82**	0.6505	
	Cruzas	135	3.0516**	647.07**		225.39**	1.3415**	
	ACG	16	15.5373**	44490.01**		1415.08**	4.2039**	
	ACE	119	1.3728	135.88		65.43	0.9566	
	Error	135	1.3407	121.41		71.48	1.0414	
	$\bar{X}$		53.11	199.6176		84.07	5.170	
	CV (%)		2.15	5.52		10.06	19.74	
	DMS 0.05 (T)		5.27	50.15		30.48	4.6446	
	6	Bloques	1	5.8823	182.8272		16.0147	4.8202
		Cruzas	135	12.4900**	585.0294**		185.6649**	1.5385
ACG		16	60.2186**	3952.9831		1063.84 **	2.9386**	
ACE		119	6.0695*	132.1953**		67.59 **	1.3503	
Error		135	4.7786	99.2642		48.444	1.705	
$\bar{X}$			60.279	147.614		74.22	4.689	
CV (%)			3.626	6.75		10.84	27.85	
DMS 0.05 (T)			9.94	45.34		31.67	5.944	

(T) = Tukey

en estudio y finalmente, en la localidad de Nopalapan, Ver. solamente la variable rendimiento no mostró diferencias significativas para ACE. Para todas las localidades y en todas las características la ACG fue predominante con respecto a la ACE.

Los coeficientes de variación para las características analizadas, se encontraron de 1.6 a 19.74 por ciento en las cinco primeras localidades, lo que indica que la información obtenida es confiable; en la localidad seis el coeficiente de variación para rendimiento es relativamente alto, ya que tuvo un valor de 27.85 por ciento, sin embargo, las otras características de esa misma localidad tuvieron valores bajos.

### Aptitud Combinatoria General

Los efectos de la aptitud combinatoria general (ACG) de los 17 progenitores para la característica de rendimiento por localidad y combinado, se muestran en el Cuadro 4.17, para una mayor claridad se han colocado en grupos de acuerdo a su origen.

En la localidad del CBTA-17, el efecto más alto de ACG fue obtenido por el progenitor ANH-43-68-1-1-3-1 con un valor de 0.95, seguido por ANH-110 con 0.937, ANH-43-46-2-3-2 con 0.805 y V524-223-1-7 con 0.43, los tres primeros corresponden al primer grupo que son específicos para el TH, el último derivado de la población Tuxpeño, en este ambiente no sobresalen por su ACG los progenitores de los grupos tres y cuatro.



Para la localidad del ITA-18, nuevamente el progenitor ANH-43=68-1-1-3-1 obtuvo el efecto más alto de ACG (1.056), asimismo, el resto de los progenitores del grupo uno obtuvieron valores positivos, del grupo dos, las líneas V-524-223-1-7 con 0.609 y V524-212-1-6 (0.204); lo anterior indica que los progenitores del grupo uno y los sobresalientes del grupo dos, tienen un buen comportamiento en combinaciones híbridas para ésta localidad, lo cual se reafirma en el Cuadro 4.6.

En la localidad de Tepalcingo, Mor. considerada de transición, sobresalieron los progenitores AN-348-111-5-1-2 con valor de 1.057, seleccionada en la Costa de Jalisco (Grupo cuatro) seguido por ANH-61-8 (0.606) y V524-223-1-7 (0.365) es de interés notar que en esta localidad existió buena respuesta, por su efecto de ACG, de los progenitores de los cuatro grupos.

En la localidad de Ciudad Guzmán, Jal. sobresalió el progenitor V524-212-1-6 con un efecto para ACG de 0.706, seguido por el ANH-43-46-2-3-2 (0.575) y V524-140-1 (0.428), puede notarse que con excepción de los progenitores del grupo tres (seleccionados en el Trópico Seco), el resto de los progenitores sobresalientes representaron a los grupos uno, dos y cuatro.

En la localidad de Tahuantepec, Oax. progenitores de los cuatro grupos tuvieron buenos efectos de ACG, de tal manera que del grupo uno sobresalió el progenitor ANH-61-8 con 0.237; del grupo dos, V524-212-1-6 (0.714); ANS-90 con 0.441 del grupo tres y AN-348-111-5-1-2 con 0.461 del grupo cuatro.

Cuadro 4.17. Efectos de Aptitud Combinatoria General (ACG) para rendimiento por localidad y combinado.

Orden de Progenitor	Genealogía	A M B I E N T E							Combinado 1/
		U.G.Ver. CBTA-17	U.G. Ver. ITA-18	Tep/ Mor.	Cd.Guzmán Jal.	Teh. Oax.	Napolapam Villa Isla Ver.		
1.	ANH-43-68-1-1-3-1	0.950	1.056	0.238	0.193	0.049	-0.213	0.376 (1)	
4.	ANH-110	0.937	0.385	0.146	-0.188	-0.287	0.134	0.174 (7)	
5.	ANH-43-46-2-3-2	0.805	0.674	-0.019	0.575	-0.164	0.038	0.313 (3)	
12.	ANH-61-8	0.204	0.759	0.606	-0.277	0.237	0.366	0.315 (2)	
13.	ANH-120	-0.664	0.809	0.267	-0.668	0.060	0.123	0.209 (5)	
3.	V524-143-1-4	0.260	-0.264	-3.393	-0.078	-0.567	-0.168	-0.196 (13)	
8.	V-524-158-2	-0.392	-0.078	-0.045	-0.255	-0.067	0.377	-0.041 (10)	
9.	V-524-140-1	-0.777	-1.074	-0.822	0.428	0.065	-0.348	-0.423 (16)	
14.	V524-223-1-7	0.430	0.609	0.365	-0.167	0.155	-0.544	0.146 (8)	
15.	V524-172-1-5	-0.315	-0.818	-0.278	0.376	-0.142	-0.582	-0.296 (14)	
17.	V524-212-V-6	0.073	0.204	-0.175	0.706	0.714	-0.195	0.220 (4)	
2.	ANS-10	-0.137	0.132	0.162	-0.048	0.051	-0.051	0.005 (9)	
6.	AN-60	-1.086	-0.458	-0.225	-0.471	-0.129	-0.260	-0.353 (15)	
10.	ANS-422	-0.417	-0.125	-0.496	-0.055	-0.007	0.504	-0.100 (12)	
11.	ANS-90	-0.036	-0.244	-0.565	-0.413	0.441	0.254	-0.077 (11)	
7.	AN-348-136-1-2	-0.420	0.311	1.057	0.309	0.461	0.034	0.186 (6)	
16.	AN-347-136-2-2-J	-0.741	-1.255	0.087	0.033	-0.870	0.012	-0.458 (17)	
	E.E. gi	0.224	0.289	0.275	0.130	0.256	0.327		
	E.E. gi - qj	0.327	0.421	0.401	0.189	0.373	0.455		

1/ Números entre paréntesis indican el orden obtenido

Los grupos uno, tres y cuatro contienen líneas con buen efecto de ACG para la localidad de Nopalapan, Ver., es notable que para este ambiente solamente el progenitor V524-223-1-7 del grupo dos tuvo un efecto de ACG positivo.

Finalmente, en la forma combinada los efectos de ACG más altos fueron obtenidos por los progenitores ANH-43-68-1-1-3-1 con un valor de 0.376, ANH-61-8 con 0.315 y ANH-43-46-2-3-2 con 0.313 del grupo uno; de la población Tuxpeño, solamente sobresalieron los progenitores V524-223-1-7 y V524-212-1-6 con valores de 0.146 y 0.220, respectivamente; del grupo tres (líneas seleccionadas en el Trópico Seco) solamente la línea ANS-10 sobresalió con un valor de 0.005 y, del grupo cuatro, el progenitor AN-348-111-5-1-2 con un efecto positivo de 0.186.

#### Aptitud Combinatoria Específica (ACE)

Los efectos de ACE para rendimiento en forma combinada se muestran en el Cuadro 1A, en el cual se observó que las cruzas con más altos valores de ACF tuvieron altos rendimientos, además sus progenitores tuvieron altos efectos de ACG, los cuales en sus distintas combinaciones dieron como resultado altos rendimientos como puede observarse en el Cuadro 4.18 en el que se comparan los híbridos más sobresalientes en forma combinada en cuanto a rendimiento, ACG y ACE y en el Cuadro 1A se observan estos efectos para todas las cruzas involucradas.

Cuadro 4.18. Efectos de ACG de progenitores, ACE de cruzas y rendimiento de algunos híbridos sobresalientes evaluados en seis localidades del Trópico Húmedo

Cruza	$g_i$	$g_j$	$\hat{S}_{ij}$	Rendto. (ton/ha)
13 x 17	0.209	0.220	0.19	7.523
4 x 7	0.174	0.186	0.68	7.414
5 x 14	0.313	0.146	0.50	7.361
12 x 14	0.315	0.146	0.47	7.335
5 x 17	0.313	0.220	0.31	7.247
1 x 4	0.376	0.174	0.25	7.202
8 x 14	-0.041	0.146	0.68	7.184
2 x 5	0.005	0.313	0.43	7.146
1 x 15	0.376	-0.296	0.54	7.020
1 x 16	0.376	-0.458	0.64	6.960
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.

En la Figura 4.1 se representan las frecuencias y porcentajes de los efectos de ACE positivos y negativos, obtenidos arriba y abajo de la media de rendimiento para las diferentes combinaciones de los efectos de ACG, positivos por positivos, negativos por negativos y sus interacciones.

Se observó que al combinar dos progenitores con efectos de ACG positivos (++), se obtuvieron 19 cruzas con  $S_{ij}$

positivos, lo que representa un 14 por ciento, 18 cruzas tuvieron efectos de  $S_{ij}$  negativos (13 por ciento) y, abajo de la media no se encontraron efectos positivos, solamente dos cruzas con efecto negativo (1.5 por ciento).

Cuando el efecto de  $\tilde{g}_i$  fue negativo y el efecto de  $\hat{g}_j$  positivo (- +), una frecuencia de 15 cruzas arriba de la media tuvieron efectos de  $\hat{S}_{ij}$  positivos y solamente una abajo de la media tuvo el mismo efecto de  $\hat{S}_{ij}$ ; 14 cruzas (10 por ciento) estuvieron abajo de la media con efectos negativos y solamente una arriba de la media (0.7 por ciento).

Cuando el efecto de  $\hat{g}_i$  fue positivo y el efecto de  $\hat{g}_j$  negativo (+ -), se observó que aunque la frecuencia de efectos positivos empieza a decrecer arriba de la media, se mantiene casi similar al caso anterior, los efectos positivos abajo de la media aumentaron a un 3.0 por ciento, 18 cruzas (13 por ciento) con rendimientos abajo de la media tuvieron efectos negativos de  $\hat{S}_{ij}$  y solamente cuatro estuvieron arriba de la media.

Al combinar dos progenitores con efectos de ACG negativos (- -), se obtuvieron efectos de  $\hat{S}_{ij}$  negativos solamente para rendimiento abajo de la media y representan un 11 por ciento del total de las cruzas, se encontraron 10 híbridos con efectos de  $\hat{S}_{ij}$  positivos abajo de la media y dos arriba.

Es notable que cruzas con rendimientos arriba de la media y con valores altos de ACE, fueron formadas por -

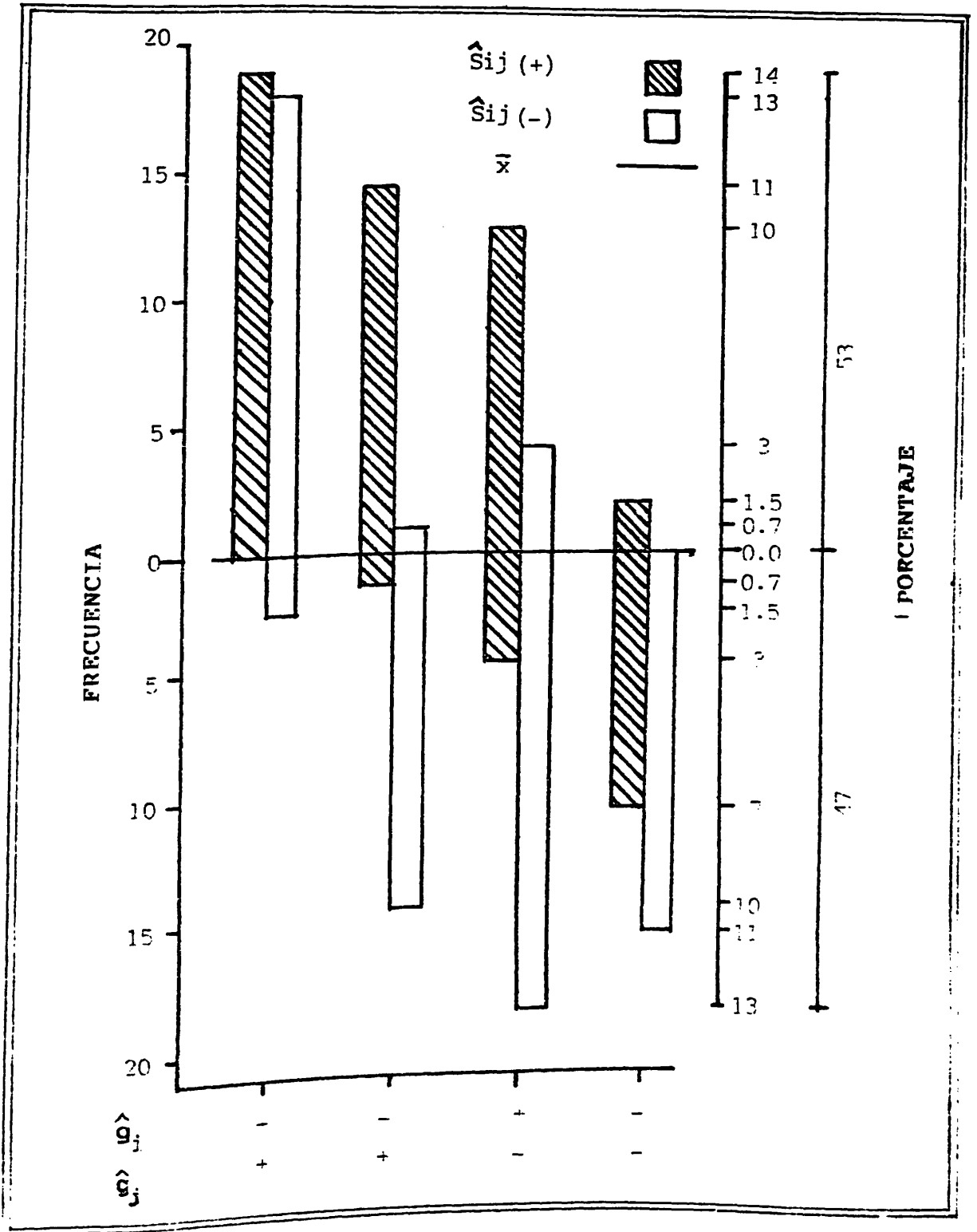


Figura 4.1. Frecuencia y por ciento de efectos de  $\hat{S}_{ij}$  positivos y negativos obtenidos en todas las combinaciones de efectos de  $\hat{g}_i$  y  $\hat{g}_j$  (para rendimiento)

progenitores tanto de altos como de bajos efectos de ACG, - sin embargo, su frecuencia es menor, por lo que es deseable utilizar progenitores con altos efectos de ACG así como de altos rendimientos para asegurar la máxima respuesta, como proponen algunos autores (Coutiño, 1982; García, 1987; Morfín, 1987 y Baker, 1978).

### Parámetros de Estabilidad

El análisis de varianza para estabilidad del rendimiento se presenta en el Cuadro 2A, en el cual se observa que - existen diferencias altamente significativas entre variedades, indicando que existe un rango considerable entre el rendimiento más bajo y el más alto entre localidades.

Se encontró también que existen diferencias genéticas altamente significativas entre las variedades sobre sus índices ambientales ( $V \times A$  (lineal)); indicando que los ambientes de prueba fueron contrastantes, lo cual permitió que las variedades en estudio manifestaran su potencial, tanto - en ambientes desfavorables como buenos.

Al probar que las desviaciones de regresión para cada tratamiento son estadísticamente iguales a cero, se encontró que hubo diferencias significativas para 15 tratamientos (10.4 por ciento) entre ellos el testigo H-507, con un  $b_i = 1$  y  $S_{di} = 0$ , todos ellos presentaron buena respuesta en todos los ambientes, pero son inconsistentes y corresponden a la clasificación "b" según Carballo (1970).

Con respecto al índice ambiental ( $I_j$ ), que indica si el ambiente es bueno o desfavorable en base a características medibles de los tratamientos evaluados, en este caso para la característica rendimiento de peso en mazorca, el mejor  $I_j$  con un valor de 2.92 correspondió a la localidad del ITA-18 U.G. Ver., seguido en orden decreciente por Tepalcingo, Mor. con un  $I_j$  de 1.78; CBTA-17 U.G. Ver. con 1.33; Tehuantepec, Oax. con -1.22; Nopalapan, Ver. con -1.72 y, el ambiente más desfavorable fue Ciudad Guzmán, Jal. con un  $I_j$  de -3.00.

Con los valores de  $I_j$ , la media de rendimiento y su coeficiente de regresión, fueron obtenidas las líneas de regresión para las cruza sobresalientes en cada una de las categorías en que hubo respuesta según la clasificación de Carballo (1970) y cuyos resultados se muestran en las Figuras 4.2 al 4.5.

116 tratamientos (80.6 por ciento) resultaron con respuestas estables con  $b_i = 1$  y  $S_{di}^2 = 0$ , ocho cruza (5.6 por ciento) estuvieron comprendidas en la categoría "c" con un  $b_i < 1$  y  $S_{di}^2 = 0$  con respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistentes y, cinco tratamientos (3.4 por ciento) en la categoría "e" con respuesta mejor en buenos ambientes y consistentes, con  $b_i > 1$  y  $S_{di}^2 = 0$ .

El gran número de cruza simples estables, nos indican el potencial que tienen los progenitores involucrados para ser explotados en combinaciones híbridas en áreas muy contrastantes.



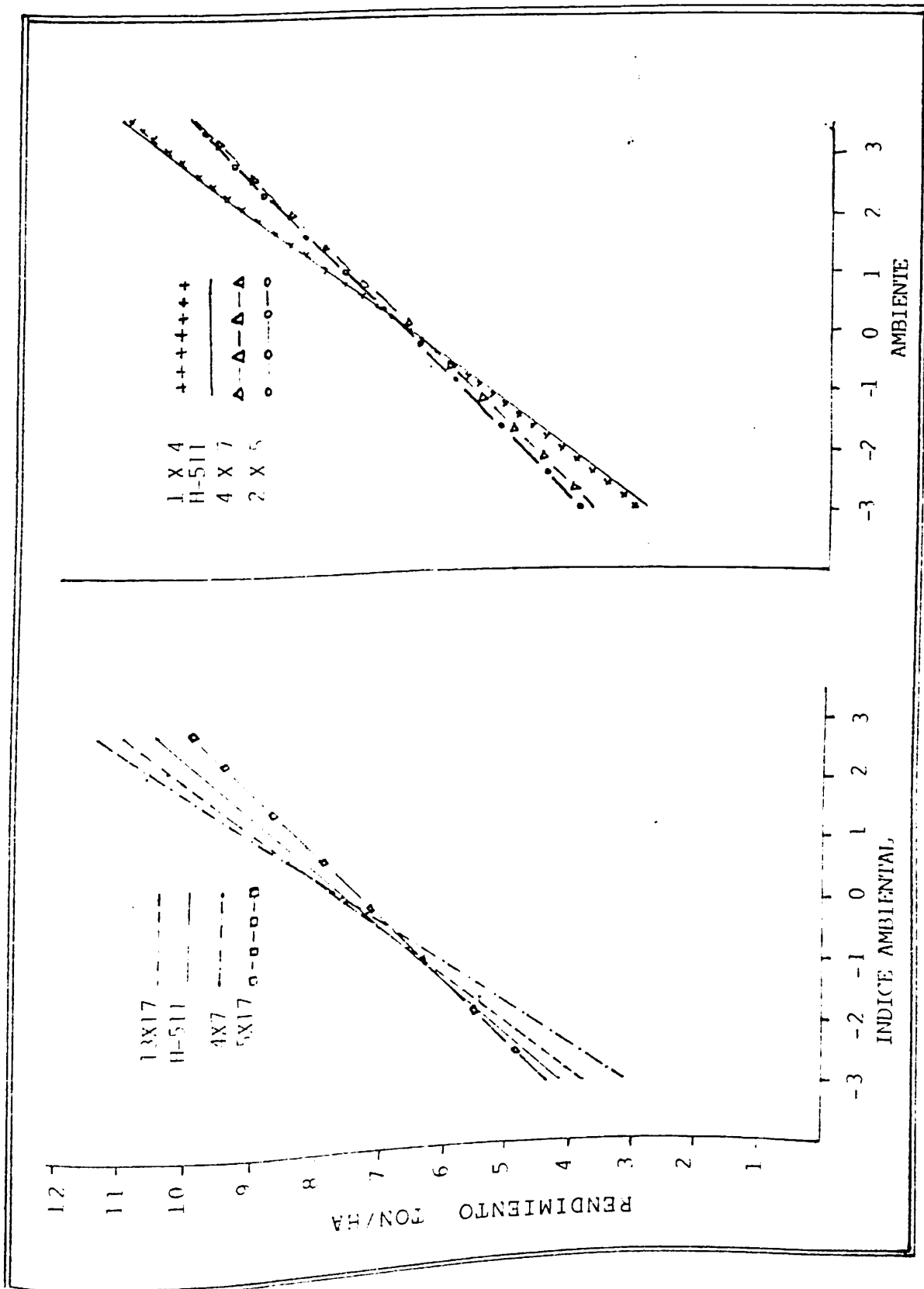


Figura 4.2. Cruzas y testigos con respuesta estable

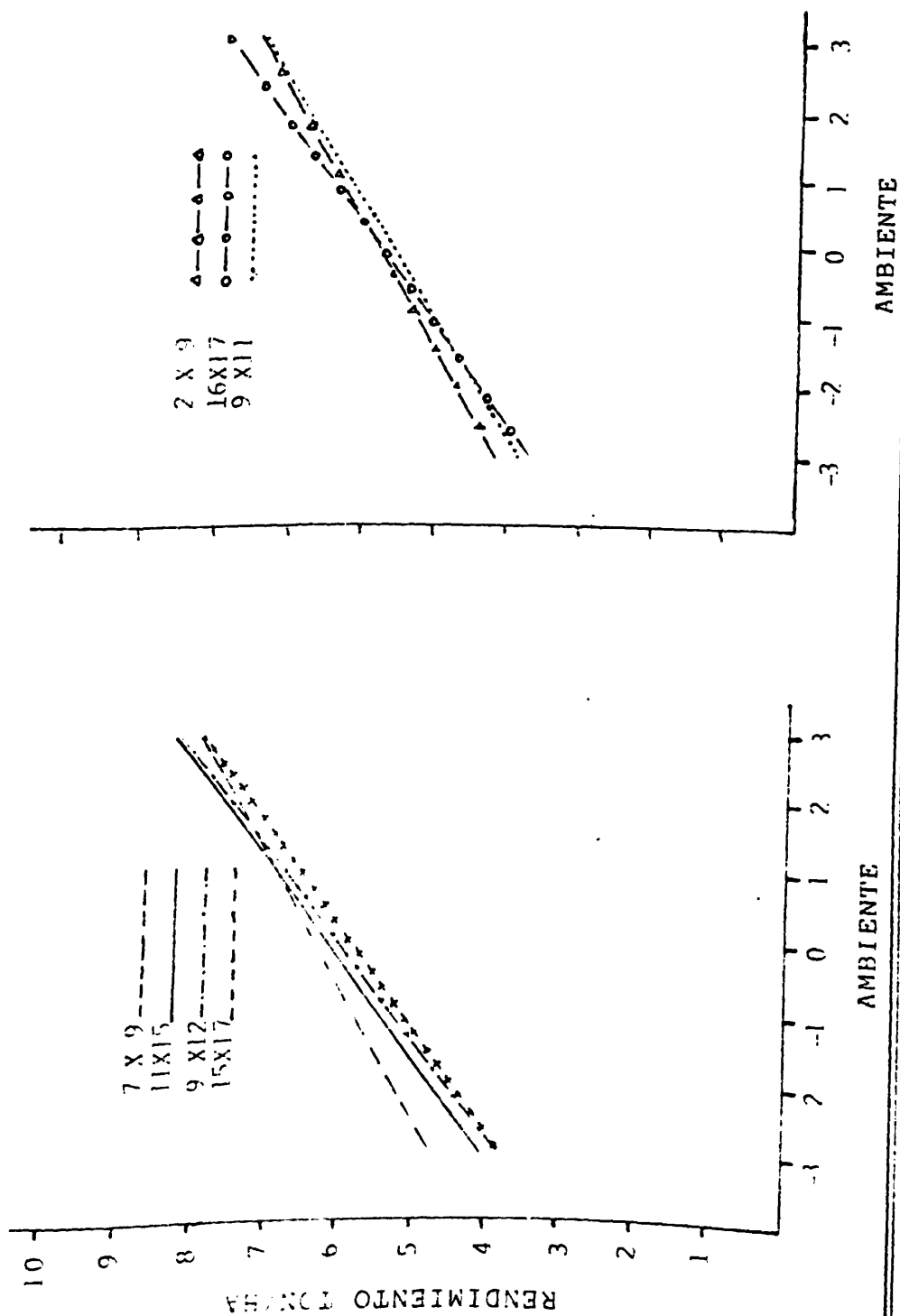


Figura 4.3. Tratamientos con respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistentes

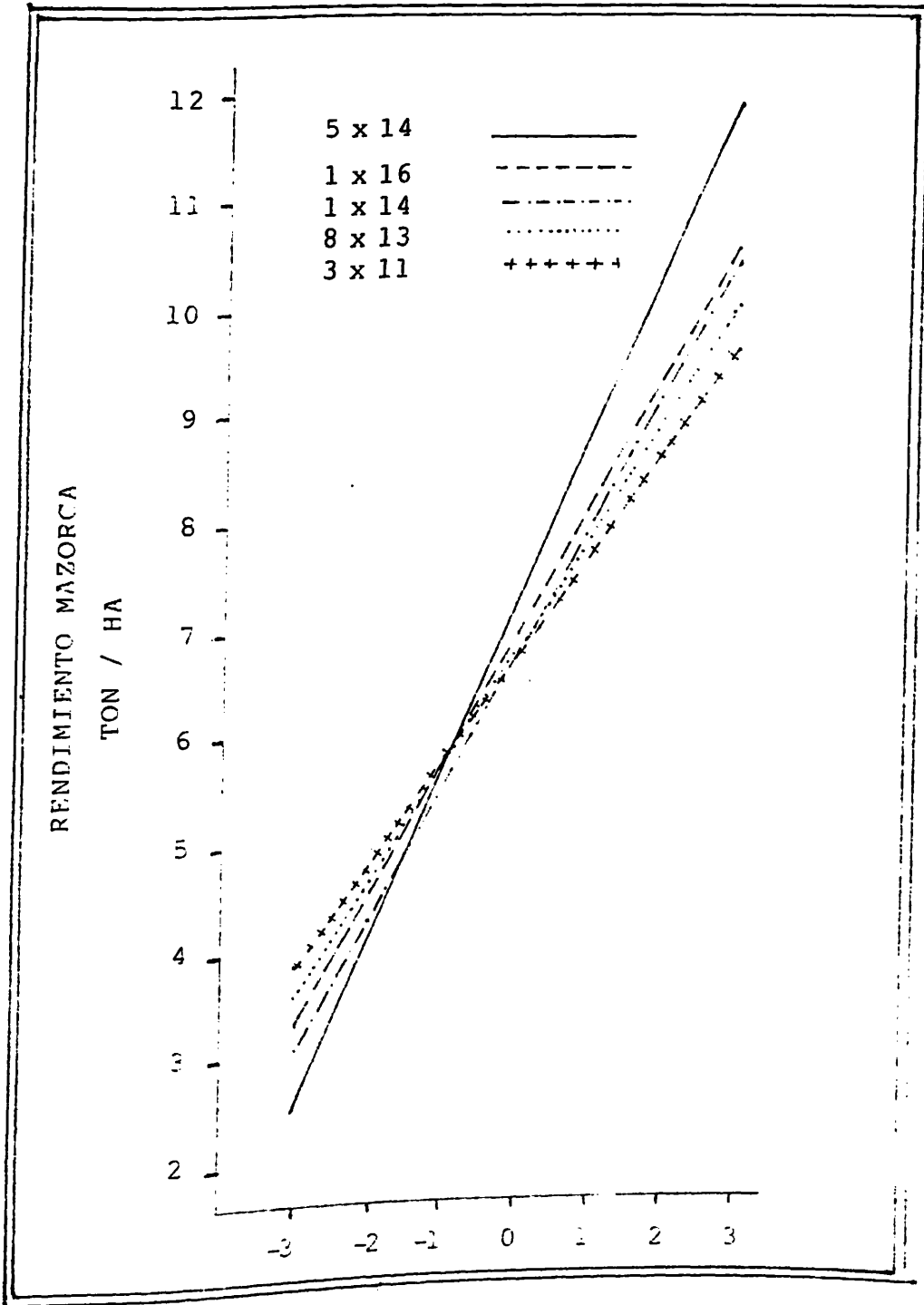


Figura 4.4. Cruzas y testigos con buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistentes

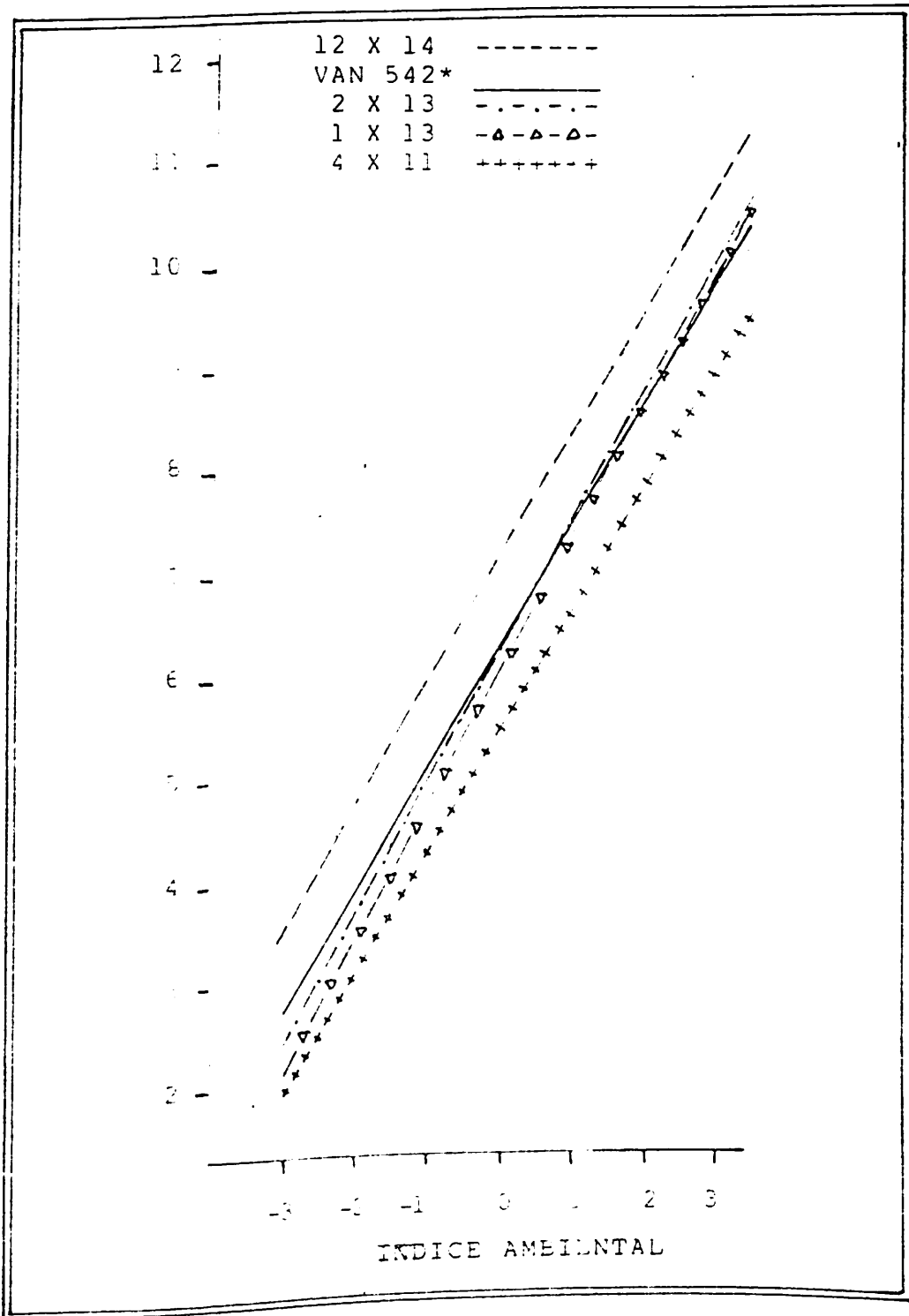


Figura 4.5. Cruzas y testigo con respuesta mejor en ambientes y consistentes

En el Cuadro 2A, del análisis de varianza de los parámetros de estabilidad, se han colocado los valores de  $b_i$   $S_{di}$  obtenidos por cada una de las cruzas y testigos.

En el Cuadro 4.19 es notable que para las cruzas estables, los progenitores provenientes prácticamente de los = grupos uno y dos, que son materiales seleccionados en el TH y de las líneas derivadas de la población Tuxpeño, combinados entre ellos o dentro del mismo grupo, se observó que en menor cantidad se presentan líneas de los grupos tres y cuatro.

En el Cuadro 4.20, se nota que las cruzas sobresalientes para ambientes desfavorables y que fueron consistentes, estuvieron formadas por líneas del grupo dos principalmente, algunas combinaciones con líneas del grupo tres y dos líneas del grupo cuatro, sobresale para esta clasificación las cruzas 7 x 9 y 7 x 15 con rendimiento superior a la media general.

#### Predicción de Cruzas Triples y Dobles

Con las cruzas superiores estables que tuvieron efectos positivos de ACE y formadas por líneas con altos efectos de ACG se realizó la predicción de cruzas triples (CT) y dobles (CD), de acuerdo al método B de Jenkins (1934), así, fueron tomadas 30 CT y 59 CD (Cuadros 4.21 y 4.22) con una media de rendimiento de 6.839 ton/ha para los dos casos.

Cuadro 4.19. Cruzas simples estables y grupo de origen de los progenitores de cada craza

Cruza	Grupo del Progenitor i	j	Rendimiento (ton/ha)	b <sub>i</sub>	Sd <sub>i</sub>
13 x 17	1	2	7.523	1.2148	0.0711
H-511 (T)	-	-	7.437	1.0654	0.1925
4 x 7	1	2	7.414	1.3945	0.2818
5 x 17	1	2	7.247	0.9386	0.3063
1 x 4	1	1	7.206	1.3573	0.3047
H-510 (T)	-	-	7.201	1.3762	0.3047
8 x 14	2	2	7.184	1.1042	- 0.0446
2 x 5	3	1	7.146	1.0280	- 0.4702
1 x 7	1	4	7.097	1.1631	0.1362
1 x 15	1	2	7.028	0.9948	0.5320
11 x 12	3	2	7.020	0.9215	0.0842
1 x 9	1	2	6.975	1.0347	0.5897
1 x 17	1	2	6.959	0.9902	0.5979
1 x 3	1	2	6.956	1.1629	0.2021
11 x 12	3	1	6.937	1.1437	0.0501
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.

(T) = Testigos

Cuadro 4.20. Cruzas con mejor respuesta en ambientes desfavorables  
Y consistentes y grupos de origen de los progenitores  
de cada craza

Cruza	Grupo del Progenitor i	j	Rendimiento (ton/ha)	b <sub>i</sub>	S <sub>di</sub>
7 x 9	4	2	6.405	0.5380	-0.0406
11 x 15	3	2	6.274	0.7045	-0.3743
9 x 2	2	1	6.096	0.7328	-0.4099
15 x 17	2	2	5.946	0.6841	-0.1712
2 x 9	3	2	5.807	0.5488	-0.1087
16 x 17	4	2	5.788	0.7029	-0.4094
9 x 11	2	3	5.646	0.5911	-0.1619
6 x 15	3	2	5.331	0.6896	-0.3388

Cuadro 4.21. Cruzar triplos predichas a través de seis localidades.

Cruza Triple	Días a flor	Altura (cm)		Raíz	Acame		Tallo	% Mala Cob.	% Maz. Pod.	No. de Mazorcas x 100 plts.	Rendimiento Mazorca (ton/ha)
		Plta.	Maz.		%	%					
(1X4)7	64	236	120	10	7	4	7	104	7.256		
(4X13)17	64	222	115	8	5	12	6	103	7.177		
(4X7)11	65	232	121	12	5	6	8	103	7.152		
(5X14)12	63	209	114	12	7	6	8	113	7.113		
(5X14)13	64	212	111	13	7	2	5	100	7.113		
(5X7)14	61	203	106	5	4	1	6	105	7.065		
(12X17)14	64	148	107	10	10	2	11	107	7.063		
(4X7)12	64	237	121	21	12	6	7	102	7.059		
(7X12)14	63	211	114	11	9	1	9	111	7.050		
(5X14)17	64	199	103	7	6	7	8	98	7.021		
(2X7)4	64	225	117	10	9	3	10	106	7.002		
(5X7)2	64	185	105	4	3	7	10	98	6.910		
(1X4)17	65	219	114	10	6	4	6	99	6.895		
(13X17)4	64	115	122	11	6	11	7	99	6.872		
(4X8)13	63	223	114	8	6	15	9	100	6.862		
(12X14)7	63	222	114	9	5	1	5	104	6.852		
(4X7)13	64	229	115	11	6	10	14	99	6.846		
(4X8)17	64	219	117	13	7	6	6	101	6.826		
(1X7)5	65	214	119	10	5	3	6	97	6.819		
(1X7)14	64	208	106	6	4	1	7	109	6.815		
(2X5)7	61	209	108	11	6	3	8	94	6.790		
(1X7)12	65	228	119	13	7	4	7	107	6.785		
(13X17)12	64	219	115	13	13	12	12	102	6.742		
(2X5)4	64	218	118	17	7	6	11	105	6.725		
(4X7)14	63	210	109	10	9	1	10	105	6.706		





Cuadro 4.22. Cruzas dobles predichas para nueve características en base a la ACG y ACE de cruza simples a través de seis localidades

Cruza doble	Días a flor ♂	Plta.	Altura (cm)	Maz. Raíz	% Acame	Tallo	% Mala Cob.	% Maz. Pod.	No. de Mazorcas X 100 plts.	Rendimiento Mazorca (ton/ha)
(5x14)(12x17)	63	204	109	9	7	7	8	105	7.067	
(7x14)(4x8)	64	215	111	11	9	3	8	102	7.025	
(5x7)(2x4)	64	208	114	10	5	5	8	101	7.023	
(1x4)(7x14)	64	220	113	8	4	3	8	107	7.019	
(1x7)(4x8)	64	226	118	12	8	4	8	102	6.998	
(5x7)(12x14)	64	212	110	8	4	4	5	105	6.990	
(5x14)(7x12)	63	211	113	12	7	4	7	106	6.976	
(1x4)(7x12)	64	233	119	10	9	6	8	105	6.963	
(1x7)(4x13)	64	227	116	13	6	4	16	102	6.954	
(5x7)(4x8)	64	222	115	12	7	5	7	99	6.935	
(1x7)(2x4)	65	221	115	10	6	4	9	103	6.932	
(5x14)(2x17)	63	207	110	10	8	6	9	101	6.902	
(2x5)(14x17)	64	193	103	6	4	7	11	103	6.901	
(1x7)(4x17)	65	224	115	12	7	3	11	99	6.899	
(2x4)(13x17)	64	215	113	9	5	11	9	100	6.890	
(4x8)(14x17)	64	209	111	12	7	4	8	103	6.885	
(5x7)(4x17)	64	220	116	12	7	6	9	99	6.884	
(1x4)(2x7)	64	223	115	11	7	4	10	107	6.884	
(5x7)(4x13)	64	222	116	13	7	7	14	99	6.872	
(2x5)(7x14)	64	196	103	7	4	2	11	98	6.865	
(7x12)(4x13)	64	228	116	16	9	9	17	102	6.854	
(4x8)(5x14)	63	207	111	12	7	5	10	101	6.853	
(5x7)(14x17)	64	207	107	8	5	4	10	100	6.848	
(4x8)(13x17)	64	221	116	15	7	6	22	103	6.846	
(4x8)(13x17)	64	221	116	10	6	8	7	101	6.844	

Cuadro 4.22 ..... continuación

Cruza doble	Días a flor	Altura (cm)		Raíz	Acame Tallo		% Mala Cob.	% Maz. Pod.	No. de Mazorcas X 100 plts.	Rendimiento Mazorca (ton/ha)
		Plta.	Maz.		%	%				
(1x4)(14x17)	64	211	110	9	4	4	8	104	6.838	
(2x7)(5x14)	64	190	106	9	5	4	11	101	6.835	
(2x7)(4x13)	64	218	111	12	7	5	18	102	6.830	
(7x14)(2x4)	64	206	107	9	7	2	14	101	6.827	
(7x12)(2x4)	64	221	114	15	8	11	11	103	6.825	
(2x5)(12x14)	64	195	104	8	4	11	13	106	6.821	
(1x7)(5x14)	64	211	113	8	5	2	7	103	6.817	
(2x4)(5x14)	63	191	108	9	6	6	12	102	6.807	
(1x7)(12x14)	64	218	113	10	5	3	7	108	6.800	
(4x13)(14x17)	63	207	109	7	5	7	10	103	6.797	
(2x5)(4x17)	64	210	113	13	6	10	10	104	6.794	
(12x14)(4x17)	64	212	110	15	10	7	9	100	6.791	
(1x4)(5x14)	64	212	115	9	5	4	8	105	6.789	
(4x8)(12x17)	64	221	118	16	9	8	8	102	6.787	
(2x5)(12x17)	64	205	110	11	5	16	10	106	6.783	
(1x4)(12x17)	64	224	117	16	8	6	8	102	6.782	
(13x17)(1x4)	64	223	116	10	5	7	9	99	6.779	
(4x7)(12x14)	63	218	114	14	9	4	8	103	6.777	
(7x12)(4x17)	64	225	116	17	12	7	10	99	6.774	
(5x7)(12x17)	64	215	111	10	5	8	9	100	6.773	
(7x12)(14x17)	64	213	113	12	11	4	11	103	6.770	
(7x14)(12x17)	64	209	110	10	7	2	12	103	6.769	
(4x7)(2x5)	64	214	113	13	7	5	10	99	6.758	
(7x14)(4x13)	64	212	109	10	9	2	18	103	6.757	

Cuadro 4.22..... continuación

Cruza doble	Días a flor	Altura (cm)		Maz. Raíz	% Acame	Tallo	% Mala Cob.	% Maz. Pod.	No. de Mazorcas X 100 plts.	Rendimiento Mazorca (ton/ha)
		Plta.	Maz.							
(7x12)(4x8)	64	219	113	13	8	4	10	101	6.756	
(2x7)(4x8)	64	219	113	13	8	5	10	101	6.754	
(2x5)(7x12)	64	208	110	12	5	11	10	102	6.746	
(7x14)(4x17)	64	211	108	10	9	2	13	100	6.732	
(1x4)(12x14)	64	216	113	15	9	5	10	108	6.726	
(1x4)(12x14)	64	216	113	15	9	5	10	108	6.726	
(1x7)(12x13)	64	223	114	12	5	4	16	104	6.691	
(2x5)(1x7)	65	211	113	8	5	4	9	100	6.686	
(2x7)(12x14)	64	205	108	10	5	8	13	106	6.683	
$\bar{x}$									6.839	

## 5. DISCUSION

Los resultados de los análisis de varianza individuales por localidad para cuatro características mediante un diseño en látice simple 12 x 12 (Cuadro 4.1) y combinado en bloques al azar (Cuadro 4.2) fueron altamente significativos para todas las características analizadas, solamente se encontraron diferencias no significativas para tratamientos en las localidades de Ciudad Guzmán, Jal. y Napolapan, Ver.

Los coeficientes de variación del análisis por localidad y combinado fueron muy bajos, lo que indica confiabilidad en los resultados de los experimentos realizados.

Días a floración y rendimiento fueron considerablemente afectados por el medio ambiente con una diferencia de 32 días entre la localidad más precoz y la más tardía para floración y de 6.007 ton/ha para rendimiento, esto es debido a que el medio ambiente afecta características de herencia cuantitativa.

Las cruzas evaluadas tuvieron menor altura en relación a los testigos utilizados, lo cual es de interés (Russel, 1968).

Se encontró que los progenitores del grupo uno cruzados por líneas del grupo dos, sobresalieron en todos

los ambientes estudiados, con excepción de la localidad de Tehuantepec, Oax. en la que sobresalieron las líneas del grupo dos con el grupo cuatro. En Nopalapan, Ver., varias líneas del grupo tres sobresalieron más que en cualquier otra localidad; y progenitores del grupo cuatro sobresalieron en las localidades de Tepalcingo, Mor. y Tehuantepec, Oax.

En forma combinada (Cuadros 4.19 y 4.20) se encontró que progenitores de los grupos uno, dos y cuatro sobresalieron en combinaciones híbridas, entre y dentro de ellos.

Los resultados anteriores nos hacen ver la influencia que tiene el ambiente sobre el genotipo, y de la importancia que tiene la evaluación de materiales sobresalientes en localidades contrastantes y seleccionar los mejores para futuros programas de mejoramiento.

Los resultados de los análisis de varianza por localidad (Cuadro 4.16) para aptitud combinatoria general y específica, fueron significativos para la mayoría de las características estudiadas, lo cual indica una amplia variabilidad genética entre las cruzas estudiadas.

Los coeficientes de variación para las cruzas del dialélico fueron bajos, lo que reafirma la confiabilidad de los resultados experimentales.

Se encontró que los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) de los 17 progenitores por localidad para rendimiento, tuvieron efectos positivos y altos para las líneas de los grupos uno y dos en todas las localidades, hubo efectos

positivos de los grupos tres y cuatro para las localidades - de Tepalcingo, Mor., Tehuantepec, Oax. y Nopalapan, Ver. y en forma combinada los efectos de ACG más altos fueron obtenidos por todos los progenitores del grupo uno, dos líneas del grupo dos, una del grupo tres y una del grupo cuatro.

Morfín (1987) menciona que si uno de los progenitores o ambos tiene altos efectos de ACG, es de suponer que la ACE sea alta, sin embargo, los resultados para este experimento indicaron que cuando ambos padres tuvieron efectos altos de ACG se obtuvieron efectos positivos y negativos de ACE, pero con rendimientos arriba de la media (Cuadro 4.18 y Figura 4.1) cuando uno de los padres tuvo efecto negativo de ACG, los efectos de ACE fueron también negativos y positivos, pero arriba de la media, la proporción de efectos positivos fue mayor que los negativos y abajo de la media el caso contrario; finalmente, cuando ambos progenitores tuvieron efecto negativo, los efectos de ACE fueron en mayor porcentaje negativos y con rendimientos abajo de la media, en base a estos resultados, se reafirma que es deseable utilizar progenitores de altos efectos de ACG y de altos rendimientos para asegurar la máxima respuesta (Coutiño, 1982; García 1987 y Baker, 1978).

El análisis de varianza para estabilidad (Cuadro 2A) indicó que existen diferencias altamente significativas entre tratamiento, y entre los tratamientos sobre sus índices ambientales ( $V \times A$  (lineal)), siendo los tratamientos diferentes entre ellos y los ambientes contrastantes, los genotipos manifestaron su potencial tanto en ambientes desfavorables como buenos.

Los índices ambientales indicaron que los mejores ambientes fueron el ITA-18, Tepalcingo, Mor. y el CBTA-17, U.G. Ver., el ambiente más desfavorable fue Ciudad Guzmán, Jal.

Se encontraron 116 (80.6 por ciento) tratamientos con respuesta estable, ocho (5.6 por ciento) con respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistentes, cinco (3.4 por ciento) con mejor respuesta en ambientes buenos y consistentes y 15 tratamientos (10.4 por ciento) inconsistentes con buena respuesta en todos los ambientes. Los resultados anteriores nos señalan que los progenitores involucrados han sido acertadamente seleccionados y con potencial de ser explotados en combinaciones híbridas en las áreas estudiadas y en otras que sean contrastantes.

El análisis conjunto del comportamiento agronómico, efectos de aptitud combinatoria y parámetros de estabilidad en las cruzas evaluadas permitió seleccionar materiales para predecir híbridos triples y dobles susceptibles de ser explotados en diversos ambientes.



## 6. CONCLUSIONES

1. Los análisis de varianza de los materiales evaluados por localidad para las cuatro características agronómicas bajo estudio y, combinado para rendimiento mostraron diferencias estadísticas significativas, lo que señala gran variabilidad existente entre ellos y una respuesta diferencial de rendimiento a través de ambientes, los coeficientes de variación obtenidos fueron bajos, lo que asegura una información confiable.
2. En cuanto a rendimiento, progenitores para el Trópico Húmedo (grupo uno) combinados por líneas derivadas de la población Tuxpeño (Grupo dos), tuvieron mejores combinaciones en todas las localidades; líneas del Trópico Seco - (Grupo tres) sobresalieron en las localidades de Tehuantepec, Oax. y Nopalapan, Ver. y progenitores seleccionados en la Costa de Jalisco (grupo cuatro) sobresalieron en Tepalcingo Mor. y Nopalapan, Ver.
3. Los análisis de varianza por localidad para ACG y ACE indicaron diferencias altamente significativas para las características en estudio, lo que señaló gran variabilidad de las líneas en cuanto a su habilidad de combinación entre ellas, y mejor o peor respuesta en cruzas específicas para todos y cada uno de los ambientes de prueba, los coeficientes de variación fueron bajos y confiables.

4. Los efectos de ACG más altos para la mayoría de las localidades, fueron obtenidos por todas las líneas del grupo uno, seguidas por las líneas V524-223-1-7 y V524-212-1-6 del grupo dos, la línea ANS-10 del grupo tres y AN-348-111-5-1-2 del grupo cuatro.
5. Los efectos de ACE más altos y con rendimientos arriba de la media general fueron formados con progenitores de alta ACG y efectos de ACE bajos fueron formados en la mayoría por progenitores de baja ACG.
6. Las diferencias altamente significativas encontradas en el análisis de estabilidad en variedades y en la interacción genotipo por ambiente, indicaron que los materiales manifestaron su potencial de una manera contrastante, en su respuesta a los efectos de los ambientes de prueba.
7. En base a lo anterior, se sugiere formar híbridos con alta ACG, alto rendimiento y estabilidad para asegurar una mayor respuesta.
8. El 80.6 por ciento de los tratamientos fueron estables; el 10.4 por ciento con buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistentes, 5.6 por ciento con buena respuesta en ambientes desfavorables y consistentes y el 3.4 por ciento con buena respuesta en los mejores ambientes y consistentes, esto indica que las líneas progenitoras fueron acertadamente seleccionadas y poseen alto potencial para ser explotadas en combinaciones híbridas a través de varios ambientes.

9. El análisis conjunto de características agronómicas, ACG ACE y estabilidad de los materiales bajo estudio permitió la predicción de 30 cruzas triples y 59 cruzas dobles.
10. Se recomienda formar los híbridos predichos y evaluarlos en al menos los mismos ambientes.

## 7. RESUMEN

Fueron evaluadas 136 cruzas de maíz tropical formadas a partir de 17 progenitores provenientes de cuatro regiones geográficas del país y mediante el Método Cuatro, Modelo I de Griffing (1956) fueron estimadas la aptitud combinatoria para identificar las mejores cruzas por su rendimiento y sus valores altos de ACE, además identificar los progenitores de efectos de ACG positivos, y utilizarse en la formación de cruzas triples y dobles; se estimaron también los parámetros de estabilidad para las cruzas, según Eberhart y Russell. (1966).

El análisis de varianza por localidad, para días a floración masculina, altura de planta, altura de mazorca y rendimiento mediante un diseño de látice simple 12 x 12, indicaron que en todas las localidades se encontraron diferencias significativas para tratamientos en las cuatro características, con excepción de las localidades de Ciudad Guzmán, Jal. y Nopalapan, Ver. se encontraron diferencias no significativas para rendimiento, indicando que los tratamientos se comportaron de manera similar en cada uno de estos ambientes.

En el análisis de varianza combinado para rendimiento se encontraron diferencias significativas para localidades, - para tratamientos y para la interacción de tratamientos por localidades, esto indicó que las localidades fueron contrastantes

los tratamientos fueron diferentes entre ellos y, por lo tanto, se comportaron en forma desigual en los diferentes ambientes.

Los coeficientes de variación fueron bajos, lo que indica que la información es confiable.

Se encontró que los progenitores del Grupo Uno (líneas para el Trópico Húmedo) cruzadas por líneas del Grupo Dos (líneas derivadas de la población Tuxpeño), sobresalieron en todas las localidades. En Tehuantepec, Oax. las mejores combinaciones fueron entre líneas del Grupo Dos por el Grupo Cuatro (líneas seleccionadas en la Costa de Jalisco), progenitores del Grupo Tres (líneas seleccionadas en el Trópico Seco) sobresalieron en Nopalapan, Ver. y progenitores del Grupo Cuatro sobresalieron en Tepalcingo, Mor. y Nopalapan, Ver.

El análisis de varianza para aptitud combinatoria general y específica indicó que existieron diferencias significativas para cruza y para la ACG en todas las características y en todas las localidades; se observaron diferencias significativas para ACE de floración masculina, altura de planta y altura de mazorca en algunas localidades. La ACG fue predominante con respecto a la ACE.

Los efectos más altos de ACG fueron obtenidos por los progenitores ANH-43-68-1-1-3-1, ANH-61-8 y ANH-43-46-2-3-2 del Grupo Uno, V524-2230107 y V524-212-1-6 del Grupo Dos, - ANS-10 del Grupo Tres y AN-348-111-5-1-2 del Grupo Cuatro.

Efectos altos y positivos de ACE fueron obtenidos - cuando ambos progenitores tuvieron altos efectos de ACG, cuando uno de los dos tuvo efecto negativo o cuando los dos fueron negativos, sin embargo, altos rendimientos y efectos altos y positivos de ACE se obtuvieron al cruzar líneas con alta ACG.

Se encontraron diferencias genéticas altamente significativas para variedades y entre las variedades sobre sus índices ambientales ( $V \times A$  (lineal)), por lo que los ambientes de prueba fueron contrastantes y las variedades manifestaron su potencial a través de ellos.

Los parámetros de estabilidad identificaron a 116 cruzas estables, ocho cruzas con respuesta mejor en ambientes - desfavorables y consistentes, cinco con mejor respuesta en - buenos ambientes y 15 con buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistentes.

Los Grupos Uno y Dos formaron cruzas en su mayoría estables y de los Grupos Tres y Cuatro, estuvieron presentes en ambientes desfavorables y consistentes.

Fueron formadas 30 cruzas triples y 59 cruzas dobles en base a su ACG, ACE, rendimiento y estabilidad.

8. LITERATURA CITADA

Allard, R.W. and A.D. Bradshaw. 1964. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. *Crop Sci.* 4:503-507.

✓ Baker, R.J. 1978. Issues in diallel analysis. *Crop Sci.* 18:533-536.

Borrego E., F. 1986. Estimación de parámetros genéticos y aptitud combinatoria general y específica de una población de maíz superenano para el Trópico Seco Mexicano. Tesis. Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 99 p.

Carballo, C.A. 1970. Comparación de variedades de maíz del Bajío y de la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. Tesis. Maestría. Colegio Postgraduados ENA. México. 88 p.

Carballo C, A. y F. Márquez S. 1970. Comparación de variedades de maíz del Bajío y la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. *Agrociencia.* Vol. 5(1): 129-146.

Coutiño E., B. 1982. Variabilidad genética en cruas dialélicas de maíz, formadas con poblaciones tropicales sobresalientes. Tesis. Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 141 p.

Eberhart, S.A. 1964. Theoretical relations among single - three way and double cross hybrids. *Biometrics.* 20:522-539.

Eberhart, S.A. and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 16:36-40.

Finlay, K.W. and G.N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding program. *Aust. J. Agr.* 14:742-754.

✓ Franco D., J.E. 1979. Experimentos de Griffing para cruas dialélicas en bloques incompletos balanceados. Tesis. Maestría. Colegio Postgraduados. Chapingo. México. 80 p.



- García, G.J. 1987. Implicación del rendimiento per se y la aptitud combinatoria general de líneas autofecundadas de maíz (Zea mays L.) en la predicción de cru- zas simples de alto rendimiento. Tesis. Maestría. Colegio de Postgraduados Montecillos. México. 105 p.
- ✓Gardner, C.O. and S.A. Eberhart. 1966. Analysis and inter- pretation of the variety cross diallel and related populations. *Biometrics*. 22:439-454.
- Gómez, M.N. 1977. Estabilidad del rendimiento y delimita- ción de áreas del cultivo de sorgo para grano en Mé- xico. Tesis. Maestría. Colegio de Postgraduados. E.N.A. Chapingo, México. 139 p.
- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to Diallel crossing system. *Aust. Biol. Sci.* 9:463-491.
- Hayes, H.K., F.R. Immer and D.C. Smith. 1954. *Methods of plants breeding*. Second edition. McGraw Hill Book Company Inc. 551 p.
- Hayman, B.I. 1954a. The analysis of variance of diallel ta- bles. *Biometrics*. 10:235-244.
- \_\_\_\_\_ 1954b. The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics*. 39:789-809.
- Jenkins, M.T. 1934. Methods of estimating the performance of double crosses in corn. *J. Am. Soc. Agron.* 26:199-204.
- Juárez, E.R. 1977. Interacción genotipo-medio ambiente en la selección y recombinación de híbridos de sorgo para grano. Tesis. Maestría. Colegio de Postgra- duados. E.N.A. Chapingo, México. 120 p.
- Kempthorne, O. and R.N. Curnov. 1961. Partial diallel cross. *Biometrics*. 17:229-250.
- Little, T.M. y F.J. Hills. 1978. *Métodos estadísticos para investigación en la agricultura*. Ed. Trillas. 270 p.
- Livera, M.M. 1979. Adaptación y adaptabilidad de genotipos de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) tolerantes al frío. Tesis. Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo. México. 142 p.
- López, P.E. 1976. Cruzas dialélicas en maíz superenano y predicción de cruzas triples y dobles. Tesis. Li- cenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Na- rro. Buenavista, Coahuila, México. 46 p.



- Márquez, S.F. 1974. El problema de la interacción genético-ambiental en genotecnia vegetal. Patena, A.C. Chapingo, México. 138 p.
- Martínez, G.A. 1976a. Notas sobre el diseño y análisis de los experimentos de cruzas dialélicas con efectos maternos. *Agrociencia*. 23:49-66.
- \_\_\_\_\_. 1976b. El programa Diall de computación electrónica. *Agrociencia*. 23:23-38. Chapingo, Méx.
- \_\_\_\_\_. 1983. Diseño y análisis de los experimentos de cruzas dialpélicas. Centro de Estadística y Cálculo. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx.
- \_\_\_\_\_. 1988. Análisis de los experimentos de Griffing usando algoritmos computacionales para el análisis de experimentos factoriales. Centro de Estadística y Cálculo. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México (sometido a publicación).
- Montañez, C. y A. Warman. 1985. Los productores de maíz en México: Restricciones y alternativas. Centro de Eco-desarrollo. México. 226 p.
- Morfin, V.A. 1987. Heterosis, aptitud combinatoria y parámetros de estabilidad de cruzas simples entre líneas de maíz de diferente origen germoplásmico. Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. 125 p.
- Otsuka Y., S.A. Eberharth and W.A. Russell. 1972. Comparisons of prediction formulas for maize hybrids. *Crop Sci.* 12(3):315-331.
- Oyervides, G.M. 1979. Estimación de parámetros genéticos, heterosis e índices de selección en variedades tropicales de maíz adaptados a Nayarit. Tesis. Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 118 p.
- Palomo, G.A. 1974. Interacción genotipo-medio ambiente y parámetros de estabilidad en variedades de algodónero *G. hirsutum* L. para la Comarca Lagunera. Tesis. Maestría. Colegio de Postgraduados. ENA. 117 p.
- Percy, R. G. 1986. Effects of environment upon ovule abortion in interespecific F1 hybrids and single species - - cultivars of cotton. *Crop Sci.* 26(5):938-942.
- Pooni, H.S., J.L. Kinks and R.K. Singh. 1984. Methods of Analysis and the estimation of the genetic parameters from a diallel set of crosses *Heredity*. 52(2):243-253.
- Russell, W.A. 1968. Testcrosses of one and two-ear types of corn belt maize inbreds I. Performance at four plant stand densities. *Crop Sci.* 8:244-247.

- Sprague, G.F. and A. Tatum. 1942. General Vs Specific combining ability in single-crosses of corn. J. Am. - Soc. Agron. 43:923-932.
- Turrent, F.A. 1987. Un panorama de la Agricultura de México. Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología - Ed. C.E.C.S.A. 92 p.
- Wricke, G. 1962. Ubereine Methode zur Erfassung derokologischen Streubreite in Feldversuchen. Z. Pflanzenzuecht 47:92-96.

A P E N D I C E

Cuadro 1.A. Concentración de medias para diez características, efectos de ACG y ACE de las cruzas y testigos a través de seis ambientes.

Cruza	O	♀	Altura (cm)		Raíz	Acame Tallo	Mala Cob.	Maz. X 100 Pod. Pltas.	No. Mz.	Rend. Ton/Ha	ĝi	ĝj	ACE
			Pлта.	Maz.									
13x17	63	64	220	107	3	4	18	6	106	7.523	0.209	0.220	0.69
H-511(T)	69	69	251	152	30	4	2	9	107	7.437	-	-	-
4x7	64	65	240	122	13	10	1	5	104	7.414	0.174	0.186	0.65
5x14	54	64	193	102	2	2	1	5	104	7.361	0.313	0.146	0.50
12x14	63	64	208	119	13	12	1	11	117	7.335	0.315	0.146	0.47
5x17	63	64	209	111	8	5	13	5	99	7.247	0.313	0.220	0.31
1x4	65	66	231	125	17	6	6	8	102	7.206	0.376	0.174	0.25
H-510 (T)	68	69	245	153	19	5	3	7	107	7.200	-	-	-
8x14	63	64	194	100	10	4	2	9	102	7.184	-0.041	0.146	0.68
2x5	64	65	162	108	4	2	11	8	104	7.146	0.005	0.313	0.43
1x7	64	66	233	117	6	3	6	8	104	7.097	0.376	0.186	0.13
H-507 (T)	68	69	246	152	23	11	7	14	108	7.069	-	-	-
1x15	64	64	221	113	3	1	3	3	102	7.028	0.376	-0.296	0.54
11x17	65	66	210	113	8	4	12	6	95	7.020	-0.077	0.220	0.50
1x9	65	66	205	105	17	7	7	8	93	6.975	0.376	-0.423	0.62
12x17	64	65	219	117	16	19	11	5	98	6.963	0.315	0.220	0.03
1x16	63	63	183	96	7	2	2	10	95	6.960	0.376	-0.458	0.64
1x17	65	66	214	107	7	5	3	8	97	6.959	0.376	0.220	-0.04
1x3	63	64	214	102	5	2	2	6	106	6.956	0.376	-0.196	0.37
11x12	64	64	216	119	9	4	11	10	110	6.938	-0.077	0.315	0.30
7x12	64	65	230	119	9	4	3	3	103	6.934	0.186	0.315	0.03
10x12	63	64	224	117	11	7	8	6	114	6.928	-0.100	0.315	0.31
10x13	63	65	218	107	8	3	12	10	101	6.920	-0.100	0.209	0.41
4x13	63	64	237	122	10	6	17	9	97	6.913	0.174	0.174	0.13
5x7	64	64	210	113	16	8	3	3	95	6.907	0.313	0.186	0.00



Cuadro I.A. .... continuación

Cruza	♂	♀	Altura (cm)		Raíz	Acame Tallo	Mala Cob.	% Maz. Pod.	No. Mz. x 100 Pltas.	Rend. Ton/Ha	ĝi	ĝj	ACE
			Pлта.	Maz.									
5x12	63	64	211	109	11	3	12	5	106	6.895	0.313	0.315	-0.14
4x5	63	65	224	123	17	6	7	5	101	6.861	0.174	0.313	-0.03
1x14	64	65	201	103	4	2	3	7	113	6.861	0.376	0.146	-0.06
3x11	62	63	217	107	16	2	2	5	102	6.850	-0.196	-0.077	0.72
4x17	64	65	224	122	13	6	5	5	100	6.830	0.174	0.220	0.03
8x17	64	64	214	112	13	7	7	6	103	6.822	-0.041	0.220	0.24
5x16	61	61	176	91	2	2	6	10	95	6.813	0.313	-0.458	0.55
8x13	63	64	209	107	5	5	14	9	104	6.810	-0.041	0.209	0.24
7x8	64	65	222	112	11	9	4	6	95	6.801	0.186	-0.041	0.25
14x17	64	65	189	95	6	7	2	12	97	6.795	0.146	0.220	0.03
8x12	63	64	211	116	10	9	8	14	104	6.793	-0.041	0.315	0.12
5x10	64	66	217	115	6	2	22	4	95	6.784	0.313	-0.100	0.17
10x17	63	64	221	113	9	3	9	11	97	6.784	-0.100	0.220	0.26
7x13	64	65	221	109	13	6	3	38	100	6.779	0.186	0.209	-0.02
13x15	62	63	223	113	9	4	2	7	102	6.777	0.209	-0.296	0.46
7x14	63	64	214	109	9	6	0	7	105	6.769	0.186	0.146	0.03
3x10	63	64	214	98	17	4	1	10	107	6.758	-0.196	-0.100	0.65
VAN 542*VAN-556	64	65	207	111	10	6	7	11	97	6.737			
3x12	62	63	215	103	14	5	1	10	102	6.736	-0.196	0.315	0.21
6x12	61	62	205	102	6	12	7	13	119	6.732	-0.353	0.315	0.37
11x14	64	65	203	109	4	4	5	19	105	6.730	-0.077	0.146	0.26
1x5	65	66	219	126	3	2	3	9	100	6.730	0.376	0.313	-0.36
13x14	63	63	180	97	3	7	1	16	102	6.722	0.209	0.146	-0.04
4x12	63	64	233	119	28	13	11	8	100	6.703	0.174	0.315	-0.19
4x14	63	64	205	109	10	12	3	12	105	6.702	0.174	0.146	-0.02

Cuadro 1.A. .... continuación

Cruza	O	♀	Plta.	Altura (cm)	Maz.	Raíz	Acame	Mala Cob.	% Maz. Pod.	No. Mz. X 100 Pltas.	Rend. Ton/Ha	qi	qj	ACE
2x7	64	65	208	103	5	4	3	13	93	6.673	0.005	0.186	0.08	
5x8	63	64	203	111	9	4	8	12	96	6.661	0.313	-0.041	-0.01	
1x6	63	64	196	95	7	4	5	9	101	6.643	0.376	-0.353	0.22	
1x12	65	65	225	119	17	9	4	11	112	6.636	0.376	0.315	0.46	
4x8	63	64	226	126	17	8	6	13	98	6.594	0.174	0.041	0.06	
2x4	64	66	212	112	17	9	5	17	108	6.589	0.005	0.174	0.01	
1x8	63	64	211	114	6	7	5	14	106	6.572	0.376	-0.041	-0.17	
2x13	64	65	201	100	5	4	10	12	97	6.535	0.005	0.209	-0.08	
12x13	63	64	219	113	9	6	22	18	105	6.520	0.315	0.209	-0.39	
2x14	63	64	172	92	6	3	2	24	100	6.518	0.005	0.146	-0.04	
2x12	65	66	202	113	14	6	27	19	114	6.518	0.005	0.315	-0.21	
2x11	65	67	193	104	4	2	12	12	98	6.516	0.005	-0.077	0.18	
6x17	63	64	203	104	16	6	6	9	103	6.510	-0.353	0.220	0.24	
2x3	63	64	197	96	10	2	2	11	104	6.498	0.005	-0.193	0.29	
6x7	63	64	209	100	12	5	2	7	100	6.485	-0.353	0.183	0.25	
2x17	64	66	196	106	9	4	13	11	107	6.479	0.005	0.220	-0.15	
4x15	61	64	227	117	17	6	1	4	95	6.474	0.174	-0.296	0.19	
11x13	64	65	218	112	9	7	23	11	99	6.469	-0.077	0.209	-0.07	
7x10	64	67	231	107	10	10	7	9	121	6.464	0.186	-0.100	-0.02	
1x10	65	67	227	116	5	4	9	15	92	6.455	0.376	-0.100	-0.22	
5x13	63	64	214	110	8	4	20	9	90	6.435	0.313	0.209	-0.49	
1x2	65	68	205	109	6	5	5	11	113	6.434	0.376	0.005	-0.35	
9x13	63	64	197	92	16	8	26	12	101	6.426	-0.423	0.209	0.24	
5x9	63	64	192	99	17	10	21	8	99	6.418	0.313	-0.473	0.13	
2x6	64	65	180	91	2	2	5	11	107	6.415	0.005	0.313	0.36	

Cuadro 1.A. .... continuación

Cruza	O	♀	Altura (cm)		Maz.	Acame		Mala Cob.	Maz. Pod.	No. Mz. X 100 Ptas.	Rend. Ton/Ha	ĝi	ĝj	ACE
			Pлта.	Pлта.		Raíz	Tallo							
1x13	64	66	217	110	8	3	4	13	101	6.415	0.376	0.209	-0.57	
7x9	64	65	207	98	15	4	11	7	98	6.405	0.186	-0.423	0.24	
4x6	63	64	217	113	20	9	5	7	97	6.398	0.174	-0.353	0.17	
3x13	63	63	216	101	10	0	7	10	101	6.392	-0.196	0.209	-0.02	
4x16	62	63	190	97	6	9	5	11	95	6.332	0.174	-0.458	0.21	
5x11	65	66	211	114	15	4	8	9	93	6.303	0.313	-0.077	-0.34	
8x11	65	66	205	116	10	6	6	7	101	6.296	-0.041	-0.077	0.01	
5x6	62	63	190	96	12	2	7	7	98	6.279	0.313	-0.353	-0.08	
3x14	62	63	198	92	4	9	0	13	113	6.277	-0.196	0.146	0.02	
11x15	63	64	208	109	9	7	4	6	94	6.274	-0.077	-0.296	0.24	
4x10	65	67	228	120	8	11	10	7	100	6.269	0.174	-0.100	-0.21	
7x11	65	67	210	111	20	9	7	11	95	6.266	0.186	-0.077	-0.25	
2x10	66	67	200	104	11	7	11	11	105	6.240	0.005	-0.100	-0.07	
2x8	65	66	201	107	9	3	9	13	98	6.232	0.005	-0.041	-0.13	
12x16	62	62	141	94	1	6	7	7	99	6.230	0.315	-0.458	-0.03	
15x15	62	54	195	99	4	9	0	7	103	6.212	0.146	-0.296	-0.04	
12x15	62	63	218	109	8	5	4	3	102	6.204	0.315	-0.296	-0.22	
8x16	61	61	176	89	4	4	4	10	90	6.197	-0.41	-0.458	0.29	
10x11	66	67	214	112	15	6	28	16	109	6.174	-0.100	-0.077	-0.05	
1x11	65	66	218	114	16	5	4	17	99	6.174	0.376	-0.077	-0.53	
3x8	63	61	203	103	9	4	0	7	97	5.899	-0.196	-0.041	-0.27	
AN-551 (T)	69	70	185	95	24	7	9	21	104	5.891	---	---	---	
15x16	63	63	172	82	1	1	3	13	98	5.865	-0.296	-0.458	0.22	
14x16	60	61	156	74	1	5	1	15	96	5.865	0.146	-0.458	0.23	
6x8	62	62	187	92	7	4	4	8	98	5.848	-0.353	-0.041	-0.16	

Cuadro I.A. .... continuación

Cruza	♂	♀	Altura		Raíz	Acame	Tallo	Mala Cob.	Maz. Pod.	No. Mz. X 100 Pitas.	Rend. Ton/Ha	g1	g2	ACE
			plta. (cm)	Maz. (%)										
7x15	64	64	217	103	8	6	1	2	93	6.172	0.186	-0.296	-0.12	
5x15	63	64	201	98	4	3	3	8	95	6.170	0.313	-0.296	-0.25	
VS-525 (T)	67	68	205	123	12	3	8	15	111	6.163	-	-	-	
9x10	65	65	190	91	17	11	24	11	98	6.138	-0.423	-0.100	0.26	
3x5	62	63	204	100	12	2	2	5	101	6.129	-0.196	0.313	-0.39	
2x15	63	64	196	102	3	5	5	6	103	6.127	0.005	-0.296	0.01	
3x7	63	64	211	103	15	9	1	5	103	6.114	-0.196	0.186	-0.28	
6x10	64	64	186	88	8	6	10	12	106	6.114	-0.353	-0.100	0.16	
3x17	63	64	213	102	15	6	1	75	115	6.113	-0.196	0.220	-0.31	
9x12	63	64	195	99	18	12	29	9	101	6.096	-0.423	0.315	-0.20	
11x16	63	63	176	93	3	4	10	15	98	6.093	-0.077	-0.458	0.22	
VAN 554 (HC) (T)	62	62	185	96	8	5	7	11	100	6.076	-	-	-	
3x9	64	64	199	91	11	6	3	12	101	6.042	-0.196	-0.423	0.26	
6x14	63	63	182	89	7	3	1	10	103	6.029	-0.353	0.146	-0.17	
9x15	63	63	190	89	9	3	10	3	91	6.029	-0.423	-0.296	0.35	
3x4	63	64	216	106	22	7	0	9	100	6.021	-0.196	0.174	-0.36	
7x17	64	65	209	106	11	6	3	21	93	6.015	0.186	0.220	-0.79	
6x9	62	63	167	79	11	5	3	6	93	6.009	-0.353	-0.423	0.30	
4x9	64	64	212	110	26	12	8	10	96	6.009	0.174	-0.423	-0.11	
13x16	62	62	181	88	5	2	9	12	98	5.975	0.209	-0.458	-0.18	
AN-551 (T)	63	62	195	98	3	7	5	7	101	5.974	-	-	-	
9x17	64	64	196	96	21	7	11	8	100	5.949	-0.423	0.220	-0.25	
7x16	63	62	180	85	5	3	1	6	90	5.948	0.186	-0.458	-0.18	
6x13	62	59	201	95	9	7	6	11	103	5.948	-0.353	-0.209	-0.31	
15x17	63	64	207	109	11	5	4	10	97	5.946	-0.296	0.220	-0.38	



Cuadro 1.A. .... continuación

Cruza	O	♀	Altura (cm)	plta.	maz.	raíz	Acame tallo	Mala cob.	Maz. pod.	No. Mz. x 100 pltas.	Rend. Ton/Ha	ĝi	ĝj	ACE.
8x15	63	64	102	201	7	8	8	4	4	90	5.832	-0.041	-0.296	-0.23
2x9	64	65	93	174	11	5	18	15	15	97	5.807	0.005	0.423	-0.18
10x15	64	66	98	207	4	7	5	5	5	98	5.801	-0.100	-0.296	-0.21
2x16	63	63	83	163	3	4	3	11	11	97	5.798	0.005	-0.458	-0.15
6x11	63	64	91	193	11	3	4	15	15	98	5.797	-0.353	-0.077	-0.17
16x17	61	62	84	173	4	4	3	6	6	92	5.783	-0.458	0.220	-0.41
3x15	63	64	100	208	7	5	0	8	8	92	5.775	-0.196	-0.296	-0.14
10x16	62	63	87	174	4	9	13	15	15	97	5.765	-0.100	-0.458	-0.08
4x11	64	65	128	224	18	9	6	9	9	89	5.749	0.174	-0.077	-0.75
10x14	64	66	93	186	2	6	7	19	19	97	5.736	-0.100	0.146	-0.71
8x9	64	65	93	171	19	13	12	15	15	103	5.677	-0.041	0.423	-0.27
9x11	64	66	93	178	8	5	17	14	14	97	5.646	-0.423	-0.077	-0.27
8x10	65	66	116	198	10	11	8	16	16	94	5.611	-0.041	-0.100	-0.65
3x16	70	62	85	185	3	8	1	10	10	96	5.586	-0.196	-0.458	-0.16
9x14	64	64	87	173	7	9	4	12	12	96	5.442	-0.423	0.146	-0.68
6x16	61	62	71	152	0	3	3	14	14	95	5.344	-0.353	-0.458	-0.25
6x15	62	63	90	190	6	5	1	12	12	95	5.331	-0.353	-0.296	-0.42
3x6	62	62	84	154	10	4	1	7	7	105	5.264	-0.196	-0.353	-0.59
9x16	61	62	67	140	5	7	14	11	11	94	5.027	-0.423	-0.458	-0.49
CV %	18.6	16.9	17.87	28.2							15.94			
$\bar{x}$	63	64	203	103	10	6	7	11	11	101	6.411			

DMS. TUKEY

Cuadro 2A. Cuadrados medios para la estimación de parámetros de estabilidad  $b_i$  y  $S_{di}$  y su clasificación

Fuentes de variación	g.l.	Cuadrado medio	F	$b_i$	$S_{di}$	Clasificación
Total	863					
Variedades (V)	143	1.464635** CM	CM /CM			
Ambientes (A)	720					
V x A	715					
A (Lineal)	1					
V x A (lineal)	143	1.254100** CM	CM/CM			
Desviación ponderada	576	0.672655** CM				
Trat 1 (1x2)	4	0.724846		1.0334	0.2023	a
2 (1x3)	4	0.724660		1.1629	0.2021	a
3 (1x4)	4	0.827204		1.3373	0.3047	a
4 (1x5)	4	0.663707		0.9946	0.1412	a
5 (1x6)	4	0.5990253		0.9118	0.0765	a
6 (1x7)	4	0.3863138		1.1631	-0.1361	a
7 (1x8)	4	0.9692612		1.3245	0.4467	a
8 (1x9)	4	0.1122337		1.0347	0.5897	a
9 (1x10)	4	0.2999843		1.1517	-0.2225	a
10 (1x11)	4	0.8458339		1.2564	0.3233	a
11 (1x12)	4	0.2334147		1.1653	-0.2890	a
12 (1x13)	4	0.3774609		1.4056	-0.1450	e
13 (1x14)	4	1.7168320*		1.1829	1.1943	b
14 (1x15)	4	1.0545266		0.9948	0.5320	a
15 (1x16)	4	1.5864852*		1.2248	1.0639	b
16 (1x17)	4	1.1204588		0.9902	0.5979	a
17 (2x3)	4	0.1134450		1.0900	-0.4090	a
18 (2x4)	4	0.3012174		1.1737	-0.2213	a
19 (2x5)	4	0.0522605		1.0279	-0.4702	a
20 (2x6)	4	1.1007398		0.9577	0.5782	a

Cuadro 2A. .... continuación

Fuentes de variación	g.l.	Cuadrado medio	F	b <sub>i</sub>	S <sub>d</sub> i	Clasificación
Trat 21 (2x7)	4	0.2782015		1.1107	-0.2442	a
22 (2x8)	4	0.709732		1.9747	0.1872	a
23 (2x9)	4	0.4137636		0.5488	-0.1087	c
24 (2x10)	4	0.3449946		0.8713	-0.1774	a
25 (2x11)	4	0.4968241		0.9406	-0.0257	a
26 (2x12)	4	0.3448967		1.2144	-0.1775	a
27 (2x13)	4	0.1869128		1.3531	-0.3355	e
28 (2x14)	4	0.2331718		1.1034	-0.2898	a
29 (2x15)	4	0.2331718		1.1034	-0.0512	a
30 (2x16)	4	0.4712847		0.9412	-0.0410	a
31 (2x17)	4	0.8483599		0.8510	0.3258	a
32 (3x4)	4	0.4731734		0.7911	-0.0493	a
33 (3x5)	4	0.6574425		1.1681	0.1349	a
34 (3x6)	4	0.2709358		0.8794	-0.2615	a
35 (3x7)	4	0.9952282		0.9998	0.4727	a
36 (3x8)	4	0.2365573		0.9650	-0.2359	a
37 (3x9)	4	0.4347934		0.8994	-0.0877	a
38 (3x10)	4	0.2983806		1.1955	-0.2241	a
39 (3x11)	4	1.5668973**		0.9641	1.0444	b
40 (3x12)	4	0.3782323		1.1614	-0.1442	a
41 (3x13)	4	0.5218587		1.1181	-0.0006	a
42 (3x14)	4	0.3591194		0.9476	-0.1633	a
43 (3x15)	4	0.3315161		0.8554	-0.1909	a
44 (3x16)	4	0.4087329		0.8612	-0.1137	a
45 (3x17)	4	0.2585161		0.9045	-0.2639	a
46 (4x5)	4	0.2136758		1.1430	0.3088	a
47 (4x6)	4	0.4004980		1.1595	-0.1219	a
48 (4x7)	4	0.8043387		1.3945	0.2818	a
49 (4x8)	4	0.1239648		1.0351	-0.3985	a
50 (4x9)	4	2.3504672**		0.6570	1.8279	b

Fuentes de variación	g.l.	Cuadrado medio	F	b <sub>i</sub>	S <sub>d<sub>i</sub></sub>	Clasificación
Trat 51 (4x10)	4	0.6322350		0.9775	0.1097	a
52 (4x11)	4	0.1236917		1.2492	-0.3988	e
53 (4x12)	4	1.2304730		1.2033	0.7079	a
54 (4x13)	4	1.193631		1.3949	0.6738	a
55 (4x14)	4	0.6170693		1.3054	0.0945	a
56 (4x15)	4	0.2613338		0.8869	-0.2611	a
57 (4x16)	4	1.903965		1.0514	1.4379	b
58 (4x17)	4	0.7986272		0.8796	0.2761	a
59 (5x6)	4	0.3412196		1.1206	-0.1812	a
60 (5x7)	4	0.7160665		0.9097	0.1936	a
61 (5x8)	4	0.0926828		0.9574	-0.4298	a
62 (5x9)	4	0.4022642		0.9149	-0.1202	a
63 (5x10)	4	1.4999084*		1.1944	0.9774	b
64 (5x11)	4	0.8652093		0.9296	0.3427	a
65 (5x12)	4	0.6138594		1.2147	0.0913	a
66 (5x13)	4	0.2967784		1.1164	-0.2257	a
67 (5x14)	4	1.7177257*		1.5545	1.1952	b
68 (5x15)	4	1.0595379		0.6122	0.5370	a
69 (5x16)	4	1.3191283*		0.8771	0.7966	b
70 (5x17)	4	0.8288311		0.9385	0.3063	a
71 (6x7)	4	0.8331735		0.8559	0.3107	a
72 (6x8)	4	0.4944353		0.8897	0.0280	a
73 (6x9)	4	0.8018967		0.5445	0.2794	a
74 (6x10)	4	0.5082153		0.7435	0.1427	a
75 (6x11)	4	0.5966347		0.8457	0.0741	a
76 (6x12)	4	0.5950321		1.3652	0.0725	a
77 (6x13)	4	0.3110320		1.2374	0.2115	a
78 (6x14)	4	0.6735128		0.9799	0.1510	a
79 (6x15)	4	0.1835997		0.6896	-0.3338	c
80 (6x16)	4	0.4666585		0.8606	-0.0558	a

Cuadro 2A. .... continuación

Fuentes de variación	g.l.	Cuadrado medio	F	b <sub>i</sub>	S <sub>d<sub>i</sub></sub>	Clasificación
Trat 81 (6x17)	4	0.2653861		0.8156	-0.2571	a
82 (7x8)	4	0.4674011		1.1247	-0.0550	a
83 (7x9)	4	0.4818355		0.5380	0.0406	a
84 (7x10)	4	0.7070954		0.6979	0.1845	a
85 (7x11)	4	0.5606484		0.8840	0.0882	a
86 (7x12)	4	1.7202427*		1.0795	1.1977	b
87 (7x13)	4	0.8133595		1.1275	0.2908	a
88 (7x14)	4	1.6509501*		0.9675	1.1284	b
89 (7x15)	4	1.2669326*		0.8800	0.7444	b
90 (7x16)	4	1.1856533		0.8690	0.6631	a
91 (7x17)	4	0.8829070		0.7748	0.3604	a
92 (8x9)	4	0.2656293		0.8010	-0.2563	a
93 (8x10)	4	0.3512909		0.7084	0.4978	a
94 (8x11)	4	1.0203526		0.7084	0.4978	a
95 (8x12)	4	0.2370480		1.0395	-0.2854	a
96 (8x13)	4	1.3062932*		1.0588	0.7828	b
97 (8x14)	4	0.4778565		1.1942	0.0446	a
98 (8x15)	4	0.2684540		1.0236	-0.2540	a
99 (8x16)	4	2.961651**		0.9392	2.4392	b
100 (8x17)	4	0.4512097		1.0224	-0.0712	a
101 (9x10)	4	0.4367573		0.7746	-0.0857	a
102 (9x11)	4	0.3605257		0.5911	-0.1619	c
103 (9x12)	4	0.1129547		0.7328	0.4099	c
104 (9x13)	4	0.0463423		1.0799	-0.4751	a
105 (9x14)	4	1.1805741		0.9900	0.6580	a
106 (9x15)	4	1.2216502		0.9688	0.6991	a
107 (9x16)	4	0.5864653		0.6091	0.0639	a
108 (9x17)	4	0.8450302		0.7063	0.3225	a
109 (10x11)	4	0.8396811		0.8781	0.3171	a
110 (10x12)	4	0.1969111		0.9981	0.3255	a

Cuadro 2A. .... continuación

Fuentes de variación	g.l.	Cuadrado medio	F	b <sub>i</sub>	S <sub>d</sub> i	Clasificación
Trat 111 (10x13)	4	0.8650361		0.8306	0.3425	a
112 (10x14)	4	0.2232081		0.7740	0.2993	a
113 (10x15)	4	0.4259756		0.9703	-0.0955	a
114 (10x16)	4	1.0069430		0.7458	0.4344	a
115 (10x17)	4	0.6582092		1.0121	0.1257	a
116 (11x12)	4	0.6726205		1.1436	0.0501	a
117 (11x13)	4	0.5292243		1.0940	0.0867	a
118 (11x14)	4	0.9781236		1.3742	0.4556	a
119 (11x15)	4	0.1481447		0.7045	-0.3743	C
120 (11x16)	4	0.5913028		0.7915	0.0588	a
121 (11x17)	4	0.6066729		0.9215	0.0842	a
122 (12x13)	4	0.2332186		1.2105	-0.2893	a
123 (12x14)	4	0.2750367		1.3188	-0.2474	e
124 (12x15)	4	0.0885448		1.0560	-0.4339	a
125 (12x16)	4	0.5702979		0.7874	0.0478	a
126 (12x17)	4	0.9130250		1.1329	0.3905	a
127 (13x14)	4	0.6679190		1.3882	0.1454	a
128 (13x15)	4	0.4829410		1.3318	-0.3955	a
129 (13x16)	4	0.6229922		0.9486	0.1005	a
130 (13x17)	4	0.5935607		1.2148	0.0710	a
131 (14x15)	4	0.9096085		0.9674	0.3871	a
132 (14x16)	4	1.3521235*		1.1967	0.3871	b
133 (14x17)	4	0.6238660		1.0806	0.1014	a
134 (15x16)	4	0.8244449		0.5891	0.3019	a
135 (15x17)	4	0.3512700		0.6841	-0.1712	C
136 (16x17)	4	0.1130960		0.7029	-0.4093	C
137 (T )	4	1.7608432**		1.2068	1.2233	b
138 (T )	4	0.5776473		1.3762	0.0551	a
139 (T )	4	0.7150488		1.0654	1.1925	a
140 (T )	4	1.0855047		1.3431	0.5630	a

Cuadro 2A. .... continuación

Fuentes de variación	g.l.	Cuadrado medio	F	$b_i$	S <sub>di</sub>	Clasificación
Trat 141 (T )	4	0.3160166		0.8640	-0.2064	a
142 (T )	4	0.2688475		1.2796	-0.2536	e
143 (T )	4	0.3117038		0.9225	-0.2108	a
144 (T )	4	1.0959341		0.6561	0.5734	a
Error Ponderado	858	0.5224936				

✓ Carballo (1970)