

29  
2 y



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN**

**ADAPTABILIDAD Y ESTABILIDAD DE 64 GENOTIPOS DE  
MAIZ CRIOLLOS EN LA MESETA TARASCA, MICH.**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO AGRICOLA**

P R E S E N T A .

**ELEUTERIO TAVERA DURAN**

Director de Tesis:

**M. C. Humberto L. Vallejo Delgado**

**CUAUTITLAN IZCALLI. EDO. DE MEX.**

**1984**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## CONTENIDO

	PAG.
LISTA DE CUADRO Y FIGURAS	viii
RESUMEN	xii
I. INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	2
HIPOTESIS	2
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Variabilidad del Maíz en México	3
2.2. Ambiente	4
2.3. Adaptación y adaptabilidad	6
2.4. Evaluación de la adaptabilidad	9
2.5. Interacción genotipo-ambiente	11
2.6. Estimación de los parámetros genéticos	13
III. MATERIALES Y METODOS	18
3.1. Descripción del área	18
3.2. Ambientes de prueba	20
3.2.1. Características climáticas	21
3.2.1.1. Clima	21
3.2.1.2. Precipitación	21
3.2.1.3. Temperatura	21
3.2.2. Suelos	22
3.3. Material experimental	22
3.4. Diseño experimental	25
3.5. Manejo del Cultivo	25
3.5.1. Preparación del terreno	25
3.5.2. Siembra y fertilización	25
3.5.3. Labores culturales	26
3.5.4. Cosecha	26
3.6. Variables estudiadas	27
3.6.1. Toma de datos	29
3.7. Análisis estadístico	29
3.7.1. Análisis de covarianza por variable rendimiento	29

	PAG.
3.7.2. Prueba de medias	30
3.7.3. Parámetros de estabilidad	31
3.7.3.1. Modelo estadístico	31
3.7.3.2. Pruebas de hipótesis	33
IV. RESULTADOS	37
4.1. Comportamiento agronómico	37
4.2. Análisis estadístico	38
4.2.1. Análisis de covarianza	38
4.2.2. Separación de medias	39
4.2.3. Parámetros de estabilidad	40
4.2.3.1. Análisis de varianza	40
4.2.3.2. Rendimiento medio y parámetros de estabilidad	40
V. DISCUSION	49
VI. CONCLUSIONES	54
VII. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	56
VIII. APENDICE	60

## LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

	PAG.
CUADRO 1. UBICACION DE ONCE LOCALIDADES DE LA MESETA TARASCA DONDE SE LLEVO A CABO LA INVESTIGACION DURANTE EL VERANO DE 1981.	20
CUADRO 2. ALTURA, PRECIPITACION Y TEMPERATURA DE LOS AMBIENTES CONSIDERADOS EN LA EVALUACION DE 64 GENOTIPOS DE MAICES CRIOLLOS, PROBADOS DURANTE EL CICLO P-V 81/81, BAJO HUMEDAD RESIDUAL EN LA MESETA TARASCA, MICH.	21
CUADRO 3. RELACION DE MATERIALES CRIOLLOS COLECTADOS EN 27 COMUNIDADES DE LA MESETA TARASCA Y EVALUADOS EN ONCE LOCALIDADES CONTRASTANTES ENTRE SI, BAJO HUMEDAD RESIDUAL, DURANTE EL VERANO DE 1981.	23
CUADRO 4. ANALISIS DE VARIANZA PARA ESTIMAR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE EBERHART Y RUSSELL, 1966.	34
CUADRO 5. SITUACIONES POSIBLES QUE PUEDEN PRESENTAR LOS GENOTIPOS SEGUN SUS VALORES DE LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD, CARBALLO Y MARQUEZ, 1970.	36
CUADRO 6. ANALISIS DE VARIANZA PARA ESTIMAR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE 64 GENOTIPOS DE MAIZ CRIOLLO EVALUADOS EN ONCE LOCALIDADES DE LA MESETA TARASCA, DURANTE EL VERANO DE 1981.	41
CUADRO 7. RENDIMIENTO MEDIO Y PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE 64 GENOTIPOS DE MAIZ CRIOLLO EVALUADOS EN ONCE AMBIENTES DE LA MESETA TARASCA DURANTE EL VERANO DE 1981.	42
CUADRO A1. COMPORTAMIENTO AGRONOMICO MEDIO DE 64 CRIOLLOS DE MAIZ, EVALUADOS EN HUMEDAD RESIDUAL EN ONCE AMBIENTES DE LA MESETA TARASCA, DURANTE EL CICLO PRIMAVERA-VERANO DE 1981.	61

- CUADRO A2. RENDIMIENTOS MEDIOS SIN AJUSTAR DE 64 CRIOLLOS DE MAIZ, EVALUADOS EN ONCE AMBIENTES DISPERSOS EN LA MESETA TARASCA BAJO HUMEDAD RESIDUAL, DURANTE EL VERANO DE 1981. 63
- CUADRO A3. RENDIMIENTOS MEDIOS AJUSTADOS POR COVARIANZA DE 64 CRIOLLOS DE MAIZ, EVALUADOS EN ONCE AMBIENTES DE LA MESETA TARASCA DURANTE EL CICLO P-V DE 1981. 64
- CUADRO A4. SEPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO EN BASE A LA PRUEBA DE DUNCAN, DE 25 CRIOLLOS DE MAIZ DE UN TOTAL DE 64 MATERIALES EVALUADOS EN LA MOJONERA, MPIO. DE NAHUATZEN, MICH., BAJO HUMEDAD RESIDUAL DURANTE EL CICLO P-V DE 1981. 65
- CUADRO A5. SEPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO EN BASE A LA PRUEBA DE DUNCAN, DE 25 CRIOLLOS DE MAIZ DE UN TOTAL DE 64 MATERIALES EVALUADOS EN SAN GREGORIO, MPIO. DE VILLA ESCALANTE, MICH., BAJO HUMEDAD RESIDUAL DURANTE EL CICLO P-V DE 1981. 66
- CUADRO A6. SEPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO EN BASE A LA PRUEBA DE DUNCAN, DE 25 CRIOLLOS DE MAIZ DE UN TOTAL DE 64 MATERIALES EVALUADOS EN SAN LORENZO, MPIO. DE URUAPAN, MICH., BAJO HUMEDAD RESIDUAL DURANTE EL CICLO P-V DE 1981. 67
- CUADRO A7. SEPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO EN BASE A LA PRUEBA DE DUNCAN, DE 25 CRIOLLOS DE MAIZ DE UN TOTAL DE 64 MATERIALES EVALUADOS EN SAN JUAN TUMBIO, MPIO. DE PATZCUARO, MICH., BAJO HUMEDAD RESIDUAL DURANTE EL CICLO P-V. DE 1981. 68
- CUADRO A8. SEPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO EN BASE A LA PRUEBA DE DUNCAN, DE 25 CRIOLLOS DE MAIZ DE UN TOTAL DE 64 MATERIALES EVALUADOS EN ARANZA, MPIO. DE PARACHO, MICH., BAJO HUMEDAD RESIDUAL, DURANTE EL CICLO P-V. DE 1981. 69
- CUADRO A9. SEPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO, EN BASE A LA PRUEBA DE DUNCAN, DE 25 CRIOLLOS DE MAIZ DE UN TOTAL DE 64 MATERIALES EVALUADOS EN ZACAN, MPIO. DE LOS REYES, MICH., BAJO HUMEDAD RESIDUAL DURANTE EL CICLO P-V DE 1981. 70

- CUADRO A10. SEPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO, EN BASE A LA PRUEBA DE DUNCAN, DE 25 CRIOLLOS DE MAIZ DE UN TOTAL DE 64 MATERIALES EVALUADOS EN PATAMBAN, MPIO. DE TANGANCICUARO, MICH., BAJO HUMEDAD RESIDUAL DURANTE EL CICLO P-V DE 1981. 71
- CUADRO A11. SEPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO, EN BASE A LA PRUEBA DE DUNCAN, DE 25 CRIOLLOS DE MAIZ DE UN TOTAL DE 64 MATERIALES EVALUADOS EN LA PALIZADA, MPIO. DE VILLA MADERO, MICH., BAJO HUMEDAD RESIDUAL, DURANTE EL CICLO P-V DE 1981. 72
- CUADRO A12. SEPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO EN BASE A LA PRUEBA DE DUNCAN, DE 25 CRIOLLOS DE MAIZ DE UN TOTAL DE 64 MATERIALES EVALUADOS EN EL ARENAL, MPIO. DE ARIO DE ROSALES, MICH., BAJO HUMEDAD RESIDUAL, DURANTE EL CICLO P-V DE 1981. 73
- CUADRO A13. SEPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO EN BASE A LA PRUEBA DE DUNCAN, DE 25 CRIOLLOS DE MAIZ DE UN TOTAL DE 64 MATERIALES EVALUADOS EN ARANTEPACUA, MPIO. DE NAHUATZEN, MICH., BAJO HUMEDAD RESIDUAL DURANTE EL CICLO P-V DE 1981. 74
- CUADRO A14. SEPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO EN BASE A LA PRUEBA DE DUNCAN, DE 25 CRIOLLOS DE MAIZ DE UN TOTAL DE 64 MATERIALES EVALUADOS EN SAN FELIPE, MPIO. DE CHARAPAN, MICH., BAJO HUMEDAD RESIDUAL, DURANTE EL CICLO P-V DE 1981. 75
- Figura 1. Localización geográfica de la Meseta Tarasca y área de influencia del Campo Agrícola Experimental de la Sierra Tarasca. 19
- Figura 2. Predicción del rendimiento de dos criollos de maíz con mejor respuesta a ambientes favorables, probados en once ambientes de la Meseta Tarasca, Mich., durante el ciclo agrícola P-V de 1981. 46

Figura 3. Predicción del rendimiento de cuatro criollos de maíz con mejor respuesta a ambientes desfavorables, probados en once ambientes de la Meseta Tarasca, Mich., durante el ciclo agrícola P-V de 1981.

47

Figura 4. Predicción del rendimiento de seis criollos de maíz estables con promedio de rendimiento elevado, probados en once ambientes de la Meseta Tarasca, Mich., durante el ciclo agrícola P-V de 1981.

48

## R E S U M E N

A pesar de su identidad cultural con la agricultura nacional, el cultivo de maíz para su explotación comercial, presenta limitaciones tecnológicas y socioeconómicas que redundan en bajos rendimientos. Estas limitaciones presentan diferente gradiente, de acuerdo a la región de que se trate; así para la Meseta Tarasca uno de los factores restrictivos de rendimiento es la falta de material genético mejorado con características agronómicas de alta productividad lo cual se pretende superar.

Por ello, a inicios de 1981 se efectuó una serie de colectas de criollos de maíz en 27 comunidades dispersas en la Meseta de las cuales se obtuvieron 64 genotipos, mismos que se evaluaron por su rendimiento y adaptabilidad en 11 localidades contrastantes entre sí, durante el verano del mismo año bajo condiciones de humedad residual en terrenos de año y vez.

El diseño experimental fué látice simple 8 x 8 duplicado; cada parcela constó de 2 surcos de 5.0 m de largo y 0.80 m de separación entre ellos, cada surco se compuso de 22 plantas con distancias entre matas de 0.50 m. En la preparación del terreno se barbechó, cruzó y rastreó. La siembra se llevó a cabo en fechas comprendidas desde finales de marzo hasta finales de abril y se realizó con tracción animal.

El tratamiento de fertilización utilizado fue el 90-80-00; en la siembra, se aplicó la tercera parte del nitrógeno con todo el fósforo más 50 kg/ha de heptacloro al 2.5% mezclado con el fertilizante para el control de plagas del suelo; en la segunda escarda se aplicó el nitrógeno restante.

Al aplicar el análisis de covarianza a los distintos materiales de prueba, las variedades Charapan-1, San Lorenzo-1, San Felipe-3, Corupo-2 y Capacuaro-1 fueron los criollos más sobresalientes ya que mostraron rendimiento medio de 2 375, 2 369, 2 354, 2 275 y 2 239 kg/ha respectivamente.

Al utilizar los parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell (1966), se observó que las variedades Palizada-1 (62) y Villa Madero-1 (8) mostraron rendimientos consistentes ( $S^2_{di} = 0$ ) de 2 220 y 2 096 kg/ha respectivamente sólo que éstos se obtuvieron en ambientes ventajosos ( $b_i > 1.0$ ); mientras que, Mojonera-2 (22) con 1 683 y Nahuatzen-6 (35) con 1 503 kg/ha presentaron mejor adaptabilidad en ambientes desventajosos ( $b_i < 1.0$ ) y consistencia en sus rendimientos.

Los genotipos con estabilidad del rendimiento, y media elevada son: Charapan-1 (44), Corupo-2 (15), Charapan-3 (46), y Charapan-2 (45), con 2 375, 2 275, 2 174 y 2 135 kg/ha en ese orden, siendo por lo tanto, los materiales seleccionados para la implementación del programa de mejoramiento genético de la Meseta Tarasca.

## I. INTRODUCCION

Uno de los principales objetivos del mejoramiento genético de maíz es aumentar el promedio de rendimiento por unidad de superficie; sin embargo, la amplia variabilidad de climas y zonas ecológicas existentes en México dificultan lo anterior, ya que las condiciones y características del ambiente actúan como fuertes limitantes en la respuesta que presentan los genotipos al ser evaluados en ellos.

Las poblaciones de maíz de la Meseta Tarasca presentan gran adaptación a las localidades de su procedencia y una amplia variabilidad genética; no obstante, se pueden observar algunas características en común como son: planta de porte alto, ciclo entre 260 y 280 días, área foliar abundante y susceptibilidad al acame.

La adaptación de los materiales es el resultado de cambios evolutivos propiciados por la existencia de microclimas variados con que cuenta la Meseta Tarasca y los cuales están caracterizados principalmente por la alta humedad relativa, nubosidad abundante durante el verano, topografía accidentada, suelos de ando y además las transiciones al trópico seco, el Bajío y Valles Altos.

Las siembras de maíz en la región se realizan bajo el sistema de producción de año y vez, en condiciones de humedad

residual con promedio de rendimiento de 1,500 kg/ha de acuerdo al manejo tradicional del agricultor, para esto se disponen de 120,000 hectáreas, las cuales están distribuidas en valles cerrados con alturas que oscilan entre los 2,000 y 2,700 msnm y otra parte se localiza en lomeríos con alturas hasta de 2,800 msnm.

#### OBJETIVOS

1. Determinar el potencial de rendimiento y adaptabilidad de los materiales criollos regionales.
2. Seleccionar las mejores variedades criollas de acuerdo a la menor interacción genotipo-ambiente y media de rendimiento elevado.
3. Obtener las bases para la implementación y desarrollo del programa de mejoramiento genético con los maíces de la región.

#### HIPOTESIS

Existen en la Meseta Tarasca maíces criollos con alto potencial de rendimiento y buena adaptabilidad a ambientes diversos entre los cuales se podrán seleccionar los más sobresalientes.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Variabilidad del maíz en México

Con el propósito de formar un banco de germoplasma como fuente de variabilidad genética de maíz, en 1943 se inició una colecta sistemática de germoplasma en todo el país y el estudio del material colectado hizo posible que Wellhausen et al (1951) clasificaran las 2 000 variedades obtenidas en 25 razas de maíz y éstas a su vez se subdividieron en subrazas y algunos grupos no bien definidos.

Para llevar a cabo esta clasificación los autores recurrieron a características morfológicas principalmente, citológicas, genéticas, distribución geográfica, reliquias arqueológicas, etc; así, del análisis de lo expuesto, se llegó a la conclusión de que en las poblaciones de maíz colectados en México, existe suficiente variabilidad genética la cual puede ser aprovechada en los programas de mejoramiento genético.

A raíz de lo anterior, se llevó a cabo una serie de colectas en varios países centroamericanos, Wellhausen et al, 1952; en Cuba, Hatway, 1957; en Venezuela, Grant et al, 1963; en México, Hernández y Alaníz, 1970; entre otros.

Hernández y Alaníz (1970), ante la necesidad de aumentar las fuentes de germoplasma para los trabajos de mejoramiento y al considerar que en la Sierra Madre Occidental y

Noroeste de México existían varias zonas en donde no se había colectado material, decidieron llevar a cabo dicha colecta de la cual se obtuvieron 570 muestras de las que, mediante su estudio biosistemático, se identificaron cinco razas nuevas de maíz: Tablilla de Ocho, Bofo, Gordo, Azul y Apachito.

Cervantes (1976), mediante los efectos de aptitud combinatoria específica, indica que las razas comparten probablemente genes ancestrales comunes de manera que el origen de éstas no necesariamente puede ser la hibridación de dos razas como lo menciona Wellhausen y colaboradores, sino que lo más probable es que provengan de un complejo de variabilidad muchas veces difíciles de explicar; asimismo, con los efectos de interacción genotipo-ambiente postula la existencia de complejos de genes que actúan para adaptación sugiriendo que, parte de ellos, tienen origen ancestral común.

## 2.2. Ambiente

Ortega (1978) menciona que existe diversidad ambiental o condiciones contrastantes de un ciclo a otro y que las evaluaciones deben realizarse en un gran número de localidades procurando que existan fuertes condiciones contrastantes entre ellas y a la vez no caer en la repetitividad de las mismas por lo que debe considerarse una estratificación ambien-

tal entre condiciones óptimas, media y limitantes de la región bajo estudio.

Allard y Bradshaw (1964) clasifican las variaciones del ambiente en predecibles e impredecibles; las predecibles son todos los caracteres permanentes del ambiente como son el tipo de clima y suelo, las características generales del clima que fluctúan de una manera sistemática como lo es la longitud del día, los aspectos determinados por el hombre dentro de los cuales podemos mencionar las fechas de siembra, población de plantas, métodos de cultivo etc; en tanto que las impredecibles son todas aquellas fluctuaciones en función del tiempo como la cantidad y distribución de las lluvias, las temperaturas, etc, por lo cual manifiestan que el mejor indicador de la variación ambiental es el propio cultivo.

Estos mismos autores señalan que una variedad buena amortiguadora, es aquella que tiene la capacidad de ajustar su respuesta fenotípica a las fluctuaciones transitorias del ambiente por lo que mencionan dos mecanismos a través de los cuales una variedad puede producir estabilidad en su rendimiento:

- a) Amortiguamiento individual. Cada individuo de la población presenta buena adaptación a un rango de ambientes de tal forma que éstos, por si mismos, pueden ser buenos amortiguadores.

- b) Amortiguamiento poblacional. Una variedad puede estar compuesta por genotipos distintos en donde cada uno de ellos está adaptado a un rango de ambientes diferentes y precisamente el amortiguamiento poblacional surge de la interacción de su coexistencia.

### 2.3. Adaptación y adaptabilidad

Allard (1967) define como adaptabilidad al proceso por medio del cual los individuos, poblaciones o especies cambian de forma o función al cambiar de ambientes, de tal forma que sobreviven mejor bajo determinadas condiciones ambientales.

Goldsworthy (1974) indicó que la temperatura y precipitación son los factores de mayor impacto en el comportamiento de los genotipos de maíz; además, define como variedad adaptada a aquella que es capaz de completar su ciclo desde la germinación hasta el llenado de grano con buena producción de éste.

Matsuo (citado por Oyervides et al, 1981) señaló que la adaptabilidad es la capacidad de un organismo para sobrevivir y reproducirse en ambientes fluctuantes. También indica que la adaptabilidad es una habilidad genética de las variedades cultivadas para producir un rendimiento elevado y estable en ambientes distintos y que dicho carácter ha sido adquirido a través del proceso evolutivo.

Livera y Carballo (1977) indican que las bajas temperaturas que ocurren en los Valles Altos de México, generalmente afectan en un mayor ciclo vegetativo al cultivo de sorgo e impiden la formación de grano puesto que inducen la esterilidad en la antesis y/o la polinización.

Los mismos autores obtuvieron las variedades Nyundo y Ma bere tolerantes a bajas temperaturas; no obstante, manifiestan que los genotipos considerados como tolerantes al frío producen grano a altitudes menores de 2350 msnm y que a una altura mayor presentan esterilidad en grado variable y con expresiones distintas.

Oyervides et al (1981), en su investigación sobre el comportamiento de once variedades tropicales de maíz y sus posibles cruza, demostró la hipótesis de que las dos principales componentes de adaptabilidad en maíz: la productividad y la estabilidad, son caracteres independientes uno del otro y que, consecuentemente, están controlados por genes distintos; de esto infiere que el valor relativo de adaptabilidad de cada variedad está determinado por la combinación de ambos caracteres y que mediante éstos puede ser factible desarrollar materiales mejorados.

Mediante el modelo propuesto por Eberhart y Russell (1966), Livera detectó en 1979, que las "variedades experimentales" de sorgo presentan una adaptabilidad más amplia que los híbridos

comerciales actuales ya que las variedades producen grano en ambientes con problemas de bajas temperaturas mientras que los híbridos son improductivos o de baja productividad en estos ambientes; así, encontró que el genotipo tolerante más sobresaliente fue la variedad experimental SVA<sub>2</sub>; no obstante, estos materiales no han recuperado del todo el nivel de tolerancia al frío de los progenitores donadores de este carácter (Nyundo, Mabere y Magune), así como tampoco la precocidad del progenitor más sobresaliente (38 day Milo).

Ante lo expuesto, el mismo autor menciona que dichos caracteres deben conjuntarse en los genotipos tolerantes para lo cual define como tolerancia al frío la producción de polen fértil cuando inciden temperaturas hasta de 8°C, durante la microsporogénesis; al respecto, propone un método para el cálculo de los requerimientos mínimos de unidades calor:

$$UC = \sum_{i=1}^n \left( \frac{T \text{ máx} + T \text{ mín}}{2} \right) - 8^{\circ}\text{C}; \text{ si } T \text{ mín} < 8^{\circ}\text{C} \text{ entonces } T \text{ mín} = 8^{\circ}\text{C}$$

donde:

- UC = Unidades calor acumuladas
- T máx = Temperatura máxima diaria
- T mín = Temperatura mínima diaria
- n = Número de días hasta donde se alcanza la etapa fenológica para la cual se calcula la acumulación de unidades calor

así al aplicar lo anterior encontró que la variedad SVA<sub>2</sub> requiere 1 235 UC como requerimiento mínimo acumulado para alcanzar la madurez fisiológica que amplíe el margen de seguridad en su recomendación.

Con el objeto de incrementar los rendimientos a corto plazo y considerando que la región centro de Chiapas es gran productora de maíz y además campo virgen para el fitomejorador, Coutiño en 1980 introdujo genotipos mejorados en distintos ambientes de prueba y al aplicar los parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell (1966) encontró inconsistencia en el rendimiento de los materiales; observó además, que los criollos utilizados como testigos mostraron buena adaptación con buenos rendimientos por lo que el autor vé la necesidad de evaluar un número grande de colectas regionales de diversas áreas con el fin de seleccionar las más sobresalientes y formar a partir de éstas, variedades mejoradas para la región.

#### 2.4. Evaluación de la adaptabilidad

Finlay y Wilkinson (mencionados por Arroyo, 1983) estudiaron la adaptabilidad de 277 variedades de cebada seleccionadas de una colección mundial; para esto utilizaron los rendimientos de grano de tres localidades y varios ciclos en el sur de Australia. Para cada variedad calcularon la regresión

lineal de su rendimiento sobre el rendimiento promedio de todas las variedades en cada ambiente. En estos cálculos, los rendimientos básicos los midieron en una escala logarítmica considerando que la media de rendimiento de todas las variedades por cada localidad y ciclo da un grado cuantitativo de los ambientes.

Estos autores indican que la adaptabilidad de una variedad se define en función del rendimiento medio y el coeficiente de regresión ( $b$ ); un  $b=1$  indica estabilidad promedio y si este coeficiente se asocia con altos rendimientos se dice que la variedad está adaptada a diversos ambientes de prueba, pero cuando ésta se asocia con bajo rendimiento, la variedad resulta pobremente adaptada a todos los ambientes. Las variedades con  $b > 1$  están específicamente adaptadas a buenos ambientes de donde generalmente se esperan altos rendimientos, y aquellas con  $b < 1$  revelan genotipos con mayor resistencia a los cambios ambientales, es decir que se adaptan a ambientes desfavorables.

Eberhart y Russell (1966) mencionan que la interacción genotipo-ambiente se presenta en cualquier material genético y que para reducirla se han estratificado los ambientes por diferencias macroambientales pero de ésto se ha obtenido un mínimo avance por lo que sugieren se seleccionen genotipos que presenten estabilidad ( $b_i = 1.0$  y  $S^2_{di} = 0$ ) ante lo cual

proponen un modelo similar al desarrollo por Finlay y Wilkinson, sólo que para su desarrollo utilizaron rendimientos reales en lugar de logarítmicos; este modelo define los parámetros de estabilidad que pueden ser utilizados para describir el comportamiento de una variedad en ambientes distintos.

## 2.5 Interacción genotipo-ambiente

Márquez (1974) define la interacción genético-ambiental como la diferente expresión fenotípica que exhiben los genotipos cuando se les somete a ambientes distintos; menciona que una región mientras más homogénea sea en espacio las probabilidades de tener interacción serán menores, por ello dice que el problema de interacción de los genotipos con el ambiente se evitaría al hacer selección y evaluación en cada uno de los lugares en que se siembre el cultivo del caso.

El mismo autor apunta que el modelo estadístico más práctico para estimar los efectos de esta interacción ha sido el propuesto por Eberhart y Russell (1966) a través de sus parámetros de estabilidad. La mayoría de los trabajos en los que se ha utilizado este modelo, coinciden en que los parámetros de estabilidad son la metodología más adecuada para la discriminación de genotipos en función de su adaptabilidad.

Honer y Frey (citados por Márquez, 1974), partiendo de la premisa de que la interacción es un fenómeno universal, propusieron la subdivisión de región agrícola general en subregiones más homogéneas y los resultados fueron una reducción directamente proporcional de la interacción conforme aumentaba el número de subregiones. Márquez dice que, además de lo expuesto por los autores mencionados, se deben considerar otros factores como lo son las facilidades disponibles y el tipo de planta en la localización de los sitios en que se debe llevar a cabo el proceso de selección y evaluación del material genético de que se trate.

Arboleda (1973) al utilizar tres subpoblaciones de una variedad de maíz, seleccionadas masalmente por prolificidad y rendimiento en tres ambientes distintos: selección en condiciones lluviosas, secas, y lluviosas-secas, encontró que una selección por prolificidad es más exitosa cuando se hace bajo condiciones ambientales adversas por lo cual subraya que los materiales seleccionados bajo estas condiciones pueden dar buenos resultados en mejores ambientes y por el contrario, la selección por prolificidad bajo buenas condiciones puede no expresarse exitoso cuando el material es probado en condiciones adversas.

Betanzos (1970) encontró que la variedad ♀ H-220 X Zac 58 fué la que presentó mejor respuesta de un grupo de 6 variedades probadas bajo condiciones de temporal en climas semiáridos;

esta variedad, además de ser una de las más rendidoras, presenta una baja interacción con el medio ambiente, por lo cual se considera la más favorable para utilizarse como fuente de germoplasma en la obtención de variedades mejoradas para ambientes desventajosos.

## 2.6. Estimación de los parámetros genéticos

Carballo (1970) utilizó el modelo definido por Eberhart y Russell (1966) en la discriminación de variedades de maíz de El Bajío y la Mesa Central; para esto fué menester clasificarlas bajo 6 situaciones posibles (Cuadro 5) resultado de los valores obtenidos en los parámetros de estabilidad  $b_i$  y  $S^2_{di}$ , ante ésto define como variedad estable, aquella cuyos parámetros tengan valores de 1.0 y 0.0 respectivamente y para que la misma se considere como variedad deseable será menester que su rendimiento promedio sea elevado.

Al respecto el mismo autor considera restringido el término de "variedad deseable" ya que se identificaron variedades para la situación  $b_i = 1.0$  y  $S^2_{di} = 0$  con rendimientos elevados pero no así para las otras 5 situaciones, por lo que manifiesta que el concepto de variedad deseable, debiera definirlo el mejorador en función de las características ambientales predecibles e impredecibles de la región bajo estudio.

Con la técnica de los parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell (1966) en la evaluación de 6 genotipos de maíz para áreas temporaleras del Valle de Puebla, Mejía A. (1971) observó que los genotipos que presentan estabilidad ( $b_i=1.0$  y  $S^2_{di}=0$ ) como lo es el mestizo H-28 X 292 se asocian con rendimientos intermedios y aquellos que fueron inestables se asociaron con bajos y altos rendimientos como el H-28 X 309; así, en base a los altos rendimientos y a que la inestabilidad de H-28 X 309 no es lo suficientemente grande como para esperar rendimientos inferiores al H-28 X 292 se decide seleccionar como genotipo más deseable para el área muestreada al H-28 X 309.

Al aplicar los parámetros de estabilidad a variedades de algodón probadas en suelos con problemas de Verticillium dahliae (k) de la Comarca Lagunera y de acuerdo al rendimiento medio obtenido, Palomo y Prado (1975) encontraron que las variedades Acala 5701W, Acala 1517V y Deltapine 16, fueron en general las más rendidoras y las que, de acuerdo a la tabla de clasificación propuesta por Carballo en 1970 (Cuadro 5) las dos primeras indican tener un comportamiento mejor en ambientes altamente infestados por el hongo ( $b_i < 1$ ) con rendimientos consistentes ( $S^2_{di}=0$ ) lo que las hace ser las variedades propicias para la siembra en ambientes con problemas de Verticillium dahliae, mientras que Deltapine 16 rinde más en buenos ambientes ( $b_i > 1$ ) con rendimientos inconsistentes ( $S^2_{di} > 0$ ) lo que la limita en su selección.

Al utilizar variedades criollas de maíz, Mejía C. (1976) encontró variabilidad genética entre los materiales evaluados; esta diversidad se vé reflejada por diferencias en rendimiento y estabilidad; así la variedad X-mejenal Amarillo con carácter estable ( $b_i = 1$  y  $S^2_{di} = 0$ ) y Yuc 44 con respuesta a ambientes desfavorables ( $b_i < 1$ ) y consistente ( $S^2_{di} = 0$ ) son materiales con los cuales se pueden iniciar programas de mejoramiento genético del cultivo; además de lo anterior, la introducción de materiales mejorados en el estudio permitió recomendar, a corto plazo, los materiales H-508 E, H-507 y H-503, todos para ambientes favorables y consistentes.

Gómez (1977) aplicó el modelo propuesto por Eberhart y Russell, al rendimiento de grano de 230 sorgos híbridos experimentales probados en 21 ambientes; de ésto observó que un 70% de los materiales presentaron adaptabilidad a los distintos ambientes de prueba y señala que la desviación de regresión ( $S^2_{di}$ ) es el parámetro de estabilidad con mayor importancia en la discriminación de variedades ya que es el que en realidad determina la estabilidad de los materiales.

El mismo autor hace notar que con sólo 12 ambientes y 26 híbridos se obtuvo información confiable para la discriminación de sorgos por estabilidad ya que los valores de  $b_i$  y  $S^2_{di}$  permanecieron estadísticamente iguales para las diferentes combinaciones de ambientes y genotipos totales analizados. Al respecto Eberhart y Russell (1966) consideraron

necesario utilizar un amplio número de variedades y ambientes; sin embargo, no mencionan cual es ese número.

Vallejo (1978), mediante la aplicación del modelo estadístico sugerido por Eberhart y Russell, evaluó 36 genotipos de papa en 9 ambientes, esto es con el fin de determinar la estabilidad del rendimiento de los materiales probados, ante lo cual manifiesta que la metodología utilizada fué efectiva en la discriminación de variedades agrupadas por su adaptabilidad y estabilidad del rendimiento bajo las 6 situaciones posibles descritas por Carballo (1970); así menciona que a partir del concepto de variedad estable ( $b_i = 1.0$ ) y ( $S^2_{di}=0$ ) los clones seleccionados fueron 69-81-787, 69-81-659, 69-81-683 y 69-81-1048 los que además presentaron rendimientos superiores a las 21 ton/ha, por lo que se les considera como clones deseables.

Ibarra (1980) aplicó el modelo propuesto por Eberhart y Russell, a los rendimientos medios de 11 genotipos de maíz evaluados bajo condiciones de temporal en 5 localidades del sur de Tamaulipas; ante esto dice que la línea Llera II 3a. CSM y la variedad Llera II fueron los materiales que reunieron la condición específica de  $b_i = 1.0$  y  $S^2_{di} = 0$  con rendimientos medios elevados; asimismo, indica que los híbridos tropicales H-503 y H-507 aprovechan mejor los ambientes favorables ( $b_i > 1.0$ ) y la línea Braquíticos 2a CSM se comportó mejor bajo condiciones ambientales desfavorables puesto

que su coeficiente de regresión fué menor que la unidad ( $b_i < 1.0$ ).

Arroyo (1983), al aplicar la metodología sugerida por Eberhart y Russell, a 25 genotipos de maíz en los municipios de Arteaga y Lázaro Cárdenas, Mich., bajo los sistemas de siembra de barbecho y espeque, encontró que las variedades H-511, H-510 y H-507 acriollado fueron los materiales que mostraron mejor estabilidad ( $b_i = 1.0$ ) y consistencia ( $S^2_{di}=0$ ) con rendimientos elevados; asimismo señala que los rendimientos obtenidos en el sistema de siembra de barbecho en los distintos ambientes de prueba son superiores a los de espeque o desmonte.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Descripción del área

La formación orográfica conocida como Meseta Tarasca está limitada geográficamente por los paralelos 19° 15' y 19° 51' de latitud norte y los meridianos 101° 19' y 102° 30' de longitud oeste con respecto al meridiano de Greenwich (The Defense Mapping Agency Aerospace Center 7-73. ONC J-24, 1973).

La extensión de la Meseta Tarasca es aproximadamente de 3 500 km<sup>2</sup>, de los cuales alrededor del 34% se siembran con maíz criollo en humedad residual bajo el sistema de producción de año y vez. Figura 1; esta es una región formada por numerosa cantidad de conos volcánicos distribuidos indistintamente en toda el área formando a la vez una sucesión de laderas, colinas someras y pequeños valles planos de ceniza volcánica con solidada y no consolidada la cual absorbe rápidamente la mayor parte de la lluvia lo que implica sea una región con escaso número de corrientes fluviales.

En cuanto a vegetación, se encuentra predominantemente el bosque de pino, asociación de pino-encino y en menor escala el cedro, madroño, capulín, tejocote, durazno, peral y membrillo, entre otros.

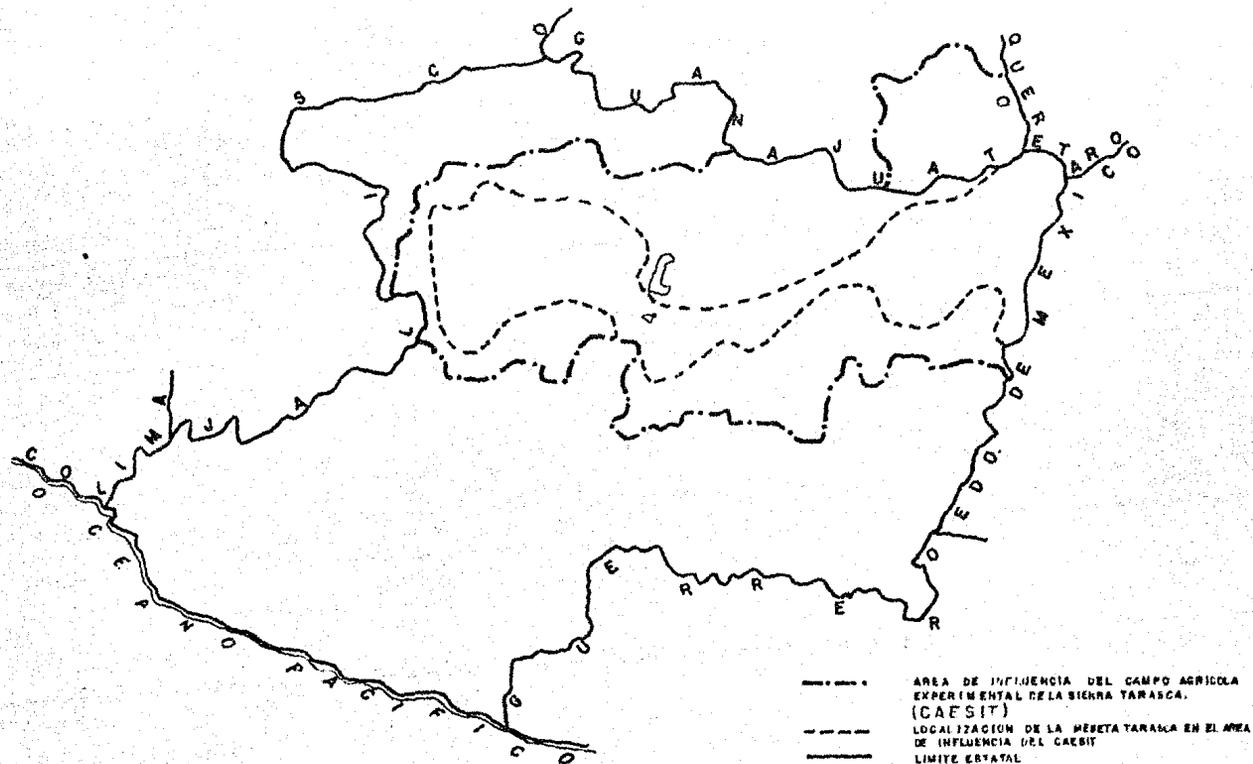


Figura 1. Localización geográfica de la Meseta Tarasca y Area de influencia del Campo Agrícola Experimental de la Sierra Tarasca.

## 3.2. Ambientes de prueba

La evaluación de 64 materiales criollos de maíz, colectados en 27 comunidades dispersas en la Meseta Tarasca, se llevó a cabo en cada una de las localidades citadas en el Cuadro 1, en condiciones de humedad residual durante el ciclo primavera-verano de 1981.

CUADRO 1. UBICACION DE ONCE LOCALIDADES DE LA MESETA TARASCA DONDE SE LLEVO A CABO LA INVESTIGACION DURANTE EL VERANO DE 1981.

LOCALIDAD	MUNICIPIO	LOCALIZACION	
		LATITUD N	LONGITUD W
Mojonera	Nahuatzen	19° 41'	101° 50'
San Gregorio	Villa Escalante	19° 24'	101° 32'
San Lorenzo	Uruapan	19° 31'	102° 07'
San Juan Tumbio	Pátzcuaro	19° 31'	101° 46'
Aranza	Paracho	19° 40'	102° 01'
Zacán	Los Reyes	19° 33'	102° 18'
Patamban	Tangancícuaro	19° 48'	102° 18'
Palizada	Villa Madero	19° 23'	101° 19'
Arenal	Ario de Rosales	19° 16'	101° 37'
Arantepacua	Nahuatzen	19° 35'	101° 58'
San Felipe	Charapan	19° 34'	102° 08'

### 3.2.1. Características climáticas

3.2.1.1. Clima. En el Cuadro 2 se pueden observar, la altura, precipitación y temperatura respectivas de las localidades de prueba las cuales se enmarcan dentro del clima clasificado como C(W<sub>2</sub>) (W) b (i') g (García, 1973).

3.2.1.2. Precipitación. La precipitación pluvial de la Meseta Tarasca se encuentra delimitada principalmente por las isoyetas que varían de 900 hasta los 1 600 mm anuales.

3.2.1.3. Temperatura. La temperatura presenta predominantemente isotermas que oscilan de 10 a los 18°C, pero durante diciembre y enero desciende considerablemente implicando que sean éstos los meses que generalmente presentan heladas.

CUADRO 2. ALTURA, PRECIPITACION Y TEMPERATURA DE LOS AMBIENTES CONSIDERADOS EN LA EVALUACION DE 64 GENOTIPOS DE MAICES CRIOLLOS, PROBADOS DURANTE EL CICLO P-V, 81/81 BAJO HUMEDAD RESIDUAL EN LA MESETA TARASCA, MICH.

LOCALIDAD	ALTURA (msnm)	PRECIPITACION (mm)	TEMPERATURA (°C)
Mojonera	2 640	1 200	13.7
San Gregorio	2 700	1 200	15.1
San Lorenzo	2 200	1 622	14.1
San Juan Tumbio	2 260	1 500	16.4
Aranza	2 400	1 500	13.8
Zacán	2 210	965	15.7
Patamban	2 200	945	16.2
Palizada	2 150	1 315	15.6
Arenal	2 000	1 194	16.7
Arantepacua	2 340	1 400	13.9
San Felipe	2 400	1 265	11.5

### 3.2.2. Suelos

Los suelos de la Meseta Tarasca son de origen volcánico (andosoles) y se caracterizan por la presencia de alófono, compuesto que determina un pH ácido y una alta capacidad de fijación de fósforo. Estos suelos presentan una alta permeabilidad debido a que sus texturas son medianas con tendencia hacia las gruesas. Su coloración va de café a oscuro, con dominio del oscuro, debido a su origen geológico y al alto contenido de materia orgánica, lo cual origina que presenten una gran capacidad de intercambio catiónico reflejando una alta fertilidad natural, con excepción del fósforo que los limita para su explotación agrícola.

Además del suelo característico de la región, andosoles, se tienen también los suelos de turba en las ciénegas de Zacapu y Pátzcuaro, los vertisoles en el área de transición al Bajío y los andosoles y luvisoles en la zona de transición al trópico seco.

### 3.3. Material experimental

El material utilizado está constituido por 64 colectas de maíz criollo (Cuadro 3) obtenidos a inicios de 1981 en 27 comunidades dispersas en la meseta y los cuales fueron probados en humedad residual en el mismo año. Durante las colectas se

evitó la repetición de muestras, para lo cual se tomó una serie de características agronómicas de la planta y mazorca así como información directa por parte del agricultor que proporcionó el material.

CUADRO 3. RELACION DE MATERIALES CRIOLLOS COLECTADOS EN 27 COMUNICADAS DE LA MESETA TARASCA Y EVALUADOS EN ONCE LOCALIDADES CONTRASTANTES ENTRE SI, BAJO HUMEDAD RESIDUAL, DURANTE EL VERANO DE 1981.

CRIOLLO Nº	GENOTIPO	ORIGEN
1	Opopeo-1	Aperlado de Opopeo 1980
2	Opopeo-2	Magañaneño Opopeo 1980
3	Opopeo-3	Amarillo Opopeo 1980
4	Opopeo-4	Blanco Opopeo 1980
5	Congatzio-1	Amarillo Congatzio 1980
6	Congatzio-2	Blanco Congatzio 1980
7	Arenal-1	Amarillo Arenal 1980
8	Villa Madero-1	Blanco de Villa Madero 1980
9	Villa Madero-2	Pinto V. Madero 1980
10	Arenal-2	Blanco Arenal 1980
11	Villa Madero-3	Amarillo V. Madero 1980
12	San Lorenzo-1	Blanco San Lorenzo 1980
13	San Lorenzo-2	Blanco San Lorenzo 1980
14	Corupo-1	Amarillo Corupo 1980
15	Corupo-2	Blanco Corupo 1980
16	San Felipe-1	Blanco San Felipe 1980
17	San Felipe-2	Amarillo San Felipe 1980
18	San Felipe-3	Blanco San Felipe 1980
19	San Isidro-1	Blanco San Isidro 1980
20	Pichátaro-1	Blanco Pichátaro 1980
21	Mojonera-1	Amarillo Mojonera 1980
22	Mojonera-2	Blanco Mojonera 1980
23	San Isidro-2	Amarillo San Isidro 1980
24	Sevina-1	Blanco Sevina 1980
25	El Pino-1	Blanco El Pino 1980
26	Sevina-2	Amarillo Sevina 1980
27	Sevina-3	Blanco Sevina 1980
28	Sevina-4	Blanco Sevina 1980
29	Nahuatzen-1	Blanco Nahuatzen 1980
30	Nahuatzen-2	Blanco Nahuatzen 1980

Continúa ....

..... Continúa Cuadro 3.

CRIOLLO Nº	GENOTIPO	ORIGEN
31	Nahuatzen-3	Blanco Nahuatzen 1980
32	Nahuatzen-4	Amarillo Nahuatzen 1980
33	Nahuatzen-5	Blanco Nahuatzen 1980
34	San Juan Tumbio-1	Blanco San Juan Tumbio 1980
35	Nahuatzen-6	Blanco Nahuatzen 1980
36	Cherán-1	Blanco Cherán 1980
37	Cherán-2	Blanco Cherán 1980
38	Cherán-3	Blanco Cherán 1980
39	Cherán-4	Blanco Cherán 1980
40	San Juan-1	Amarillo San Juan 1980
41	Angahuan-1	Ranchero Angahuan 1980
42	Angahuan-2	Blanco de Angahuan 1980
43	Angahuan-3	Amarillo Angahuan 1980
44	Charapan-1	Amarillo Charapan 1980
45	Charapan-2	Amarillo Charapan 1980
46	Charapan-3	Blanco Charapan 1980
47	Capacuaro-1	Blanco de Capacuaro 1980
48	Capacuaro-2	Blanco de Capacuaro 1980
49	Capacuaro-3	Blanco de Capacuaro 1980
50	Quinceo-1	Blanco de Quinceo 1980
51	Quinceo-2	Amarillo Quinceo 1980
52	Arantepacua-1	Blanco de Arantepacua 1980
53	Arantepacua-2	Blanco de Arantepacua 1980
54	Turícuar-1	Blanco de Turícuar 1980
55	Turícuar-2	Blanco de Turícuar 1980
56	Comachuen-1	Blanco Comachuen 1980
57	Mojoncra-3	Amarillo Mojonera 1980
58	Comachuen-2	Amarillo Comachuen 1980
59	Aranza-1	Blanco Aranza 1980
60	Aranza-2	Blanco Aranza 1980
61	Aranza-3	Blanco Aranza 1980
62	Palizada-1	Blanco Palizada 1980
63	Cruz del Plato-1	Blanco Cruz del Plato 1980
64	Zirahuén-1	Amarillo Zirahuén 1980

### 3.4. Diseño experimental

Los 64 genotipos de maíz criollo se evaluaron en un ensayo uniforme en once localidades (Cuadro 1). El diseño experimental utilizado fué látice simple 8 X 8 duplicado y aleatorizado tanto los bloques incompletos o sublotos como las variedades dentro de éstos. Cada parcela experimental estuvo compuesta por 2 surcos de 5.0 m de largo y 0.80 m de separación entre ellos; cada surco constó de 22 plantas, en matas de 2 plantas distanciadas a 0.5 m. Generalmente se dejó una calle de 2.0 m entre repeticiones y de 1.0 m entre sublotos o bloques incompletos.

### 3.5. Manejo del cultivo

#### 3.5.1. Preparación del terreno

El barbecho se realizó en cada ambiente de prueba con tracción animal, sólo en la localidad de Aranza se hizo con tractor. Esta labor se llevó a cabo durante los meses de octubre a diciembre de 1980, incluyéndose a lo anterior la cruzada y el rastreo en los meses de enero-febrero del siguiente año.

#### 3.5.2. Siembra y fertilización

Las fechas de siembra de los materiales criollos, en las distintas localidades, quedaron comprendidas desde finales de

marzo hasta finales de abril; esto es, en lo que se denomina siembra de humedad residual y para lo cual se depositaron 3 semillas por mata con el fin de asegurar 2 plantas por cada una de éstas, posteriormente se cubrieron mediante el paso del arado sobre el talud del surco.

El tratamiento de fertilización utilizado en los distintos ambientes fué el 90-80-00, del cual se aplicó a la siembra la tercera parte del nitrógeno con todo el fósforo más 50 kg/ha de heptacloro al 2.5% mezclado con el fertilizante para el control de plagas del suelo; en la segunda escarda se aplicó el resto del nitrógeno.

### 3.5.3. Labores culturales

Generalmente en todas las localidades se llevaron a cabo dos escardas y un deshierbe, con la variante de que en las localidades de Zacán y Palizada no se efectuó la segunda escarda; para ésto se utilizó la yunta, y los deshierbes se hicieron en forma manual.

### 3.5.4. Cosecha

Se llevó a cabo en diciembre cuando el grano alcanzó alrededor del 25% de humedad.

### 3.6. Variables estudiadas

Y1 ~ Peso de Campo. Se cosecharon todas las plantas de la parcela útil, posteriormente se pesaron las mazorcas obtenidas y los datos se registraron en kilogramos.

Y2 ~ Porcentaje de humedad. Se obtuvo de una muestra de 200 gramos de semilla de cada genotipo de cada repetición y ambiente al momento de la cosecha.

Y3 ~ Porcentaje de grano. Se pesó una colección de 20 mazorcas por parcela útil y se relacionó el peso de grano sobre el peso de mazorca.

Y4 ~ Número de plantas cosechadas por parcela útil. Se registró el número real de plantas cosechadas por parcela útil, justo antes de la cosecha.

Y5 ~ Número de mazorcas cosechadas. Se registró la cantidad real de mazorcas cosechadas por parcela útil.

Y6 ~ Días a floración masculina. Se registró el número de días que hubo entre la siembra y la fecha en que un 50% de plantas de cada parcela espigó.

Y7 ~ Días a floración femenina. Se contaron los días que transcurrieron de la siembra hasta que el 50% de las plantas de cada parcela florecieron.

Y8 ~ Altura de planta. Se determinó la altura promedio de las plantas en centímetros; para esto se colocó una estaca graduada en el centro del surco y se midió desde la base de las plantas hasta el nudo de la hoja bandera.

Y9 ~ Altura de mazorca. Se obtuvo la altura media en cm a partir de la base hasta el nudo que sostiene la mazorca más alta. Esto se hizo para cada parcela.

Y10 ~ Calificación de planta. Se determinó con la escala 1-5 correspondiendo el número 1 a aquella planta que presentó buen aspecto y el 5 al más deficiente.

Y11 ~ Calificación de mazorca. Se calificó con la misma escala anterior y para ello se tomó en cuenta el tamaño de la mazorca, llenado de grano y daño por plagas y enfermedades.

Y12 ~ Cobertura. Se registró el número de mazorcas con cubiertas flojas y puntas expuestas. (Esta variable se registró sólo para la localidad 9 y 10).

Y 13 ~ Acame. Se reportaron como acamadas las plantas que presentaron doblamiento superior a los 45° a partir de su perpendicular en la base de la planta.

Y 14 ~ Tizones. La incidencia de enfermedad causada por este hongo se registró en escala de 1-5 por parcela, 1 plantas más sanas y 5 plantas más enfermas.

Y15<sub>v</sub> Royá. Al igual que la variable anterior, su grado de incidencia se reportó bajo la misma escala.

### 3.6.1. Toma de datos

Se estudiaron varios caracteres agronómicos de los 64 genotipos criollos evaluados en las 11 localidades; sin embargo, para efectos del presente estudio sólo se utilizó la información de la variable rendimiento de grano.

## 3.7. Análisis estadístico

El análisis estadístico utilizado para la evaluación de los 64 materiales criollos en los once ambientes distintos comprende: análisis de covarianza por variable rendimiento, medias simples por tratamiento en base a rendimiento y análisis de varianza para estimar los parámetros de estabilidad (Eberhart y Russell, 1966) de la variable rendimiento en todos los ambientes.

### 3.7.1. Análisis de covarianza por variable rendimiento

Como los datos obtenidos de los materiales en los distintos ambientes fué diferente, se procedió a ajustar la variable rendimiento por el número de plantas; para ello se empleó el modelo de Kempthorne (1979) el cual es el apropiado para el diseño utilizado en el estudio:

$$\hat{Y}_{ijk} = M + r_i + t_j + b_k + B (X_{ijk} - \bar{X}) + e_{ijk}$$

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

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

$$k = 1, 2, \dots, b$$

donde:

$\hat{Y}_{ijk}$   $\sim$  Observación en la repetición  $i$  del tratamiento  $j$   
en el subbloque incompleto  $k$

$M$   $\sim$  Media general

$r_i$   $\sim$  Efecto de la repetición  $i$

$t_j$   $\sim$  Efecto del tratamiento  $j$

$b_k$   $\sim$  Efecto del subbloque incompleto  $k$

$B$   $\sim$  Coeficiente de regresión

$X_{ijk}$   $\sim$  Valor de la covariable

$\bar{X}$   $\sim$  Media general

$e_{ijk}$   $\sim$  Error experimental

Se considera que los  $e_{ijk}$  son aleatorios y que tienen una distribución normal con media cero y varianza homogénea

$$e_{ijk} \sim (0, \sigma^2 e).$$

### 3.7.2. Prueba de medias

Para ésto, se aplicó la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia, a los 25 criollos que presentaron

los mejores rendimientos medios por localidad.

### 3.7.3. Parámetros de estabilidad

3.7.3.1. Modelo estadístico. Los parámetros de estabilidad se estimaron a partir del modelo desarrollado por Eberhart y Russell (1966); para ésto, se tomó como base los rendimientos medios ajustados de cada variedad en cada medio ambiente. Dicho modelo es el siguiente:

$$Y_{ij} = M_i + B_i I_j + \delta_{ij}$$

en el que:

$Y_{ij}$  ~ Promedio de la variedad  $i$  en el ambiente  $j$ ;

( $i = 1, 2, 3, \dots, v$ ;  $j = 1, 2, 3, \dots, n$ )

$M_i$  ~ Media de la variedad  $i$  en todos los medios ambientes

$B_i$  ~ Coeficiente de regresión que mide la respuesta de la variedad  $i$  en varios ambientes

$\delta_{ij}$  ~ Desviación de regresión de la variedad  $i$  en el ambiente  $j$

$I_j$  ~ Índice ambiental obtenido al sustraer de la media de todas las variedades en el ambiente  $j$ , la media general, teniéndose entonces:

$$I_j = \left( \sum_{i=1}^v Y_{ij} / v \right) - \left( \sum_{ij} Y_{ij} / vn \right)$$

donde:

$$\sum_{j=1}^n I_j = 0$$

$i = 1, 2, \dots, v$  variedades

$j = 1, 2, \dots, n$  ambientes

Este modelo define los parámetros de estabilidad que pueden utilizarse para describir el comportamiento de una variedad en varios ambientes.

El primer parámetro con el que se define la estabilidad de una variedad es el coeficiente de regresión estimado de la siguiente manera:

$$b_i = \frac{\sum_{j=1}^n Y_{ij} I_j}{\sum_j I_j^2}$$

El segundo parámetro de estabilidad se obtiene de las desviaciones de regresión por variedad y se estima como sigue:

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

en el cual:

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

y

$S^2_e/r$  es el estimador del error conjunto en donde  $r$  es el número de repeticiones de cada ambiente  $j$

El análisis de varianza para estimar los parámetros de estabilidad se presenta en el Cuadro 4.

### 3.7.3.2. Pruebas de hipótesis

a) La igualdad de medias varietales, o sea la hipótesis nula,

$H_0 : M_1 = M_2 = M_3 = \dots = M_V$  se efectúa mediante

la prueba de F

$$F = CM_1 / CM_3$$

b) La igualdad de coeficientes de regresión, o sea la hipótesis nula para éstos,  $H_0 : B_1 = B_2 = B_3 = \dots = B_V$  se efectúa mediante la siguiente prueba de F

$$F = CM_2 / CM_3$$

c) Las desviaciones de regresión igual a cero para cada genotipo se pueden obtener mediante la prueba:

$$F = (\sum_j \hat{\delta}_{ij}^2 / n-2) / \text{Error Conjunto}$$

CUADRO 4. ANALISIS DE VARIANZA PARA ESTIMAR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE EBERHART Y RUSSELL, 1966.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS
TOTAL	$nv-1$	$\sum_i \sum_j Y_{ij}^2 - FC$	
VARIETADES (V)	$v-1$	$\frac{1}{n} \sum_i Y_i^2 - FC$	$CM_1$
AMBIENTES (A) V x A	$\frac{n-1}{(v-1)} (n-1) = v(n-1)$	$\sum_i \sum_j Y_{ij}^2 - \sum_i Y_i^2 / n$	
AMBIENTES (lineal)	1	$\frac{1}{v} (\sum_j Y_{.j} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
V x A (lineal)	$v-1$	$\sum_i [(E_j Y_{ij} I_j)^2 / \sum_j I_j^2] - SC \text{ medio ambiente lineal}$	$CM_2$
DESVIACION CONJUNTA	$v(n-2)$	$\sum_i \sum_j \sigma_{ij}^2$	$CM_3$
VARIEDAD 1	$n-2$	$\left\{ \sum_j Y_{1j}^2 - \frac{(Y_{1.})^2}{n} \right\} - (\sum_j Y_{1j} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$ $\left\{ \sum_j Y_{vj}^2 - \frac{(Y_{v.})^2}{n} \right\} - (\sum_j Y_{vj} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	$CM_4$
VARIEDAD 2	$n-2$		
⋮			
VARIEDAD v	$n-2$		
ERROR CONJUNTO	$n(r-1) (v-1)$		

- d) Las pruebas de hipótesis de que los coeficientes de regresión para cada genotipo no difieren de la unidad,  $B_i = 1.0$  para  $i = 1, 2, 3, \dots, v$  se hicieron mediante la prueba de  $t$ :

$$t = \frac{b_i - 1}{S_{bi}} ;$$

donde:

$$S_{bi} = (S^2 di)^{\frac{1}{2}}$$

- e) Al comparar dos medias o  $H_0: M_i = M_j$ , con la prueba DMSH al 5% de significancia, se tiene:

$$= t/2 \text{ (gl error) } S_{\bar{d}} ; \text{ donde:}$$

$$S_{\bar{d}} = (2 S^2)^{\frac{1}{2}} = \left[ \frac{2 \text{ (CME Combinado)}}{\text{repeticiones}} \right]^{\frac{1}{2}}$$

En base a las pruebas de significancia de los parámetros de estabilidad y el rendimiento medio, cada variedad quedará agrupada en alguna de las situaciones propuestas por Carballo y Márquez 1970, (Cuadro 5).

CUADRO 5. SITUACIONES POSIBLES QUE PUEDEN PRESENTAR LOS GENOTIPOS SEGUN SUS VALORES DE LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD, CARBALLO Y MARQUEZ, 1970.

SITUACION	COEFICIENTE DE REGRESION	DESVIACION DE REGRESION	DESCRIPCION
a)	$b_i = 1.0$	$S^2_{di} = 0$	Variedad estable
b)	$b_i = 1.0$	$S^2_{di} > 0$	Buena respuesta en todos los ambientes, pero <u>in</u> consistente.
c)	$b_i < 1.0$	$S^2_{di} = 0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistentes
d)	$b_i < 1.0$	$S^2_{di} > 0$	Responde mejor en ambientes desfavorables e inconsistentes
e)	$b_i > 1.0$	$S^2_{di} = 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes, y consistente
f)	$b_i > 1.0$	$S^2_{di} > 0$	Responde mejor en buenos ambientes e <u>in</u> consistente

La inconsistencia de los materiales, señalada por la desviación de regresión, indica que sus rendimientos no son predecibles, es decir, que de una variedad probada en un ambiente determinado se pueden esperar tanto rendimientos superiores como inferiores a la media general lo cual las hace ser indeseables (Carballo, 1970).

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Comportamiento Agronómico

El comportamiento agronómico medio que presentaron los 64 genotipos de maíz criollo evaluados en 11 ambientes de la Mesa Tarasca se presenta en el Cuadro A1; en éste se nota que los materiales más sobresalientes por su rendimiento medio y días a floración intermedia (126 a 132 días) son Charapan-1 (44), Capacuaro-1 (47) y San Felipe-3 (18) con 2 457, 2 400 y 2 360 kg/ha respectivamente. Los genotipos que presentaron los rendimientos más deficientes corresponden a San Juan-1 (40) y Mojonera-1 (21) con 998 y 1 318 kg/ha, en el mismo orden.

Referente a floración masculina se observa una variación que va desde los 111 hasta los 140 días entre las distintas variedades; para la femenina, la variación osciló desde los 115 a los 144 días. Las variedades San Juan-1, Mojonera-1 y El Pino-1 presentaron la mayor precocidad de los materiales evaluados sólo que su producción se asocia con los rendimientos más bajos; por otro lado, los genotipos con rendimientos medios elevados presentaron más tardía la floración, tales como los criollos San Lorenzo-1 (12), Zirahuén-1 (64) y Arenal-1 (7).

En general la altura de planta varió de 192 a 281 cm; entre las de mayor porte se encuentran las variedades Opopo -1

(1), Arenal-2 (10), San Lorenzo-1 (12), San Lorenzo-2 (13) y Zirahuén-1 (64), con 281, 281, 275, 274 y 273 cm, y rendimientos de 2 177, 1 864, 2 413, 2 079 y 2 273 kg/ha respectivamente. Las de menor altura manifestaron aspecto más deficiente y rendimientos de los más bajos; dentro de ellos está la variedad San Juan-1 (40), Nahuatzen-4 (32) y Sevina-2 (26) con 192, 210 y 212 cm respectivamente.

La altura de mazorca osciló de 103 a 173 cm para los distintos genotipos, la menor corresponde a las plantas de más bajo porte y la mayor a las de porte más elevado. El aspecto general de plantas en los distintos ambientes fué regular, entre 2 y 3 según la escala de 1-5; 1 mejor, 5 peor; los aspectos medidos con esta escala son calificación de planta, Helminthosporium y roya. El número de plantas acamadas varió de 14 al 47%, el mayor acame corresponde a las variedades Pichátaro-1 (20), Cheran-2 (37), San Lorenzo-2 (13) y Zirahuén-1 (64); las de menor acame son Arenal-1 (07), Capacuaro-1 (47) y Charapan-1 (44).

## 4.2. Análisis estadístico

### 4.2.1. Análisis de covarianza

En el Cuadro A2 se denotan los rendimientos medios de los genotipos evaluados en los 11 ambientes de prueba y a los cua-

les se procedió a realizar ajustes por covarianza (Cuadro A3), observándose que las variedades más sobresalientes por su rendimiento medio ajustado son Charapan-1 (44), San Lorenzo-1 (12), San Felipe-3 (18) Corupo-2 (15) y Capacuaro-1 (47) con 2.375, 2.369, 2.354, 2.275 y 2.239 ton/ha respectivamente, mismos que se identificaron con los rendimientos no ajustados.

#### 4.2.2. Separación de medias

La separación de medias de rendimiento se hizo a los 25 criollos de maíz que presentaron los mejores rendimientos medios por localidad; dichas medias se presentan agrupadas conforme a la prueba de Duncan en los Cuadros de A4 al A14 y en los cuales se observan diferentes números de grupos de significancia (10 a 18), para los distintos ambientes de prueba. Dentro de estos grupos se observa que sólo la variedad San Lorenzo-1 (12) quedó dentro del primer grupo de significancia (a) en cuatro de los ambientes de prueba (Patamban, Arenal, Arantepacua y San Felipe); los genotipos Charapan-1 (44), San Felipe-3 (18) y Capacuaro-1 (47) se ubicaron sólo en tres ambientes dentro del mismo grupo.

En el segundo grupo de significancia (b) se situaron las variedades Corupo-2 (15), Cruz del Plato-1 (63), Capacuaro-1 (47) y Opopeo-1 (1) en tres de las once localidades de prueba.

Los genotipos Charapan-1 (44), Corupo-2 (15), Palizada-1 (62) y San Felipe-3 (18) fueron los materiales que presentaron mayor adaptabilidad a las distintas localidades de prueba puesto que de 25 genotipos sobresalientes por su rendimiento, los anteriores figuraron en más de 9 ambientes de los 11 considerados en el estudio; esto es de acuerdo a las distintas agrupaciones que aparecen en los Cuadros de A4 al A14.

#### 4.2.3. Parámetros de estabilidad

4.2.3.1. Análisis de varianza. Los resultados del análisis de varianza de los parámetros de estabilidad se presentan en el Cuadro 6; en éste se notan diferencias altamente significativas entre variedades, lo cual indica que existe alta variación entre los genotipos evaluados, mientras que, para la interacción de variedades por ambiente (lineal) la prueba de F sólo muestra diferencias significativas.

4.2.3.2. Rendimiento medio y parámetros de estabilidad. El rendimiento medio y parámetros de estabilidad estimados a los 64 criollos de maíz se presentan en el Cuadro 7, el cual nos muestra el nivel de significancia respectivo para  $b_i$  y  $S^2_{di}$ ; asimismo se observan las situaciones que pueden exhibir los genotipos según los valores del coeficiente de regresión ( $b_i$ ) y desviaciones de regresión  $S^2_{di}$ ; la asociación de estos parámetros nos permite describir el comportamiento de una variedad en los distintos ambientes de prueba.

CUADRO 6. ANALISIS DE VARIANZA PARA ESTIMAR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE 64 GENOTIPOS DE MAIZ CRIOLLO EVALUADOS EN ONCE LOCALIDADES DE LA MESETA TARASCA, DURANTE EL VERANO DE 1981.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc
Total	703	577660789		
Variedades (V)	63	48890898	776046	3.9650 **
Ambientes (A)	640	528769891		
V x A				
Ambientes (lineal)	1	396277026		
V x A (lineal)	63	19755042	313572	1.6021 *
Desviación Conjunta	576	112737823	195725	
Variedad 1	9	11700267	1300029	20.3127 **
Variedad 2	9	398375	44264	0.6916 NS
Variedad 3	9	583511	64835	1.0130 NS
Variedad 4	9	1204434	133826	2.0910 *
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
Variedad 64	9	12500497	1388944	21.7020 **
Error Conjunto	2079		64001	

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

NS No significativo

CUADRO 7. RENDIMIENTO MEDIO Y PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE 64 GENOTIPOS DE MAIZ CRIOLLO EVALUADOS EN ONCE AMBIENTES DE LA MESETA TARASCA DURANTE EL VERANO DE 1981.

NUM. DE VAR.	RENDIMIENTO MEDIO (kg/ha)	COEFICIENTE DE REGRESION ( $b_i$ )	DESVIACION DE REGRESION ( $S^2_{di}$ )	SITUACION DEL GENOTIPO (1)
1	1824.9	0.85759	1236029.0 **	b
2	1552.1	0.93806	- 19736.7	a
3	2084.9	1.11370	833.9	a
4	2025.5	1.53878 **	69825.4 *	f
5	2055.6	1.13791	77289.5 *	b
6	1977.2	1.39047 **	354511.4 **	f
7	2155.5	1.38581 **	294331.0 **	f
8	2095.9	1.33226 **	- 21661.8	e
9	1946.0	1.13696	144674.0	b
10	1849.0	1.07573	433882.6 **	b
11	2007.7	1.28028 *	100605.6 **	f
12	2368.9	1.37985 **	481989.3 **	f
13	2109.1	1.20914	364208.7 **	b
14	2082.9	0.99259	- 10641.2	a
15	2274.7	1.13980	18702.0	a
16	1815.0	1.00528	89718.6 *	b
17	1618.3	0.60781 **	524587.3 **	d
18	2353.7	1.17770	81810.1 *	b
19	1738.3	0.88902	26726.7	a
20	2080.9	0.95467	- 8977.4	a
21	1323.4	0.63405 *	54665.9 *	d
22	1683.1	0.72526 *	3943.1	c
23	1374.5	0.73109	60321.7 *	b
24	1672.2	0.80039	- 1257.6	a
25	1372.1	0.70926 *	- 29963.3	c
26	1444.0	0.64816 **	- 1083.5	c
27	1914.3	0.87258	51689.9 *	b
28	1788.0	0.93360	14090.3	a
29	1735.6	0.98928	31811.8	a
30	1786.4	0.86124	26113.9	a
31	1771.1	0.81697	109533.9 **	b
32	1647.2	0.86743	319713.0 **	b

Continúa.....

NUM. DE VAR.	RENDIMIENTO MEDIO (kg/ha)	COEFICIENTE DE REGRESION ( $b_i$ )	DESVIACION DE REGRESION ( $S^2_{di}$ )	SITUACION DEL GENOTIPO (1)
33	1508.5	0.98112	159895.8 **	b
34	2080.4	1.11443	- 16199.9	a
35	1503.4	0.71653 *	9733.1	c
36	1818.3	0.86147	103208.8 **	b
37	1956.6	1.04469	46205.0 *	b
38	1915.9	0.76680	120356.1 **	b
39	1954.4	0.87169	61748.2 *	b
40	1145.5	0.54729 **	13405.0	c
41	2015.8	1.25489	144802.1 **	b
42	2015.4	1.06118	- 38987.9	a
43	1792.8	0.85398	10503.1	a
44	2375.4	1.02391	31255.2	a
45	2135.2	1.08318	5676.6	a
46	2174.2	1.17438	44675.4	a
47	2238.8	1.41411 **	51547.7 *	f
48	1734.8	1.22612	806026.5 **	b
49	1857.0	1.04709	- 6732.5	a
50	2061.8	0.98686	- 16660.4	a
51	1655.0	0.95743	45451.9	a
52	1705.2	0.78044	116809.7 **	b
53	1799.6	0.86923	39373.3	a
54	1896.6	0.94427	- 2486.5	a
55	1973.8	0.93957	84475.3 *	b
56	1725.7	0.94309	35609.0	a
57	1504.9	0.83140	42745.8	a
58	1499.2	0.62693 **	17429.6	c
59	1932.9	1.11145	113157.5 **	b
60	1892.9	0.82283	- 17609.5	a
61	1917.2	1.16662	72708.4 *	b
62	2219.9	1.32328 **	5766.1	e
63	2004.4	1.24494	135262.5 **	b
64	1764.0	1.27501	1324943.4 **	b

(1) Según la clasificación de Variedades de Carballo y Márquez, 1970.

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

Dentro de las situaciones posibles citadas en el Cuadro 5, y de acuerdo a los valores de los parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell (1966), (Cuadro 7), se encontró que de los 64 materiales evaluados en los distintos ambientes, 24 fueron estables en su rendimiento (Situación "a"); otras 24 variedades mostraron buena respuesta en todos los ambientes sólo que presentaron inconsistencia en el rendimiento (Situación "b").

Otros 6 de los criollos evaluados presentaron buena respuesta en ambientes adversos y 2 más en ambientes ventajosos con rendimientos consistentes (Situación "c" y "e", respectivamente). También se obtuvieron 2 genotipos en ambientes desfavorables y 6 más en favorables sólo que en ambos casos los rendimientos son no predecibles o inconsistentes (Situación "d" y "f" en el mismo orden).

Entre los criollos de maíz que presentaron estabilidad, con media del rendimiento elevada se pueden citar a Charapan-1 (44), Corupo-2 (15), Charapan-3 (46), Charapan-2 (45), Corupo-1 (14) y Pichátaro-1 (20) con 2375, 2275, 2174, 2135, 2083 y 2081 kg/ha respectivamente. En cuanto a los genotipos que mostraron mejor respuesta en ambientes desfavorables y rendimientos consistentes, podemos mencionar a Mojonera-2 (22), Nahuatzen-6 (35), Comachuén-2 (58) y Sevina-2 (26) con 1 683, 1 503, 1 499 y 1 444 kg/ha en el mismo orden, y dentro de los

materiales con respuesta mejor en ambientes ventajosos con rendimientos predecibles o consistentes figuraron los criollos Palizada-1 (6?) con 2 220 y Villa Madero-1 (8) con 2 096 kg/ha.

En la Figura 2, 3 y 4 se puede observar gráficamente, el rendimiento medio esperado de los criollos de maíz sobresalientes en ambientes favorables, desfavorables y estables respectivamente; esto es de acuerdo al rendimiento medio elevado, a la consistencia mostrada ( $S^2_{di} = 0$ ), a su adaptabilidad ( $b_i$ ) y a los índices ambientales ( $I_j$ ) de cada variedad probada en los distintos ambientes.

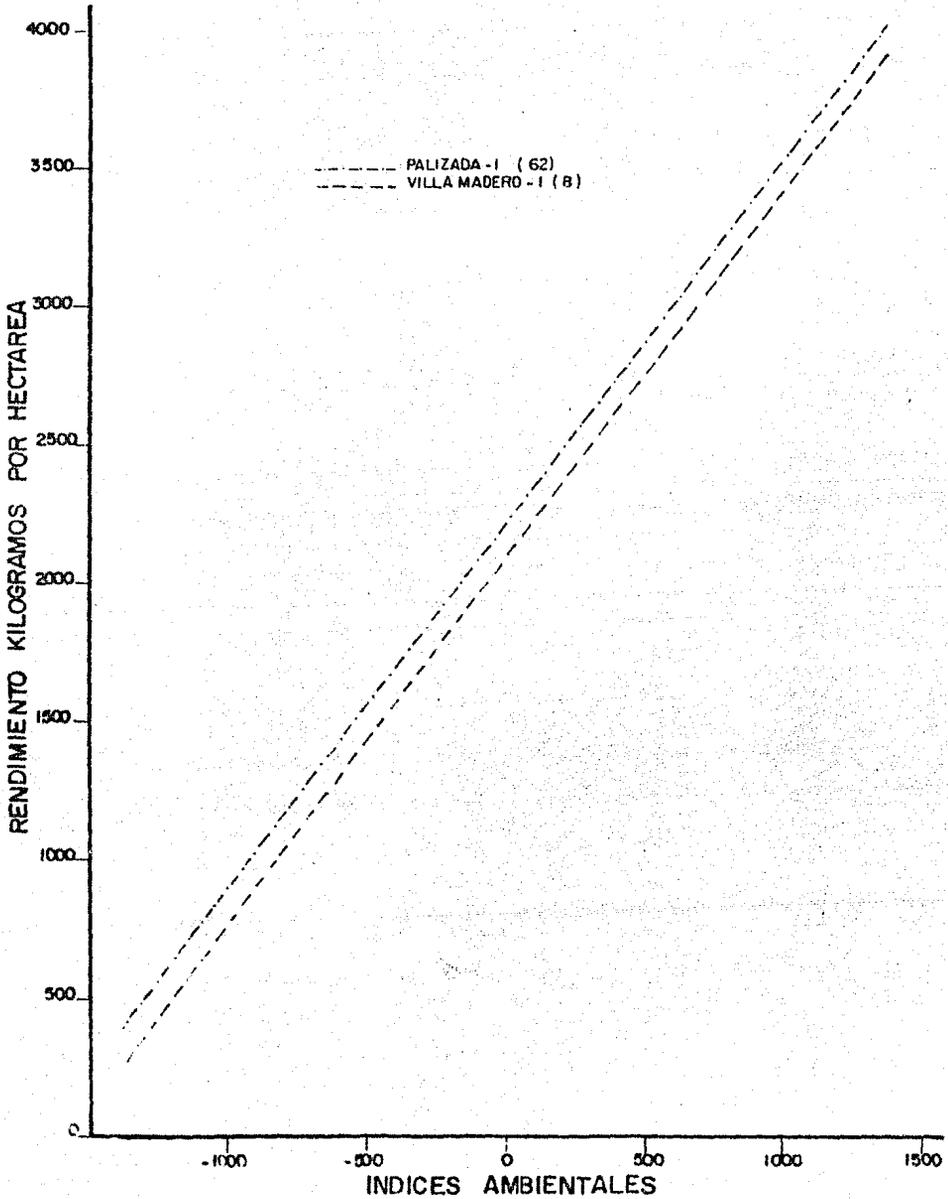


Figura 2. Predicción del rendimiento de dos criollos de maíz con mejor respuesta a ambientes favorables, probados en once ambientes de la Meseta Tarasca, Mich., durante el ciclo agrícola P-V de 1981.

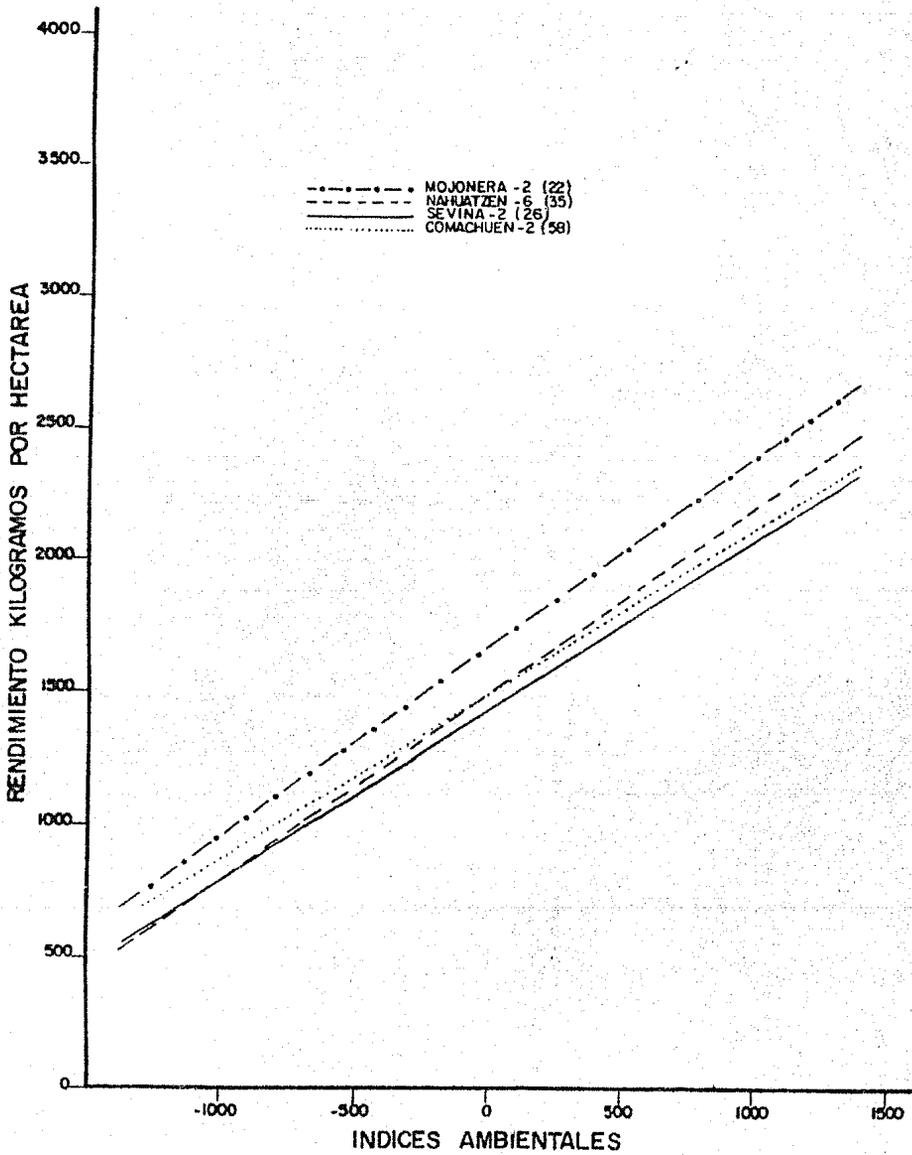


Figura 3. Predicción del rendimiento de cuatro criollos de maíz con mejor respuesta a ambientes desfavorables, probados en once ambientes de la Meseta Tarasca, Mich., durante el ciclo agrícola P-V de 1981.

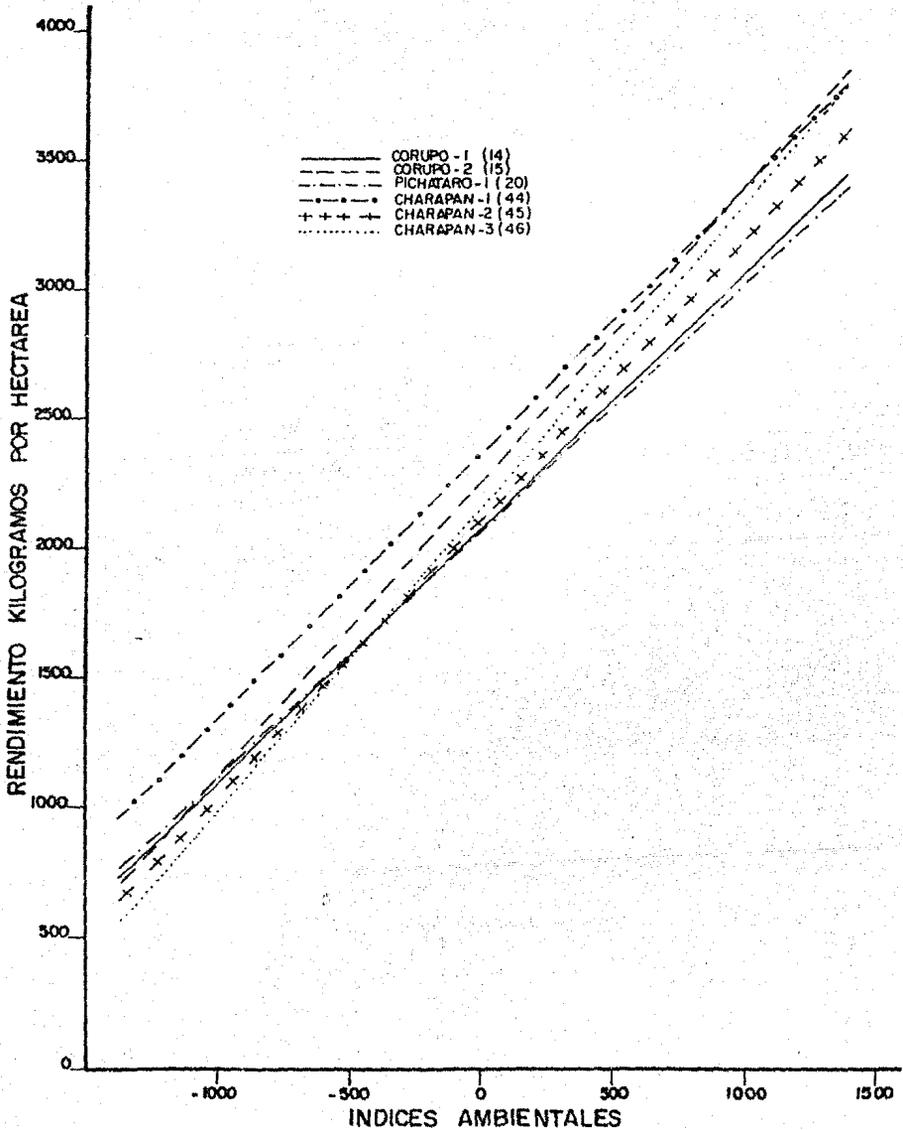


Figura 4. Predicción del rendimiento de seis criollos de maíz estables con promedio de rendimiento elevado, probados en once ambientes de la Meseta Tarasca, Mich., durante el ciclo agrícola P-V de 1981.

## V. DISCUSION

En el Cuadro A1 se pueden observar los promedios de las variables cuantificadas en cada una de las 64 variedades evaluadas en los 11 ambientes de prueba, así la variable rendimiento oscila desde 0.998 para la colecta San Juan-1 hasta los 2.457 ton/ha para la colecta Charapan-1, esto nos permite deducir la variabilidad del comportamiento de los genotipos para la variable medida.

En cuanto a días a floración se encontraron diferencias de 29 días: 111 a 140 días para la floración masculina y 115 a 144 días para la femenina; entre las variedades más precoces figuran San Juan-1 (40), El Pino-1 (25), Nahuatzen-3 (31), Sevina-2 (26) y Mojonera-1 (21) las cuales presentaron portes de planta de los más bajos (entre 192 y 224 cm), lo que vendría a solucionar en parte el problema de acame que presentan la mayoría de los materiales sólo que éstas se asocian con bajos rendimientos lo cual, de principio las limita en su selección.

Las variedades tardías se ejemplifican con: Arenal-1 (7), San Lorenzo-1 (12), Opopeo-1 (1), Zirahuén-1 (64) y Angahuan-1 (41); éstas, además de que mostraron rendimientos de los más elevados, exhibieron mayor altura de planta (entre 266 y 281 cm) lo que les dá susceptibilidad al acame con excepción de Arenal-1 (7) que mostró uno de los más bajos porcentajes de plantas acamadas.

Las características de estos materiales contrastan con las indicadas en el párrafo anterior, por sus rendimientos, altura de planta y días a floración; esto debe hacerse notar dado que tienen una adaptación similar en el área pero con una expresión fenotípica diferente. Es de importancia señalar que la mayor altura de mazorca se asocia con los materiales de porte más elevado así como también el aspecto de plantas, en relación a los genotipos de porte bajo.

Con el objeto de minimizar los errores experimentales se realizó el análisis de covarianza a la variable rendimiento de grano Cuadro A2; de éste se obtuvieron los valores ajustados citados en el Cuadro A3 del que se puede corroborar que el análisis de covarianza fue efectivo en la eliminación de ciertos efectos de variación ambiental de bloque a bloque (Cochran y Cox, 1981).

En los Cuadros A4 al A14 se ilustran los 25 genotipos con mayor media de rendimiento para cada ambiente; en ellos el número de grupos de significancia variaron de 10 a 18 al considerar sólo a los 25 criollos más rendidores y de los cuales las variedades Charapan-1, Corupo-2, Palizada-1 y San Felipe-3 se presentaron en la mayoría de las localidades, ya que, se puede decir que estas colectas se adaptaron en más de 9 ambientes de los 11 considerados en el estudio; ésto puede deberse a que los criollos mencionados

mostraron mejor adaptabilidad que los genotipos que se comportaron bien en menor número de ambientes, así como de aquellos materiales que se omitieron por exhibir rendimientos inferiores a los expuestos en los cuadros citados.

Con respecto al análisis de varianza para estimar los parámetros de estabilidad (Cuadro 6), se denota una alta significancia de la varianza entre las variedades evaluadas, lo que indica la existencia de una alta variabilidad genética entre genotipos, pudiendo aprovechar las características de interés en trabajos de investigación agronómica, mientras que, para la interacción genotipo-ambiente (lineal), sólo se observaron diferencias significativas entre ellos, lo que señala que en la Meseta Tarasca los materiales criollos en general presentan buena adaptabilidad a los distintos ambientes de prueba; esto se afirma con los valores obtenidos por el coeficiente de regresión iguales a la unidad para 48 genotipos, de un total de 64 criollos evaluados.

Respecto al rendimiento promedio, parámetros de estabilidad estimados ( $b_i$  y  $S^2_{di}$ , Cuadro 7) y situaciones que pueden presentar los genotipos según la clasificación de Carballo y Márquez, 1970 (Cuadro 5), se observa que 24 variedades fueron estables (Situación "a"), otras 24 se adaptaron bien en todos los ambientes pero presentaron rendimientos no predecibles o inconsistentes (Situación "b"), es decir que de

Éstas, se pueden esperar tanto rendimientos superiores como inferiores a la media general, lo que las hace ser indeseables agrónomicamente. Otras 6 están clasificadas con buena respuesta en ambientes desfavorables y 2 más para ambientes favorables, con rendimientos consistentes (Situación "c" y "e" respectivamente).

Dentro de los materiales estables con rendimientos superiores a los 2 100 kg/ha figuraron las variedades Charapan-1 (44), Corupo-2 (15), Charapan-3 (46) y Charapan-2 (45); estos materiales son los genotipos seleccionados para implementar la base germoplásmica del programa de mejoramiento genético de la Meseta Tarasca ya que se comportaron bien en todos los ambientes con estabilidad del rendimiento medio elevado.

La variedad San Felipe-3 (18) y San Lorenzo-2 (13) presentaron rendimientos elevados (2 354 y 2 109 kg/ha respectivamente) y buena adaptabilidad a los ambientes de prueba sólo que su producción es no predecible, por lo que se mantienen con reserva. Mojonera-2 (22) y Nahuatzen-6 (35) mostraron rendimientos consistentes en ambientes adversos de 1 683 y 1 503 kg/ha en ese orden, sólo que no se sugieren porque se cuenta con genotipos estables con mayor media de rendimiento.

Villa Madero-1 (8) con 2 096 y Palizada-1 (62) con 2 220 kg/ha son variedades que se pueden sembrar en ambientes favorables puesto que su coeficiente de regresión es mayor que la unidad ( $b_1 > 1.0$ ) y sus rendimientos elevados, y consistentes.

La inconsistencia del rendimiento medio mostrada por los genotipos citados en el Cuadro 7 con relación al Cuadro 5, implica que esas variedades en principio se excluyan de los materiales seleccionados para la implementación del programa de mejoramiento genético de la Meseta Tarasca, ya que de ninguno de ellos se esperan rendimientos predecibles elevados; sin embargo, cabe la posibilidad de aprovecharlos para rangos más reducidos de ambientes en los cuales es posible que puedan mostrar consistencia en su comportamiento.

Lo anterior manifiesta la importancia y efectividad que tiene la estimación de los parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell (1966) en la selección y discriminación de variedades en función de su respuesta a las condiciones del medio ambiente.

## VI. CONCLUSIONES

En base a los objetivos planteados y de acuerdo al análisis de los resultados obtenidos de los materiales evaluados en los distintos ambientes de prueba de la Meseta Tarasca, se concluye lo siguiente:

1. La mayoría de los criollos con altos rendimientos se asociaron con días a floración tardía y con mayor porte de planta, entre ellos podemos citar a San Lorenzo-1, Arenal-1, Zirahuén-1 y Opopco-1; por el contrario los más precoces fueron los de más bajo rendimiento y con menor altura, y los cuales se ejemplifican con los genotipos San Juan-1, El Pino-1, Sevina-2 y Mojonera-1.

2. El análisis de covarianza señala a los criollos Charapan-1, San Lorenzo-1 y a San Felipe-3, como los materiales más sobresalientes por su rendimiento ya que éstos mostraron una producción superior a los 2 350 kg/ha.

3. De acuerdo al rendimiento medio y parámetros de estabilidad de los 64 materiales criollos, Cuadro 7, 32 resultaron consistentes ( $S^2_{di}=0$ ) en su rendimiento: 24 presentaron estabilidad, 6 mostraron buena respuesta en ambientes adversos y 2 en ambientes ventajosos.

4. Las variedades sugeridas para ambientes favorables ( $b_i > 1.0$ ), con rendimientos medios elevados y consistentes ( $S^2_{di} = 0$ ) son Palizada-1 (62) con 2 220 y Villa Madero-1 (8) con 2 096 kg/ha.

5. Los genotipos con mejor comportamiento en ambientes desfavorables ( $b_i < 1.0$ ) y rendimientos consistentes son Mojonera-2 (22), Nahuatzen-6 (35), Comachuen-2 (58) y Sevina-2 (26) con rendimientos de 1 683, 1 503, 1 499 y 1 444 kg/ha respectivamente.

6. Entre las variedades que presentaron adaptabilidad ( $b_i = 1.0$ ) y estabilidad ( $S^2_{di} = 0$ ) del rendimiento medio elevado se pueden citar a: Charapan-1 (44), Corupo-2 (15), Charapan-3 (46), Charapan-2 (45), Corupo-1 (14) y Pichátaro-1 (20) cuyos rendimientos son de 2 375, 2 275, 2 174, 2 135 2 083 y 2 081 kg/ha en ese orden; éstos criollos de maíz son por lo tanto, las variedades seleccionadas para la implementación y desarrollo del programa de mejoramiento genético de la Meseta Tarasca.

## VII. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ALLARD, R.W. 1967. Principios de la mejora genética de las plantas. Editorial Omega, S.A. Barcelona, España.
- , AND BRADSHAW, A.D. 1964. Implications of Genotype-Environmental Interactions in Applied Plant Breeding. *Crop. Sci.* 4: 503-507.
- ARBOLEDA R., F. 1973. Interacción genotipo-ambiente: Selección Masal en diferentes ambientes. 5a. reunión de maiceros de la zona andina. p.p. 208-225. Cochabamba, Bolivia.
- ARROYO L., M.C. 1983. Adaptabilidad de 25 genotipos de maíz en Arteaga y Lázaro Cárdenas, Mich. Tesis de Licenciatura U.M.S.N.H. Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez", Uruapan, Mich.
- BETANZOS M., E. 1970. Dos aspectos en el estudio de la interacción genética ambiental. Tesis de Maestro en Ciencias. ENA, C.P. Chapingo, México.
- CARBALLO C., A. 1970. Comparación de variedades de maíz de El Bajío y la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. Tesis de Maestro en Ciencias. ENA. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- CERVANTES S., T. 1976. Efectos genéticos y de interacción genotipo-ambiente en la clasificación de razas mexicanas de maíz. Tesis de Doctor en ciencias, C.P. Chapingo, México.
- COCHRAN, W.G. y COX, G.M. 1981. Diseños experimentales. Séptima reimpresión. Editorial Trillas. p.p. 662. México.
- CORTES F., J.I. 1975. Diseño de recomendaciones prácticas de fertilización y de densidad de población en maíz de temporal para varias condiciones de producción en la Sierra Tarasca. Tesis M.C. ENA. C.P. Chapingo, México.

- COUTIÑO E., B. de J. 1980. Parámetros de estabilidad en la selección de variedades comerciales y experimentales de maíz e interacción genético-ambiental en el Centro de Chiapas. Tesis profesional. UACH. Chapingo, México.
- EBERHART, S.A. AND RUSSELL, W.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci.* 6: 36-40.
- FINLAY, K.W. AND WILKINSON G.N. 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. *Australian J. Agr. Res.* 14: 742-754.
- GARCIA DE M., E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Segunda Edición. UNAM. Instituto de Geografía. p.p. 246. México.
- GOLDSWORTHY, P. 1974. Adaptación del maíz. In: El mejoramiento del maíz a nivel mundial en la década del setenta y el papel del CIMMYT. Memoria. El Batán. México.
- GOMEZ M., N. 1977. Estabilidad del rendimiento y delimitación de áreas de cultivo de sorgo para grano en México. Tesis M.C. ENA. Chapingo, México.
- HERNANDEZ X., E. y ALANIS F.G. 1970. Estudio Morfológico de cinco nuevas razas de maíz de la Sierra Madre Occidental de México: implicaciones filogenéticas y fitogeográficas. *Agrociencia*. Vol. 5. No. 1: 3-30. Chapingo, México.
- IBARRA R., M.A. 1980. Evaluación regional de genotipos de maíz en el sur de Tamaulipas y cálculo de los parámetros de estabilidad. Tesis profesional. UACH. Chapingo, México.
- LIVERA M., M. 1979. Adaptación y adaptabilidad de genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench) tolerantes al frío. Tesis de Maestro en Ciencias. C.P. Chapingo, México.

- LIVERA M., M. y CARBALLO C., A. 1977. Mejoramiento genético del sorgo Sorghum bicolor (L) Moench por tolerancia al frío. Adaptación de genotipos tolerantes. Agricultura Técnica en México. Vol. 4. Núm. 1. p.p. 77-99. México.
- MARQUEZ S., F. 1974. El problema de la interacción genético-ambiental en genotecnía vegetal. Ed. PATENA, ENA. Chapingo, México. p.p. 31-109.
- MEJIA A., H. 1971. Selección de genotipos de maíz por rendimiento y estabilidad para áreas de temporal del Valle de Puebla. Tesis Profesional. ENA. Chapingo, México.
- MEJIA C., J.A. 1976. Evaluación de maíces criollos de temporal en el Edo. de Yucatán. Tesis Profesional. ENA. Chapingo, México.
- ORTEGA P., R. 1978. Evaluación de recursos genéticos. Análisis de recursos genéticos disponibles a México. Secciones de trabajo organizado por la SOMEFI. Chapingo, México.
- OYERVIDES G., M. et al, 1981. Adaptabilidad, estabilidad y productividad de variedades tropicales de maíz (Zea mays L). Agricultura Técnica en México. Vol. 7. Núm. 1. p.p. 3-23.
- PALOMO G., A. y PRADO M., R. 1975. Estimación de los parámetros de estabilidad y su aplicación en investigación agrícola con algodonero. Comarca Lagunera CIANE. INIA. SAG.
- SARH-INIA-CIAB. 1979. Memorias del Seminario sobre Suelos de Ando y sus Implicaciones en el Desarrollo Agrícola de la Sierra Tarasca. Colegio de Postgraduados. Rama de Suelos. México.
- SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO, 1981. Atlas Nacional del Medio Físico. Coordinación General del Sistema Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. Primera Edición. México.

TPE DEFENSE MAPPING AGENCY AEROSPACE CENTER 7-73. ONC J-24.  
Information compiled March 1965 from source dated  
1950 to 1964. Revised April 1973. Edition 3. Méx.

VALLEJO D., H.L. 1978. Estabilidad del rendimiento y agrupación de nueve ambientes del cultivo de papa (Solanum spp). Tesis Profesional U.M.S.N.H. Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez", Uruapan, Mich.

WELLAHAUSEN, E.J. et al, 1951. Razas de maíz en México; su origen, características y distribución. Oficina de Estudios Especiales. p. 257 illus. (O.E.E. Foll. Téc. 5). México.

VIII. A P E N D I C E

CUADRO A1. COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO MEDIO DE 64 CRIOLLOS DE MATZ, EVALUADOS EN HUMEDAD RESIDUAL EN ONCE AMBIENTES DE LA MESETA TARASCA, DURANTE EL CICLO PRIMAVERA-VERANO DE 1981.

TRAT. Nº	GENOTIPO	REND. MEDIO kg/ha	DÍAS A FLORACION		ALTURA EN CM		CALIFI- CACION DE PLAN- TA	ACAME %	HELMIN- THOSPO- RIUM	ROYA
			MASCULINA	FEMENINA	PLANTA	MAZORCA				
44	CHARAPAN-1	2 457	126	132	249	149	2.1	17	2.2	2.2
12	SAN LORENZO-1	2 413	139	140	275	166	2.4	28	2.2	2.2
47	CAPACUARO-1	2 400	126	133	258	151	2.4	16	2.1	2.5
18	SAN FELIPE-3	2 360	125	131	247	147	2.4	28	2.2	2.4
15	CORUPO-2	2 274	122	128	244	141	2.3	34	2.2	2.5
64	ZIRAHUEN-1	2 273	136	141	273	168	2.3	41	2.1	2.2
45	CHARAPAN-2	2 260	126	132	253	147	2.4	28	2.0	2.5
07	ARENAL-1	2 259	139	144	265	162	2.4	14	2.1	2.3
48	CAPACUARO-2	2 186	125	132	254	148	2.4	20	2.2	2.6
62	PALIZADA-1	2 181	124	131	247	143	2.4	16	2.3	2.5
01	OPOPEO-1	2 177	139	142	281	172	2.4	24	2.0	2.2
63	CRUZ DEL PLATO-1	2 162	123	131	234	133	2.4	25	2.1	2.4
14	CORUPO-1	2 153	127	132	252	152	2.1	34	2.1	2.4
46	CHARAPAN-3	2 136	121	127	247	145	2.4	20	2.3	2.5
08	VILLA MADERO-1	2 126	127	133	250	141	2.4	19	2.2	2.4
41	ANCAHUAN-1	2 119	136	141	266	163	2.5	27	2.1	2.5
20	PICHATARO-1	2 100	119	126	242	137	2.6	47	2.3	2.8
04	OPOPEO-4	2 094	121	129	261	157	2.5	25	2.3	2.4
05	CONGATZIO-1	2 092	134	140	263	154	2.4	18	2.2	2.4
03	OPOPEO-3	2 080	124	131	247	148	2.5	25	2.3	2.4
13	SAN LORENZO-2	2 079	139	135	274	168	2.4	43	2.2	2.3
34	SAN JUAN TUMBIO-1	2 075	121	128	246	140	2.5	36	2.2	2.4
50	QUINCEO-1	2 067	121	129	244	136	2.5	32	2.3	2.6
42	ANGAHUAN-2	2 036	125	131	241	145	2.5	18	2.1	2.5
11	VILLA MADERO-3	2 001	127	133	247	139	2.3	29	2.1	2.4
06	CONGATZIO-2	1 982	140	139	272	164	2.4	31	2.2	2.2
61	ARANZA-3	1 960	114	119	231	128	2.7	23	2.4	2.7
27	SEVINA-3	1 949	114	118	232	126	2.9	39	2.5	2.8
55	TURICUARO-2	1 949	114	118	225	120	2.6	32	2.4	2.9
54	TURICUARO-1	1 940	115	119	223	131	2.6	41	2.5	2.6
43	ANGAHUAN-3	1 940	119	124	239	131	2.6	23	2.3	2.7
60	ARANZA-2	1 940	115	120	232	127	2.7	32	2.5	2.6
59	ARANZA-1	1 935	114	118	232	125	2.7	21	2.4	2.6
37	CHIFRAN-2	1 915	117	122	233	134	2.7	45	2.3	2.6

FRAT. Nº	GENOTIPO	REND. MEDIO kg/ha	DÍAS A FLORACION		ALTURA EN CM		CALIFI CACION DE PLAN TA	ACAME %	HELMIN THOSPORI UM	ROYA
			MASCULINA	FEMENINA	PLANTA	MAZORCA				
09	VILLA MADERO-2	1 907	126	152	257	150	2.3	14	2.2	2.3
38	CHERAN-3	1 875	116	120	234	127	2.7	32	2.4	2.6
10	ARENAL-2	1 864	137	128	281	173	2.2	16	2.0	2.1
49	CAPACUARO-3	1 837	123	130	251	146	2.4	25	2.2	2.6
39	CHERAN-4	1 833	116	121	243	137	2.6	23	2.3	2.7
17	SAN FELIPE-2	1 815	124	129	247	138	2.4	21	2.2	2.5
36	CHERAN-1	1 797	116	120	234	127	2.7	25	2.3	2.7
28	SEVINA-4	1 770	114	117	229	125	2.8	34	2.5	2.7
30	NAHUATZEN-2	1 767	113	117	230	122	2.8	30	2.5	2.6
31	NAHUATZEN-3	1 753	112	115	224	121	2.7	30	2.4	2.7
19	SAN ISIDRO-1	1 753	118	123	237	134	2.7	29	2.3	2.6
53	ARANTEPAQUA-2	1 750	114	119	234	124	2.7	36	2.4	2.7
16	SAN FELIPE-1	1 750	113	117	236	126	2.7	27	2.3	2.7
56	COMACHIJEN-1	1 729	114	118	226	125	2.8	36	2.5	2.7
52	ARANTEPAQUA-1	1 697	115	119	229	124	2.8	39	2.5	2.7
22	MOJONERA-2	1 686	116	120	226	124	2.7	23	2.3	2.6
29	NAHUATZEN-1	1 675	113	116	223	121	2.9	28	2.6	2.9
51	QUINCEO-2	1 672	115	119	223	121	2.7	26	2.4	2.8
24	SEVINA-1	1 588	112	116	221	118	2.9	34	2.5	2.9
02	OPOPEO-2	1 582	117	123	224	126	2.8	16	2.4	2.6
55	NAHUATZEN-6	1 450	113	118	225	124	3.0	25	2.7	2.8
32	NAHUATZEN-4	1 445	113	117	210	111	2.9	48	2.6	2.9
58	COMACHIJEN-2	1 425	114	118	215	112	2.9	44	2.5	2.7
26	SEVINA-2	1 410	112	116	212	114	3.1	36	2.5	2.8
33	NAHUATZEN-5	1 394	125	133	252	147	2.7	32	2.4	2.8
57	MOJONERA-3	1 385	121	125	244	140	2.8	27	2.4	2.7
25	EL PINO-1	1 379	112	116	222	116	2.9	36	2.5	2.7
23	SAN ISIDRO-2	1 364	116	120	224	123	2.9	27	2.4	2.9
21	MOJONERA-1	1 318	112	115	217	119	3.1	41	2.6	2.7
40	SAN JUAN-1	998	111	115	192	103	3.4	12	2.7	2.7

NOTA: La calificación de planta se midió con la escala de 1 - 5, 1 mejor, 5 peor.

Helminthosporium y roya se midió con la misma escala; 1 ataque mínimo, 5 ataque total.

CUADRO A2. RENDIMIENTOS MEDIOS SIN AJUSTAR DE 64 CRTIOLLOS DE MAIZ, EVALUADOS EN ONCE AMBIENTES DISPERSOS EN LA MESETA TARASCA BAJO HUMEDAD RESIDUAL, DURANTE EL VERANO DE 1981.

TRAT. Nº	GENOTIPO	REND. MEDIO ton/ha	TRAT. Nº	GENOTIPO	REND. MEDIO ton/ha
1	OPOPEO-1	2.177	33	NAHUATZEN-5	1.394
2	OPOPEO-2	1.582	34	SN. JUAN TUMBIO-1	2.075
3	OPOPEO-3	2.080	35	NAHUATZEN-6	1.450
4	OPOPEO-4	2.094	36	CHERAN-1	1.797
5	CONGATZIO-1	2.092	37	CHERAN-2	1.915
6	CONGATZIO-2	1.982	38	CHERAN-3	1.875
7	ARENAL-1	2.259	39	CHERAN-4	1.833
8	VILLA MADERO-1	2.126	40	SN. JUAN-1	0.998
9	VILLA MADERO-2	1.907	41	ANGAHUAN-1	2.119
10	ARENAL-2	1.864	42	ANGAHUAN-2	2.036
11	VILLA MADERO-3	2.001	43	ANGAHUAN-3	1.940
12	SN. LORENZO-1	2.415	44	CHARAPAN-1	2.457
13	SN. LORENZO-2	2.079	45	CHARAPAN-2	2.260
14	CORUPO-1	2.153	46	CHARAPAN-3	2.136
15	CORUPO-2	2.274	47	CAPACUARO-1	2.400
16	SN. FELIPE-1	1.750	48	CAPACUARO-2	2.186
17	SN. FELIPE-2	1.815	49	CAPACUARO-3	1.837
18	SN. FELIPE-3	2.360	50	QUINCEO-1	2.067
19	SN. ISIDRO-1	1.753	51	QUINCEO-2	1.672
20	PICHATARO-1	2.100	52	ARANTEPACUA-1	1.647
21	MOJONERA-1	1.318	53	ARANTEPACUA-2	1.750
22	MOJONERA-2	1.686	54	TURICUARO-1	1.940
23	SN. ISIDRO-2	1.364	55	TURICUARO-2	1.950
24	SEVINA-1	1.588	56	COMACHUEN-1	1.729
25	EL PINO-1	1.379	57	MOJONERA-3	1.585
26	SEVINA-2	1.410	58	COMACHUEN-2	1.425
27	SEVINA-3	1.949	59	ARANZA-1	1.935
28	SEVINA-4	1.770	60	ARANZA-2	1.939
29	NAHUATZEN-1	1.674	61	ARANZA-3	1.960
30	NAHUATZEN-2	1.767	62	PALIZADA-1	2.181
31	NAHUATZEN-3	1.753	63	CRUE DEL PLATO-1	2.162
32	NAHUATZEN-4	1.445	64	ZIRAHUEN-1	2.273

CUADRO A3. RENDIMIENTOS MEDIOS AJUSTADOS POR COVARIANZA DE 64 CRIOLLOS DE MAIZ, EVALUADOS EN ONCE AMBIENTES DE LA MESETA TARASCA DURANTE EL CICLO P-V 81-81.

TRAT. Nº	GENOTIPO	REND. MEDIO ton/ha	TRAT. Nº	GENOTIPO	REND. MEDIO ton/ha
1	OPOPEO-1	1.825	33	NAHUATZEN-5	1.508
2	OPOPEO-2	1.552	34	SN. JUAN TUMBIO-1	2.080
3	OPOPEO-3	2.085	35	NAHUATZEN-6	1.503
4	OPOPEO-4	2.025	36	CHERAN-1	1.818
5	CONGATZIO-1	2.056	37	CHERAN-2	1.957
6	CONGATZIO-2	1.977	38	CHERAN-3	1.916
7	ARENAL-1	2.155	39	CHERAN-4	1.954
8	V. MADERO-1	2.096	40	SN. JUAN-1	1.145
9	V. MADERO-2	1.946	41	ANGAHUAN-1	2.016
10	ARENAL-2	1.849	42	ANGAHUAN-2	2.015
11	V. MADERO-3	2.008	43	ANGAHUAN-3	1.793
12	SN. LORENZO-1	2.369	44	CHARAPAN-1	2.375
13	SN. LORENZO-2	2.109	45	CHARAPAN-2	2.135
14	CORUPO-1	2.083	46	CHARAPAN-3	2.174
15	CORUPO-2	2.275	47	CAPACUARO-1	2.239
16	SN. FELIPE-1	1.815	48	CAPACUARO-2	1.735
17	SN. FELIPE-2	1.618	49	CAPACUARO-3	1.857
18	SN. FELIPE-3	2.354	50	QUINCEO-1	2.062
19	SN. ISIDRO-1	1.738	51	QUINCEO-2	1.655
20	PICHATARO-1	2.081	52	ARANTEPACUA-1	1.705
21	MOJONERA-1	1.323	53	ARANTEPACUA-2	1.800
22	MOJONERA-2	1.683	54	TURICUARO-1	1.897
23	SN. ISIDRO-2	1.374	55	TURICUARO-2	1.974
24	SEVINA-1	1.672	56	COMACHUEN-1	1.726
25	EL PINO-1	1.372	57	MOJONERA-3	1.505
26	SIVINA-2	1.444	58	COMACHUEN-2	1.499
27	SEVINA-3	1.914	59	ARANZA-1	1.933
28	SEVINA-4	1.788	60	ARANZA-2	1.893
29	NAHUATZEN-1	1.736	61	ARANZA-3	1.917
30	NAHUATZEN-2	1.786	62	PALIZADA-1	2.220
31	NAHUATZEN-3	1.771	63	CRUZ DEL PLATO-1	2.004
32	NAHUATZEN-4	1.647	64	ZIRAHUEN-1	1.764

CUADRO A4. SEPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO EN BASE A LA PRUEBA DE DUNCAN, DE 25 CRIOLLOS DE MAIZ DE UN TOTAL DE 64 MATERIALES EVALUADOS EN LA MOJONERA, MPIO. DE NAHUATZEN, MICH., BAJO HUMEDAD RESIDUAL DURANTE EL CICLO P-V 1981.

TRAT. Nº	GENOTIPO	REND. ton/ha	AGRUPACION *
38	CHERAN - 3	2.288	a
18	SN. FELIPE -3	2.005	b
20	PICHATARO - 1	1.834	c
31	NAHUATZEN - 3	1.806	c d
44	CHARAPAN - 1	1.773	c d
39	CHERAN - 4	1.747	d
15	CORUPO - 2	1.744	d
63	CRUZ DEL PLATO - 1	1.662	e
53	ARANTEPACUA - 2	1.640	e
62	PALIZADA - 1	1.616	e
27	SEVINA - 3	1.605	e f
3	OPOPEO - 3	1.597	e f g
55	TURICUARO - 2	1.527	f g h
14	CORUPO - 1	1.519	g h
17	SN. FELIPE - 2	1.518	g h
46	CHARAPAN - 3	1.517	g h
30	NAHUATZEN - 2	1.512	g h
61	ARANZA - 3	1.504	h
5	CONGATZIO - 1	1.504	h
19	SN. ISIDRO - 1	1.501	h
22	MOJONERA - 2	1.495	h
21	MOJONERA - 1	1.491	h
37	CHERAN - 2	1.482	h
60	ARANZA - 2	1.457	h i
8	VILLA MADERO - 1	1.435	h i j

\* Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales.

CUADRO A5. SEPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO EN BASE A LA PRUEBA DE DUNCAN, DE 25 CRIOLLOS DE MAIZ DE UN TOTAL DE 64 MATERIALES EVALUADOS EN SAN GREGORIO, MPIO. DE VILLA ESCALANTE, MICH., BAJO HUMEDAD RESIDUAL DURANTE EL CICLO P-V DE 1981.

TRAT. Nº	GENOTIPO	REND. ton/ha	AGRUPACION	*
44	CHARAPAN - 1	1.102	a	
58	COMACHUEN - 2	883	b	
46	CHARAPAN - 3	743	c	
22	MOJONERA - 2	741	c	
26	SEVINA - 2	738	c	
31	NAHUATZEN - 3	734	c d	
15	CORUPO - 2	709	c d e	
30	NAHUATZEN - 2	690	d e f	
60	ARANZA - 2	690	d e f	
55	TURICUARO - 2	687	e f	
54	TURICUARO - 1	685	e f g	
52	ARANTEPACUA - 1	680	e f g	
62	PALIZADA - 1	667	e f g h	
43	ANGAHUAN - 3	660	f g h i	
38	CHERAN - 3	659	f g h i j	
20	PICHATARO - 1	638	g h i j k	
59	ARANZA - 1	633	h i j k	
32	NAHUATZEN - 4	617	i j k	
24	SEVINA - 1	613	j k	
53	ARANTEPACUA - 2	613	j k	
34	SN. JUAN TUMBIO - 1	611	k	
51	QUINCEO - 2	593	k l	
36	CHERAN - 1	567		l m
50	QUINCEO - 1	562		l m
21	MOJONERA - 1	552		l m n

con la misma letra son estadísticamente iguales.

CUADRO A6. SEPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO EN BASE A LA PRUEBA DE DUNCAN, DE 25 CRIOLLOS DE MAIZ DE UN TOTAL DE 64 MATERIALES EVALUADOS EN SAN LORENZO, MPIO. DE URUAPAN, MICH., BAJO HUMEDAD RESIDUAL DURANTE EL CICLO P-V 1981.

TRAT. N°	GENOTIPO	REND. ton/ha	AGRUPACION *
46	CHARAPAN - 3	3.948	a
18	SN. FELIPE - 3	3.942	a
47	CAPACUARO - 1	3.881	a
15	CORUPO - 2	3.670	b
62	PALIZADA - 1	3.530	b c
4	OPOPEO - 4	3.522	b c
44	CHARAPAN - 1	3.409	c d
59	ARANZA - 1	3.397	c d
61	ARANZA - 3	3.386	c d
48	CAPACUARO - 2	3.304	d e
33	NAHUATZEN - 5	3.226	e f
27	SEVINA - 3	3.226	e f
12	SN. LORENZO - 1	3.191	e f g
41	ANGAHUAN - 1	3.190	e f g
34	SN. JUAN TUMBIO - 1	3.178	e f g
64	ZIRAHUEN - 1	3.174	e f g
11	V. MADERO - 3	3.170	e f g
8	V. MADERO - 1	3.119	f g h
7	ARENAL - 1	3.095	f g h i
63	CRUZ DEL PLATO - 1	3.095	f g h i
14	CORUPO - 1	3.073	f g h i j
20	PICHATARO - 1	3.062	f g h i j k
28	SEVINA - 4	3.055	f g h i j k l
60	ARANZA - 2	3.044	g h i j k l
42	ANGAHUAN - 2	3.028	g h i j k l

\* Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales.

CUADRO A7. SEPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO EN BASE A LA PRUEBA DE DUNCAN, DE 25 CRIOLLOS DE MAIZ DE UN TOTAL DE 64 MATERIALES EVALUADOS EN SAN JUAN TUMBIO, MPIO. DE PATZCUARO, MICH., BAJO HUMEDAD RESIDUAL DURANTE EL CICLO P-V. DE 1981.

TRAT. Nº	GENOTIPO	REND. ton/ha	AGRUPACION *
44	CHARAPAN - 1	3.254	a
18	SN. FELIPE - 3	3.224	ab
15	CORUPO - 2	3.183	abc
8	V. MADERO - 1	3.126	abcd
47	CAPACUARO - 1	3.106	bcde
48	CAPACUARO - 2	3.101	bcde
64	ZIRAHUEN - 1	3.057	cdef
34	SN. JUAN TUMBIO - 1	3.050	cdef
61	ARANZA - 3	3.049	cdef
12	SN. LORENZO - 1	3.042	cdef
20	PICHATARO - 1	3.005	defg
31	NAHUATZEN - 3	2.995	defg
28	SEVINA - 4	2.985	defgh
4	OPOPEO - 4	2.975	defghi
55	TURICUARO - 2	2.954	efghi
36	CHERAN - 1	2.954	efghi
46	CHARAPAN - 3	2.934	fghij
39	CHERAN - 4	2.905	fghijk
42	ANGAHUAN - 2	2.897	fghijk
45	CHARAPAN - 2	2.878	ghijkl
7	ARENAL - 1	2.867	ghijklm
37	CHERAN - 2	2.855	ghijklmn
17	SN. FELIPE - 2	2.833	hijklmn
53	ARANTEPACUA - 2	2.824	ijklmn
13	SN. LORENZO - 2	2.788	ijklmnñ

\* Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales.

CUADRO A8. SEPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO EN BASE A LA PRUEBA DE DUNCAN, DE 25 CRIOLLOS DE MAIZ DE UN TOTAL DE 64 MATERIALES EVALUADOS EN ARANZA, MPIO. DE PARACHO, MICH., BAJO HUMEDAD RESIDUAL, DURANTE EL CICLO P-V. DE 1981.

TRAT. Nº	GENOTIPO	REND. ton/ha	AGRUPACION *
44	CHARAPAN - 1	2.190	a
18	SN. FELIPE - 3	1.985	b
15	CORUPO - 2	1.944	bc
50	QUINCEO - 1	1.866	cd
55	TURICUARO - 2	1.823	de
60	ARANZA - 2	1.820	de
45	CHARAPAN - 2	1.802	de
46	CHARAPAN - 3	1.755	ef
54	TURICUARO - 1	1.700	fg
56	COMACHUEN - 1	1.692	fg
30	NAHUATZEN - 2	1.664	fgh
19	SN. ISIDRO - 1	1.656	gh
48	CAPACUARO - 2	1.621	ghi
22	MOJONERA - 2	1.588	hij
39	CHERAN - 4	1.577	hijk
36	CHERAN - 3	1.556	ijk
52	ARANTEPACUA-1	1.536	ijkl
28	SEVINA - 4	1.516	jklm
14	CORUPO - 1	1.490	klmn
58	COMACHUEN - 2	1.478	lmñi
17	SN. FELIPE - 2	1.466	lmñio
20	PICHATARO - 1	1.464	lmñio
42	ANGAHUAN - 2	1.459	lmñio
5	CONGATZIO - 1	1.445	lmñiop
43	ANGAHUAN - 3	1.431	mñiopq

\* Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales.

CUADRO A9. SEPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO EN BASE A LA PRUEBA DE DUNCAN, DE 25 CRIOLLOS DE MAIZ DE UN TOTAL DE 64 MATERIALES EVALUADOS EN ZACAN, MPIO. DE LOS REYES, MICH., BAJO HUMEDAD RESIDUAL DURANTE EL CICLO P-V DE 1981.

TRAT. Nº	GENOTIPO	REND. ton/ha	AGRUPACION *
60	ARANZA - 2	2.691	a
39	CHERAN - 4	2.656	a
37	CHERAN - 2	2.541	b
55	TURICUARO - 2	2.494	b c
16	SN. FELIPE - 1	2.442	b c d
59	ARANZA - 1	2.424	c d e
27	SEVINA - 3	2.414	c d e
52	ARANTEPACUA - 1	2.398	c d e
36	CHERAN - 1	2.346	d e f
20	PICHATARO - 1	2.350	d e f
54	TURICUARO - 1	2.320	e f
12	SAN LORENZO - 1	2.311	e f g
15	CORUPO - 2	2.307	e f g
47	CAPACUARO - 1	2.307	e f g
38	CHERAN - 3	2.259	f g
45	CHARAPAN - 2	2.252	f g
61	ARANZA - 3	2.232	f g h
62	PALIZADA - 1	2.199	g h
46	CHARAPAN - 3	2.129	h i
30	NAHUATZEN - 2	2.081	h i j
53	ARANTEPACUA - 2	2.078	h i j
42	ANGAHUAN - 2	2.028	h i j k
50	QUINCEO - 1	2.028	h i j k
44	CHARAPAN - 1	2.024	h i j k
34	SN. JUAN TUMBIO - 1	2.021	h i j k,

\* Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales.

CUADRO A10. SEPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO EN BASE A LA PRUEBA DE DUNCAN, DE 25 CRIOLLOS DE MAIZ DE UN TOTAL DE 64 MATERIALES EVALUADOS EN PATAMBAN, MPIO. DE TANGANCICUARO, MICH., BAJO HUMEDAD RESIDUAL DURANTE EL CICLO P-V DE 1981.

TRAT. Nº	GENOTIPO	REND. ton/ha	AGRUPACION *
64	ZIRAHUEN - 1	3.146	a
12	SN. LORENZO - 1	3.146	a
47	CAPACUARO - 1	3.010	ab
63	CRUZ DEL PLATO - 1	2.892	bc
13	SAN LORENZO - 2	2.754	cd
11	V. MADERO - 3	2.748	cd
44	CHARAPAN - 1	2.741	d
48	CAPACUARO - 2	2.705	de
45	CHARAPAN - 2	2.628	def
8	V. MADERO - 1	2.623	def
15	CORUPO - 2	2.584	efg
7	ARENAL - 1	2.554	efgh
6	CONGATZIO - 2	2.552	efgh
50	QUINCEO - 1	2.518	fgh
5	CONGATZIO - 1	2.463	ghi
1	OPOPEO - 1	2.461	ghi
3	OPOPEO - 3	2.451	ghi
14	CORUPO - 1	2.419	hij
62	PALIZADA - 1	2.412	hij
9	V. MADERO - 2	2.411	hij
4	OPOPEO - 4	2.335	ijk
46	CHARAPAN - 3	2.320	ijk
10	ARENAL - 2	2.279	jkl
18	SN. FELIPE - 3	2.251	kl
55	TURICUARO - 2	2.244	kl

\* Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales.

CUADRO A11. SEPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO EN BASE A LA PRUEBA DE DUNCAN, DE 25 CRIOLLOS DE MAIZ DE UN TOTAL DE 64 MATERIALES EVALUADOS EN LA PALIZADA, MPIO. DE VILLA MADERO, MICH., BAJO HUMEDAD RESIDUAL, DURANTE EL CICLO P-V. DE 1981.

TRAT. Nº	GENOTIPO	REND. ton/ha	AGRUPACION	*	—
18	SAN FELIPE - 3	2.540	a		
14	CORUPO - 1	2.488	a b		
63	CRUZ DEL PLATO - 1	2.395	b c		
44	CHARAPAN - 1	2.380	b c		
34	SN. JUAN TUMBIO - 1	2.359	b c		
64	ZIRAHUEN - 1	2.290	c d		
47	CAPACUARO - 1	2.262	c d e		
59	ARANZA - 1	2.194	d e f		
1	OPOPEO - 1	2.174	d e f g		
43	ANGAHUAN - 3	2.126	e f g h		
5	CONGATZIO - 1	2.059	f g h i		
50	QUINCEO - 1	2.038	g h i		
61	ARANZA - 3	2.033	g h i		
41	ANGAHUAN - 1	2.014	h i j		
9	V. MADERO - 2	2.001	h i j k		
27	SEVINA - 3	2.001	h i j k		
42	ANGAHUAN - 2	1.998	h i j k		
15	CORUPO - 2	1.998	h i j k		
45	CHARAPAN - 2	1.988	h i j k		
39	CHERAN - 4	1.984	h i j k		
62	PALIZADA - 1	1.981	h i j k		
8	V. MADERO - 1	1.977	h i j k		
10	ARENAL - 2	1.973	h i j k		
3	OPOPEO - 3	1.970	h i j k		
12	SN. LORENZO - 1	1.955	j k		

\* Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales.

CUADRO A12. SEPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO EN BASE A LA PRUEBA DE DUNCAN, DE 25 CRIOLLOS DE MAIZ DE UN TOTAL DE 64 MATERIALES EVALUADOS EN EL ARENAL, MPIO. DE ARIO DE ROSALES, MICH., BAJO HUMEDAD RESIDUAL, DURANTE EL CICLO P-V DE 1981.

TRAT. Nº	GENOTIPO	REND. ton/ha	AGRUPACION	*
12	SAN LORENZO - 1	3.064	a	
1	OPOPEO - 1	2.846	b	
10	ARENAL - 2	2.838	b	
6	CONGATZIO - 2	2.649	c	
9	V. MADERO - 2	2.611	c d	
64	ZIRAHUEN - 1	2.587	c d e	
7	ARENAL - 1	2.483	d e f	
62	PALIZADA - 1	2.436	e f g	
15	SAN LORENZO - 2	2.421	f g h	
4	OPOPEO - 4	2.362	f g h i	
11	V. MADERO - 3	2.316	g h i j	
34	SN. JUAN TUMBIO - 1	2.273	g h i j k	
3	OPOPEO - 3	2.264	h i j k	
5	CONGATZIO - 1	2.260	h i j k	
45	CHARAPAN - 2	2.205	i j k l	
42	ANGAHUAN - 2	2.203	i j k l	
49	CAPACUARO - 3	2.178	j k l	
48	CAPACUARO - 2	2.126	k l m	
8	V. MADERO - 1	2.092	l m n	
44	CHARAPAN - 1	2.086	l m n	
41	ANGAHUAN - 1	2.066	l m n ñ	
18	SAN FELIPE - 2	2.055	l m n ñ	
28	SEVINA - 4	1.990	m n ñ o	
15	CORUPO - 2	1.947	ñ o p	
38	CHERAN - 3	1.924	ñ o p	

\* Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales.

CUADRO A13. SEPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO EN BASE A LA PRUEBA DE DUNCAN, DE 25 CRIOLLOS DE MAIZ DE UN TOTAL DE 64 MATERIALES EVALUADOS EN ARANTEPACUA, MPIO. DE NAHUATZEN, MICH., BAJO HUMEDAD RESIDUAL DURANTE EL CICLO P-V DE 1981.

TRAT. No.	GENOTIPO	REND. ton/ha	AGRUPACION *
6	CONGATZIO - 2	4.366	a
7	ARENAL - 1	4.354	a
63	CRUZ DEL PLATO - 1	4.315	a b
4	OPOPEO - 4	4.277	a b c
12	SAN LORENZO - 1	4.208	a b c d
47	CAPACUARO - 1	4.183	a b c d
62	PALIZADA - 1	4.164	a b c d
5	CONGATZIO - 1	4.150	b c d e
1	OPOPEO - 1	4.111	b c d e
44	CHARAPAN - 1	4.077	c d e
11	V. MADERO - 5	4.023	d e
64	ZIRAHUEN - 1	4.008	d e f
3	OPOPEO - 3	3.947	e f g
8	V. MADERO - 1	3.928	e f g
10	ARENAL - 2	3.817	f g h
9	V. MADERO - 2	3.792	g h
13	SAN LORENZO - 2	3.784	g h
48	CAPACUARO - 2	3.630	h i
34	SN. JUAN TUMBIO - 1	3.589	i
41	ANGAHUAN - 1	3.582	i
61	ARANZA - 3	3.571	i
15	CORUPO - 2	3.519	i j
18	SAN FELIPE - 3	3.455	i j k
46	CHARAPAN - 3	3.453	i j k
45	CHARAPAN - 2	3.451	i j k

\* Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales.

CUADRO A14. SEPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO EN BASE A LA PRUEBA DE DUNCAN, DE 25 CRIOLLOS DE MAIZ DE UN TOTAL DE 64 MATERIALES EVALUADOS EN SAN FELIPE., MPIO. DE CHARAPAN, MICH., BAJO HUMEDAD RESIDUAL, DURANTE EL CICLO P-V DE 1981.

TRAT. No.	GENOTIPO	REND. ton/ha	AGRUPACION *
64	ZIRAHUAN - 1	3.054	a
12	SAN LORENZO - 1	2.974	a
1	OPOPEO - 1	2.754	b
13	SAN LORENZO - 2	2.744	b
7	ARENAL - 1	2.714	b
41	ANGAHUAN - 1	2.519	c
6	CONGATZIO - 2	2.217	d
47	CAPACUARO - 1	2.041	e
10	ARENAL - 2	2.002	e f
45	CHARAPAN - 2	1.880	f g
11	V. MADERO - 3	1.862	f g h
9	V. MADERO - 2	1.815	g h
5	CONGATZIO - 1	1.765	g h i
18	SAN FELIPE - 3	1.745	g h i
48	CAPACUARO - 2	1.709	h i j
42	ANGAHUAN - 2	1.637	i j k
20	PICHATARO - 1	1.581	j k l
3	OPOPEO - 3	1.517	k l m
14	CORUPO - 1	1.475	l m
8	V. MADERO - 1	1.471	l m
62	PALIZADA - 1	1.468	l m
44	CHARAPAN - 1	1.456	l m
33	NAHUATZEN - 5	1.456	l m
27	SEVINA - 3	1.450	l m
50	QUINCEO - 1	1.430	l m n

\* Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales.