

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

L

ADAPTABILIDAD, ESTABILIDAD Y PRODUCTIVIDAD
DE VARIEDADES TROPICAS DE MAIZ
(Zea mays L.)

ARNOLDO OYERVIDES GARCIA

T E S I S

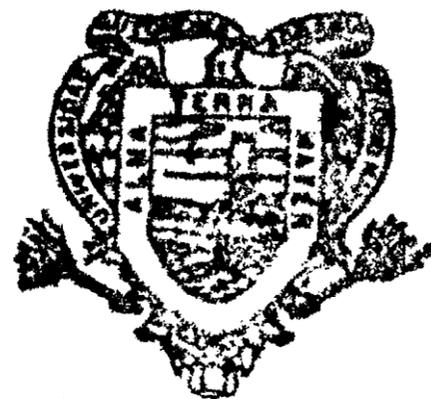
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

INGENIERO AGRONOMO

ESPECIALIDAD EN FITOTECNIA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA.

1 9 8 0.



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

ADAPTABILIDAD, ESTABILIDAD Y PRODUCTIVIDAD
DE VARIEDADES TROPICALES DE MAIZ
(Zea mays L.)

P O R

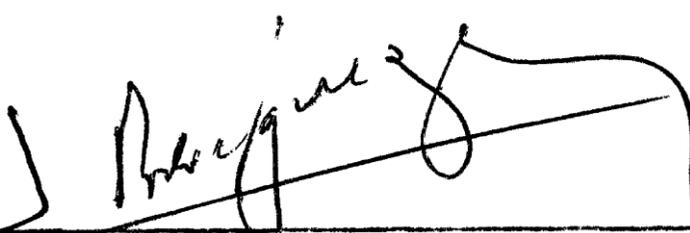
ARNOLDO OYERVIDES GARCIA

T E S I S

Que somete a la consideración del Jurado Examinador, como
requisito parcial para obtener el Título de Ingeniero - -
Agrónomo, Especialidad en Fitotecnia.

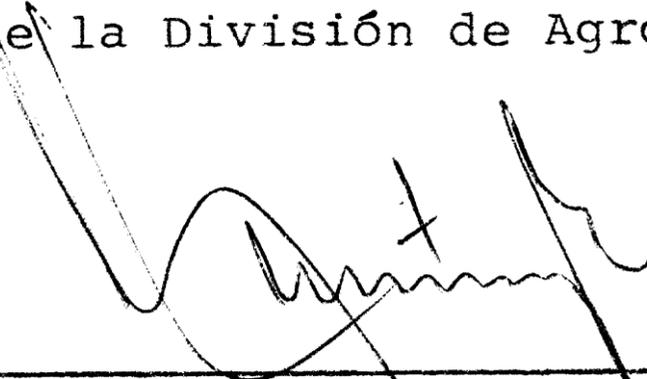
Aprobada por:

El Presidente del Jurado.



ING. MC. JOSE GUADALUPE RODRIGUEZ VALDEZ.

El Coord. de la División de Agronomía.



ING. MC. JOSE L. GUTIERREZ ESQUIVEL.

03574

DEDICATORIA

A mi Padre,
José León.

A la memoria de mi Madre,
Hermila.

A mi Abuelita,
María.

A mis Hermanos,
Manuel, Alicia, Estela, Ruben y Rosalva.

Así como a mis Tíos,
Rodolfo y Mauro.

A todos ellos que de una forma u otra, debo mi formación personal y el haber llegado a terminar mi estudio profesional, mi más sincero agradecimiento por el apoyo que me brindaron. Gracias.

A mi Esposa Patty y a mi Hijo Juan Arnoldo

Por el amor que les profeso,
y por quienes seguiré adelante.

Y por último, a mis Amigos,

Marco Antonio, Mario, Juan Gerardo y Ramón.

Como un pequeño grano de arena por su superación.

RECONOCIMIENTOS

Al Ing. MC. Manuel Oyervides García, mi reconocimiento por haber sugerido el tema así como por su acertada dirección, revisión y corrección del presente estudio.

Al Ing. MC. José Rafael Gómez González, por su apoyo, revisión y sugerencias del manuscrito.

Al Ing. MC. José Luis Gutiérrez Esquivel, por su apoyo en mi preparación para el examen profesional.

Al Dr. Hans Raj Chaudhary, por sus sugerencias durante el procesamiento de los datos.

Al Dr. Eleuterio López Pérez, por la revisión del manuscrito.

A mis compañeros del Instituto Mexicano del Maíz, por su apoyo durante el procesamiento de los datos.

A la Srta. Sandra Luz Coss Ramos, por el gran empeño que puso en la maquinación de este documento.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas por -- proporcionar los medios necesarios para la realización -- del presente trabajo.

C O N T E N I D O

	Pag.
INDICE DE CUADROS	viii
INDICE DE FIGURAS	ix
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	5
2.1. Medio Ambiente	5
2.2. Adaptación y Adaptabilidad	5
2.3. Homeostasis, Estabilidad y Plasticidad.	6
2.4. Interacción Genético-Ambiental y Parámetros de Estabilidad.	9
2.5. Cruzas Dialélicas y Aptitud Combinatoria	14
III. MATERIALES Y METODOS	16
3.1. Area de Trabajo	16
3.1.1. Situación Geográfica y Principales Características Climatológicas.	16
3.2. Material Experimental	18
3.2.1. Material Básico.	18
3.2.2. Formación de las Cruzas Intervarietales, (Dialélicas)	18
3.3. Diseño y Parcela Experimental	20
3.4. Toma de Datos	20
3.5. Análisis Estadísticos	21
3.5.1. Análisis de Varianza para Cada Localidad	21
3.5.2. Análisis de Varianza Combinado y Estimación de Parámetros de Estabilidad.	23

	Pag.
3.6. Estimación de los Efectos de Aptitud Combinatoria	27
3.7. Cálculo de Correlaciones	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	29
4.1. Análisis de Varianza Generales	29
4.2. Análisis Combinado y Estimación de Parámetros de Estabilidad	31
4.3. Efectos de Aptitud Combinatoria	45
4.4. Correlaciones	51
V. CONCLUSIONES	57
VI. RESUMEN	58
VII. BIBLIOGRAFIA	61
VIII. APENDICE	64

INDICE DE CUADROS

ADPO		PAG.
1	IDENTIFICACION, GENEALOGIA, CARACTERISTICAS AGRONOMICAS Y RAZA DE LAS VARIEDADES DE MAIZ CON LAS QUE SE FORMO LA SERIE DIALELICA.	19
2	TIPO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA EL DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS AL AZAR.	22
3	ANALISIS DE VARIANZA CUANDO SON ESTIMADOS LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD.	24
4	CUADRADOS MEDIOS DEL ANALISIS DE VARIACION PARA EL CARACTER RENDIMIENTO DE MAZORCA EN LOS EXPERIMENTOS 1(STA. MA. DEL ORO), 2(SANTIAGO IXCUINTLA) Y 3(COMPOSTELA). NAYARIT 77B y 78A.	30
5	CUADRADOS MEDIOS DEL ANALISIS DE VARIANZA COMBINADO PARA EL CARACTER RENDIMIENTO DE MAZORCA. NAYARIT 77B y 78A.	30
6	ANALISIS DE VARIANZA DEL CALCULO DE LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD.	32
7	PARAMETROS DE ESTABILIDAD (b_i , $s^2 d_i$), ESTIMADOS MEDIANTE EL MODELO DE EBERHART Y RUSSELL (1966), Y RENDIMIENTO PROMEDIO DE CADA UNA DE LAS VARIEDADES INCLUIDAS EN ESTE TRABAJO.	35
8	CLASIFICACION DE LAS VARIEDADES EN BASE A LA DISCRIMINACION PROPUESTA POR EBERHART Y RUSSELL (1966), Y LAS SITUACIONES SUGERIDAS POR CARBALLO Y MARQUEZ (1972).	39
9	PLAN DE CRUZAMIENTOS PARA EL ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS VARIEDADES PROGENITORAS Y SUS CRUZAS CORRESPONDIENTES EN BASE A LOS COEFICIENTES DE REGRESION ESTIMADOS MEDIANTE EL MODELO DE EBERHART Y RUSSELL (1966).	43
10	COEFICIENTES DE REGRESION (b_i), RENDIMIENTO PROMEDIO Y EFECTOS DE APTITUD COMBINATORIA GENERAL (\hat{g}_i) POR LOCALIDAD Y COMBINANDO LOCALIDADES, PARA CADA UNA DE LAS VARIEDADES PROGENITORAS.	46
11	COEFICIENTES DE REGRESION (b_i), RENDIMIENTO PROMEDIO Y EFECTOS DE APTITUD COMBINATORIA ESPECIFICA (\hat{s}_{ij}) POR LOCALIDAD Y COMBINANDO LOCALIDADES, PARA CADA UNO DE LOS CRUZAMIENTOS INTERVARIETALES	48

INDICE DE FIGURAS

FIGURAS		PAG.
1	PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO MEDIO DE 11 VARIEDADES DE MAIZ TROPICAL DETERMINADO POR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE EBERHART Y RUSSELL.	69
2.	PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO MEDIO DE 11 VARIEDADES DE MAIZ TROPICAL Y EL DE SUS 55 CRUZAS POSIBLES, - DETERMINADO POR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE EBERHART Y RUSSELL.	70
3	PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO MEDIO DE 11 VARIEDADES DE MAIZ TROPICAL Y EL DE SUS 55 CRUZAS POSIBLES, - DETERMINADO POR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE EBERHART Y RUSSELL.	71
4	PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO MEDIO DE 11 VARIEDADES DE MAIZ TROPICAL Y EL DE SUS 55 CRUZAS POSIBLES, - DETERMINADO POR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE EBERHART Y RUSSELL.	72
5	PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO MEDIO DE 11 VARIEDADES DE MAIZ TROPICAL Y EL DE SUS 55 CRUZAS POSIBLES, - DETERMINADO POR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE EBERHART Y RUSSELL.	73
6	PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO MEDIO DE 11 VARIEDADES DE MAIZ TROPICAL Y EL DE SUS 55 CRUZAS POSIBLES, - DETERMINADO POR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE EBERHART Y RUSSELL.	74
7	PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO MEDIO DE 11 VARIEDADES DE MAIZ TROPICAL Y EL DE SUS 55 CRUZAS POSIBLES, - DETERMINADO POR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE EBERHART Y RUSSELL.	75
8	PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO MEDIO DE 11 VARIEDADES DE MAIZ TROPICAL Y EL DE SUS 55 CRUZAS POSIBLES, - DETERMINADO POR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE EBERHART Y RUSSELL.	76
9	PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO MEDIO DE 11 VARIEDADES DE MAIZ TROPICAL Y EL DE SUS 55 CRUZAS POSIBLES, - DETERMINADO POR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE EBERHART Y RUSSELL.	77

I. INTRODUCCION

En muchos países del mundo, donde la población es predominantemente rural y no se puede disponer de abastecimientos de alimentos, el rendimiento de los cultivos es sujeto de constante interés. En los países más favorecidos, los cuales generalmente fundamentan su economía en la agricultura, el rendimiento de las plantas cultivadas no es menos importante.

Las contribuciones del mejoramiento de plantas al rendimiento de los cultivos pueden ser agrupadas dentro de cinco categorías, que son, a saber: 1) adaptación específica del -- cultivo a condiciones ambientales locales; 2) selección para - resistencia o tolerancia al ataque de plagas y enfermedades; - 3) modificaciones a la estructura básica de las plantas para - ajustarlas a mejores prácticas de cultivo, por ejemplo la re-- ducción de la altura de las mismas para disminuir las posibilidades de vuelco; 4) formación de variedades de potencial de -- rendimiento alto; y 5) mejoramiento de la calidad de los pro-- ductos.

Las aportaciones anteriores han permitido lograr in-- crementos substanciales en la producción de los cultivos de mayor importancia social y económica en el mundo. No obstante - ello, las necesidades de productos alimenticios son cada vez - mayores, por lo que se precisa de una intensificación de es- - fuerzos a fin de satisfacer las necesidades actuales y futuras de alimentos.

Un aspecto en el que se ha trabajado relativamente poco desde el punto de vista de mejoramiento de plantas es en cuanto al desarrollo de materiales mejorados de amplia adaptabilidad, los cuales tengan la capacidad genética necesaria para producir rendimientos altos y estables durante un cierto período de años y a través de una serie de regiones con condiciones ecológicas variantes.

La amplia adaptabilidad en los cultivos es un carácter agronómicamente deseable, esta es en cierto sentido la resultante de las respuestas genéticas y fisiológicas de las variedades a las condiciones climáticas, edáficas y de manejo -- que prevalecen bajo diferentes ambientes (Matsuo, 1975).

Partiendo de la premisa de que la adaptabilidad es un carácter heredado genéticamente por las plantas a través de su proceso evolutivo, y que su valor relativo está determinado -- principalmente por el grado de estabilidad y productividad de las variedades respectivas bajo diferentes ambientes, sus implicaciones en el mejoramiento de plantas son muy importantes.

Durante el proceso de mejoramiento, el fitomejorador generalmente trata de seleccionar variedades altamente adaptables en base a su comportamiento correspondiente en rendimiento bajo diferentes condiciones ambientales, sin embargo, las bases genéticas de la adaptabilidad no siempre se tienen claramente establecidas. Por lo que, las investigaciones tendientes a lograr un conocimiento más profundo de la naturaleza genética de la adaptabilidad son de suma importancia; dado que ello permitirá facilitar el diseño de programas de mejoramien-

to enfocados hacia la obtención de materiales mejorados de amplia adaptabilidad.

1.1. Objetivos.

La situación anterior motivó a la realización de la presente investigación, la cual tuvo como principal objetivo - el estudiar el comportamiento de un grupo de once variedades - tropicales de maíz y sus cruzas posibles, en función de sus -- efectos de aptitud combinatoria general y específica, y de sus parámetros de estabilidad fenotípica estimados a partir del modelo propuesto por Eberhart y Russell (1966), a fin de:

1). Obtener evidencias que indiquen la posibilidad - que hay de desarrollar materiales mejorados de maíz con alta - estabilidad y alto potencial de rendimiento.

2). Estudiar la relación que existe entre los caracte- res potencial de rendimiento y estabilidad.

3). Analizar el grado de estabilidad de las cruzas - intervarietales en relación con la estabilidad de sus respecti- vos progenitores.

1.2. Hipótesis.

Para alcanzar dichos objetivos se plantearon las si- guientes hipótesis:

1). Los caracteres alta estabilidad y alto potencial de rendimiento no necesariamente se encuentran en una misma variedad, es decir la alta estabilidad no siempre redundante en al- to rendimiento.

2). Los caracteres potencial de rendimiento y estabilidad en maíz son independientes y están determinados por genes diferentes.

3). La estabilidad es un caracter heredable y por lo tanto obedece a un determinado tipo de acción génica.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Medio Ambiente.

Billings (1952) define el ambiente como la suma de todas las sustancias y fuerzas externas que tienen algún efecto sobre la estructura, crecimiento y reproducción de las plantas.

Allard y Bradshaw (1964) señalan que las variaciones del medio ambiente pueden ser divididas en predecibles e impredecibles. Consideran como predecibles las condiciones permanentes del ambiente tales como las características generales del clima y tipo de suelo, así como las características ambientales que fluctúan de manera sistemática, como la longitud del día; también consideran como predecibles los aspectos del medio ambiente de la planta como es el caso de la fecha de siembra, densidad de la misma, etc. Por último señalan que son impredecibles todas las fluctuaciones de elementos del clima en función del tiempo, como lo son la cantidad y distribución de las lluvias, variaciones en la temperatura, entre otros.

2.2. Adaptación y Adaptabilidad.

Wilsie (1962, citado por Livera (1979), indica que la adaptación puede definirse como el valor de sobrevivencia de un organismo bajo las condiciones que prevalecen en el hábitat en el que se desarrolla, Brewbaker (1967) por su parte, considera la adaptación como sinónimo de potencial de reproducción.

En lo que toca a la adaptabilidad, Allard (1967) la define como el proceso por el cual individuos, o parte de ellos, poblaciones, o especies cambian de forma o función al cambiarse de ambientes, de tal forma que sobreviven mejor bajo determinadas condiciones ambientales.

Livera (1979) menciona también que Matsuo (1975) señala que la adaptabilidad es la capacidad de un organismo para sobrevivir y reproducirse en ambientes fluctuantes, enfatizando lo que es una habilidad genética de los organismos la cual determina la estabilización de las interacciones genético-ambientales por medio de reacciones genéticas y fisiológicas de los organismos; asimismo, indica que dicho carácter ha sido adquirido a través del proceso evolutivo. En su mismo estudio Livera cita otro reporte de Matsuo (1975) en el cual menciona que la adaptabilidad es una habilidad genética de las variedades cultivadas para producir un rendimiento alto y estable en ambientes diferentes.

Milton (1974), por su parte indica que la adaptación al igual que el rendimiento es un objetivo complejo en la creación de maíces mejorados.

2.3. Homeostasis, Estabilidad y Plasticidad.

Homeostasis es el mecanismo de autoregulación del organismo, el cual le permite estabilizarse ante las variaciones ambientales externas e internas (Lerner 1954).

El mismo autor indica que los genotipos heterocigóti

cos de especies alogamas muestran mayor capacidad de amortiguamiento cuando son sometidos a condiciones ambientales diferentes, mientras que los individuos homocigóticos son más susceptibles a las variaciones incontrolables del ambiente.

Allard y Bradshaw (1964) señalan que existe bastante controversia con respecto al significado del término homeostasis, indicando que una variedad "buena amortiguadora" es aquella que puede ajustar su condición genotípica y fenotípica en respuesta a condiciones fluctuantes del ambiente, por lo que en este sentido los términos "homeostasis" y "buena amortiguadora" son hasta cierto punto equivalentes.

Los mismos investigadores mencionan que los genotipos pueden lograr la estabilidad mediante dos formas: 1) amortiguamiento individual, el cual sucede cuando cada individuo que constituye una población tiene buena adaptación a un rango de ambientes y 2) amortiguamiento poblacional cuando cada miembro de la variedad está adaptado a un rango distinto de ambientes, de tal manera que la flexibilidad surge de la coexistencia de los diferentes genotipos. Lo anterior indica que las poblaciones genéticamente homogéneas como las líneas homocigóticas y las cruas simples dependen de amortiguamiento individual para conseguir la estabilidad, mientras que en las poblaciones genéticamente heterogéneas como las variedades de polinización libre el amortiguamiento puede ser individual y poblacional.

Martínez et al (1970), al estudiar el comportamiento de dos variedades de maíz y sus progenies F_1 , F_2 y F_4 , para --

los caracteres rendimiento (peso de grano), número de mazorcas por planta y número de granos por mazorca, encontraron que la mayor estabilidad fue para las variables rendimiento y número de mazorcas por planta. En lo que toca a las progenies la F_1 presentó la mayor estabilidad y la F_4 la más baja, por lo que sugieren el uso de poblaciones heterogéneas y heterocigóticas para reducir la interacción genotipo-ambiente.

Con relación al concepto de estabilidad, Marquez - - (1973) enfatiza que desde el punto de vista lógico y convencional algo estable es aquello que no cambia a través del tiempo y del espacio, pero que no obstante desde el punto de vista de Eberhart y Russell (1966), una variedad estable responde exactamente a las fluctuaciones ambientales y no interacciona con el ambiente.

Bradshaw (1965), al estudiar la estabilidad de los caracteres, conjunta información que revela que el grado de estabilidad varía de un genotipo a otro, de donde infiere que esta gobernada genéticamente. El mismo autor cita un trabajo de Williams (1960) quien encontró que un grupo de líneas de tomate diferían marcadamente en su estabilidad para varios caracteres, y que la estabilidad se transmitía a sus cruas. De su estudio Bradshaw concluye, entre otros, que la estabilidad estata controlada genéticamente y por lo tanto puede ser factible aplicar la selección para conseguirla; mientras que la plasticidad no es de origen genético. El citado autor define el concepto de plasticidad como el grado en que la expresión de los carac-

terres de un genotipo es capaz de alterarse por las diferencias ambientales, y señala que la plasticidad es la falta de homeostasis y por lo tanto es una condición opuesta a la estabilidad. También Bradshaw indica que existen diferencias varietales dentro de una especie dada con respecto al grado de plasticidad - señalando que tales diferencias son difíciles de explicar.

2.4. Interacción Genético Ambiental y Parámetros de Estabilidad.

Aguilar y Fischer (1975) mencionan que los rendimientos de las plantas no solamente dependen de la capacidad productora de un genotipo sino también de la interacción del genotipo ambiente, ya sea ésta por variaciones de genotipos, años y/o localidades de siembra.

Oyervides (1979) señala que en un programa de mejoramiento de plantas es una práctica común conducir el mismo experimento en varias localidades diferentes, y que el motivo de ellos es generalmente el de estimar la influencia del medio ambiente sobre los genotipos, es decir la magnitud de la interacción genético-ambiental.

Con el propósito de medir la magnitud de la interacción genotipo ambiente de una variedad en diferentes medios ambientes, Eberhart y Russell (1966) propusieron un modelo matemático el cual permite combinar los componentes de varianza ambiental y de interacción genotipo-ambiente en el análisis de variación. Dicho análisis permite definir los parámetros de estabilidad fenotípica b_i (coeficientes de regresión) y S^2_{di} -

(desviaciones de regresión), los cuales pueden ser utilizados para predecir el comportamiento de una variedad en varios medios ambientales. El modelo desarrollado por estos autores es el siguiente:

$$Y_{ij} = U_i + B_i I_j + d_{ij}$$

en donde:

Y_{ij} es la media del caracter de la i -ésima variedad en el j -ésimo ambiente ($i=1,2,\dots,v$; $j = 1, 2,\dots,n$).

U_i media del caracter de la i -ésima variedad sobre todos los ambientes.

B_i es el coeficiente de regresión que mide la respuesta de la i -ésima variedad al variar los ambientes.

d_{ij} es la desviación de la regresión de la i -ésima variedad en el j -ésimo ambiente.

I_j es el índice ambiental el cual se obtiene al promediar el comportamiento de todas las variedades de el j -ésimo ambiente y restar la gran media.

Los autores citados definen a una variedad estable como aquella que muestra un coeficiente de regresión $b_i = 1.0$ y una desviación de regresión $S^2 d_i = 0$.

Carballo y Marquez (1972) aplicaron el modelo anterior a un conjunto de variedades de maíz con las cuales efectuó 2 grupos en base a origen y localización de los ambientes. Uno estrando que el método resultó efectivo para la discrimina-

ción de las variedades, categorizándolas bajo seis situaciones posibles en función del valor de sus parámetros. Dichas situaciones se presentan en el siguiente cuadro.

Situación	Coef.de reg.	Desv.de la reg.	Descripción
a	$b_i = 1.0$	$S^2 d_i = 0$	Variedad estable
b	$b_i = 1.0$	$S^2 d_i > 0$	Buena respuesta en todos los ambientes, pero inconsistente.
c	$b_i < 1.0$	$S^2 d_i = 0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistente.
d	$b_i < 1.0$	$S^2 d_i > 0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables e inconsistente.
e	$b_i > 1.0$	$S^2 d_i = 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes y consistentes.
f	$b_i > 1.0$	$S^2 d_i > 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes e inconsistente.

Fuente: Carballo y Marcuez (1972).

Como puede apreciarse los autores adoptan el término "consistentes" para indicar un mayor grado de confiabilidad en las predicciones que se hagan dentro del rango estudiado. Asimismo denominan a una variedad "inconsistente" a la que presenta mayores fluctuaciones con los cambios ambientales. Los mismos autores indican que una variedad "deseable" es la que además de ser estable muestra rendimientos altos, y consideran --

que el concepto de deseabilidad lo debe definir el mejorador - en función de las características ambientales de su área de -- acción; señalan además que el complementar el método propuesto por Eberhart y Russell (1966), integrando en un solo índice -- los parámetros de estabilidad y el rendimiento promedio, puede facilitar la detección de materiales deseables en las diferen- tes etapas de mejoramiento.

En el mismo estudio, Carballo y Marquez realizaron - las correlaciones entre las medias varietales y los parámetros b_1 y S^2_{di} para los agrupamientos de los experimentos sembrados bajo condiciones de riego, y para los conducidos en temporal, - no encontrando significancia para los primeros, y para los se- gundos la correlación fue negativa y significativa.

Palomo (1975) utilizó la clasificación propuesta por Carballo y Marquez para discriminar variedades de algodón, con- cluyendo que las variedades Acala 5701V y Acala 1517V pueden - ser explotadas en mejoramiento genético como portadoras de es- tabilidad fenotípica, principalmente para conferir estabilidad en el rendimiento en suelos infestados por *Verticillium dahliae*. Indica también que el carácter rendimiento mostró una alta interacción genotipo por año, mientras que los caracteres pre- cocidad, altura de planta, porcentaje de fibra, peso de capullo, longitud, resistencia y finura de la fibra fueron poco afecta- dos por los cambios ambientales.

Carballo y Marquez (1972) enfatizan la conveniencia - de seleccionar para adaptabilidad a diferentes ambientes desde

las primeras etapas de selección de genotipos. Asimismo señalan que el modelo propuesto por Eberhart y Russell (1966) permite detectar las interacciones genotipo-ambiente-año, lo cual conlleva a la clasificación de una región en subregiones, además de permitir una selección más efectiva de los genotipos de interés.

Castellón (1976) menciona que los parámetros de estabilidad permiten predecir tendencias de respuesta con mayor seguridad que la media varietal por si sola. También indica que dichos parámetros pueden auxiliar al investigador en la decisión de modificar o abandonar determinados sistemas de selección, y concluye que uno o dos años de evaluación bastan, si se aumentan los sitios de observación para definir con mayor precisión las variedades específicas para determinados ambientes.

López (1978) concluye que el uso de parámetros de estabilidad para la discriminación de materiales genéticos debe aplicarse sobre la base de que la caracterización realizada solo es válida bajo las condiciones en las que se efectuó la evaluación, no debiéndose por lo tanto extrapolar para otros años y localidades.

Cordova (1975), en un estudio sobre el efecto del rendimiento y estabilidad de variedades sintéticas de maíz encontró una estrecha asociación positiva entre el rendimiento y el coeficiente de regresión, mientras que la asociación entre el rendimiento y las desviaciones de regresión fue negativa. De sus resultados indica que variedades con media alta presentan coeficientes de regresión altos.

Rowe y Andrew (1964), citados por Carballo y Marquez (1972), en un estudio sobre estabilidad entre grupos genotípicos de maíz, encontraron que los heterocigotes tuvieron un comportamiento elevado bajo condiciones favorables, pero desproporcionalmente reducido en condiciones desfavorables.

Allard y Bradshaw (1964) encontraron que las poblaciones heterogéneas son más estables que las homogéneas pero señalan que pueden lograrse poblaciones homogéneas estables por medio de mejoramiento genético continuo.

2.5. Cruzas Dialélicas y Aptitud Combinatoria.

Martínez (1975) menciona que las cruas dialélicas, las cuales se componen de los cruzamientos simples que pueden lograrse entre los elementos de un conjunto básico de líneas progenitoras, constituyen un procedimiento útil de investigación en la genética de plantas y animales, y que su empleo actual tiene su origen en el desarrollo de los conceptos de aptitud combinatoria general y específica establecidos por Sprague y Tatum (1942). Martínez señala que de acuerdo con dichos autores el término aptitud combinatoria general se emplea para designar el comportamiento de una línea en combinaciones híbridas, y que el término aptitud combinatoria específica se utiliza para designar aquellos casos en los que ciertos cruzamientos lo hacen relativamente mejor o peor que lo que podría esperarse sobre la base del comportamiento promedio de las líneas involucradas.

El mismo autor indica también que las cruzas dialélicas se emplean para estimar las componentes genéticas de la variación entre los rendimientos de las propias cruzas, así como su capacidad productiva.

Griffing (1956), citado por Oyervides (1979), señala que los efectos de aptitud combinatoria general de los progenitores son una función de los efectos genéticos aditivos, y que los efectos de aptitud combinatoria específica a su vez son una función de los efectos genéticos de tipo no aditivo.

Oyervides (1979) considera de especial importancia - para la fórmulación de programas de mejoramiento la estimación de los efectos de aptitud combinatoria general de las poblaciones básicas con que se cuente, así como la estimación de los - efectos de aptitud combinatoria específica de sus cruzamientos; ya que dichas estimaciones permiten hacer inferencias sobre la estructura genética de las poblaciones por mejorar y el origen de la heterosis mostrada al ser cruzadas.

III. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo es una extensión de un estudio realizado por el Ing. MC. Manuel Oyervides García* en el estado de Nayarit, como parte del programa de mejoramiento genético de maíz del Campo Agrícola Experimental de Santiago Ixcuintla, del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, SARH**. Por lo que el autor hace patente su reconocimiento a la información por él recabada, la cual sirvió de base para la implementación del estudio que aquí se reporta.

3.1. Area de Trabajo.

3.1.1. Situación geográfica y principales características climatológicas.

El estado de Nayarit se encuentra localizado en el Noroeste de la República Mexicana y se encuentra limitado al Norte por los estados de Sinaloa y Durango, al Sur con Jalisco, al Este con Durango y Jalisco y al Oeste con el Océano Pacífico. Geográficamente esta situado dentro de las coordenadas $20^{\circ}37'30''$ y $23^{\circ}00'00''$ de latitud Norte y $103^{\circ}50'04''$ y $105^{\circ}45'06''$ de longitud Oeste.

* Previa autorización de él mismo y de la Institución en la que presta sus servicios.

** Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

Las principales zonas agrícolas de Nayarit se localizan en la parte Noroeste y Suroeste del estado (ver Figura 13 del apéndice), en esas regiones se encuentran localizados los municipios de Santiago Ixcuintla, Compostela y Santa María del Oro (ver Figura 14 del apéndice); los cuales son los ambientes de estudio del presente trabajo. Las características geográficas y climatológicas de dichas localidades son las siguientes:

Santiago Ixcuintla se localiza a los $21^{\circ}49'$ de latitud Norte y $105^{\circ}12'$ de longitud Oeste, su altura es de 44 metros sobre el nivel del mar. Su temperatura y precipitación media anual es de 26.4°C y 869 mm, respectivamente (ver Figuras 15 y 16 del apéndice).

Compostela se localiza a los $21^{\circ}15'$ de latitud Norte y $104^{\circ}54'$ de longitud Oeste, su altura es de 875 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura y precipitación media anual de 22°C y 964 mm, respectivamente (ver Figuras 15 y 16 del apéndice).

Santa María del Oro, se localiza a los $21^{\circ}23'$ de longitud Oeste, su altura es de 1,200 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura y precipitación media anual de 26°C y 1,250 mm, respectivamente (ver Figuras 15 y 16 del apéndice).

Generalmente el clima que prevalece en el estado es el Tropical Sabana (AW), encontrándose también en áreas muy pequeñas los climas templados (CWa) y semiárido (BswH) (ver Figura 17 del apéndice), las cuales son destinadas a las actividades forestales y de pastoreo (ver Figura 18 del apéndice).

3.2. Material Experimental.

3.2.1. Material básico.

En 1974 un grupo de 1,036 colecciones de maíz fueron sometidas a dos ensayos de rendimiento, seleccionándose un promedio de 200 variedades, las cuales se evaluaron durante 1975 y 1976 (Oyervides 1979). Una vez hechas las evaluaciones se seleccionaron 40 de ellas, de las que finalmente se escogieron 10 variedades, las cuales constituyen el material básico de este estudio. Los criterios utilizados para la selección de dichas colecciones se citan en seguida: 1) fueron las variedades que mostraron los más altos rendimientos y 2) disponibilidad de semilla para la formación de los cruzamientos intervarietales.

Además de las 10 colecciones seleccionadas se agregó la variedad V-521, por ser una de las variedades recomendadas en el área de influencia de Campo Agrícola Experimental de Santiago Ixcuintla, Nayarit.

En el Cuadro 1 se presenta la genealogía, clasificación racial y algunas características agronómicas de las 11 variedades que sirvieron de base para la formación de los cruzamientos posibles entre ellas.

3.2.2. Formación de las cruzas intervarietales (dialélicas).

La formación de las cruzas intervarietales se llevó a cabo durante el ciclo agrícola de invierno-primavera de 1976-77, lográndose realizar las 55 cruzas posibles entre las 11 varie-

CUADRO 1. ORIGINACION, GENEALOGIA, CARACTERISTICAS AGRONOMICAS^{1/} Y RAZA DE LAS VARIETADES DE MAIZ CON LAS QUE SE FORMO LA SERIE DIALECTICA.

No.	Genealogía	Días a Antesis	Altura ^{2/} Planta ^{2/}	Altura ^{2/} Mazorca ^{2/}	No.de Ram. de la Esp. ^{3/}	No.de Hojas ^{4/}	Color Grano	Clasificación Racial
1	Chis. 455	71	319	182	17.2	5.8	Crema	Tuxp.x olotillo
2	Chis. 497	71	314	178	15.7	5.8	Crema	Tuxpeño
3	V-521	65	294	162	17.6	5.6	Blanco	Tuxpeño
4	Jal. 285	65	293	152	17.3	5.9	Blanco	Tuxpeño
5	Sin. 21	65	279	146	18.0	6.0	Blanco	Tuxpeño
6	S.L.P. 199	70	303	177	11.5	5.7	Blanco	Tuxpeño
7	Chis. 512	69	312	181	16.6	5.7	Amarillo	Tuxp.x olotillo
8	Chis. 472	71	317	184	16.6	5.7	Crema	Tuxpeño
9	Chis. 496	72	319	193	16.3	5.7	Crema	Tuxp.x olotillo
10	Nay. 334	70	313	180	15.9	5.8	Crema	Tuxpeño
11	Tam. 126	62	273	145	17.7	5.3	Blanco	Tuxpeño

1/ Datos promedio de las 3 localidades de prueba (promedio de 80 plantas de cada prueba).

2/ Medida en centímetros (promedio de 80 plantas de cada prueba).

3/ Ramificaciones primarias de la espiga (promedio de 80 plantas de cada prueba).

4/ Hojas sobre la mazorca principal (promedio de 80 plantas de cada prueba).

dades progenitoras. En adelante el grupo de materiales en estudio se le denominará "variedades", es decir a las variedades y a sus cruzas.

3.3. Diseño y Parcela Experimental.

El material experimental, constituido por las 11 variedades, sus 55 cruzas posibles y 2 híbridos comerciales, H-507- y H-503, se evaluaron en un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones, el cual se realizó en las tres localidades experimentales antes mencionadas (Compostela, Sta. Ma. del Oro y Santiago Ixcuintla).

Para todas las localidades la parcela experimental estuvo formada por 2 surcos de 6.5 metros de largo y 92 centímetros de ancho, con 26 plantas cada uno.

3.4. Toma de Datos.

En su trabajo Oyervides (1979) estudio diez caracteres de la planta y mazorca de maíz, no obstante para los objetivos específicos de la presente investigación solo se empleó la información correspondiente a la variable rendimiento de mazorca, la cual se obtuvo al pesar las mazorcas producidas por todas las plantas con competencia completa de cada parcela (en general fueron de 40 a 50); posteriormente el peso por parcela se corrigió por contenido de humedad. Por último, el peso de mazorca por parcela, ajustado al 100% de materia seca se dividió entre el número de plantas cosechadas para obtener el rendimiento promedio en kilogramos de mazorca por planta por parcela.

Para la estimación de los efectos de aptitud combinatoria general y específica se utilizó el rendimiento de mazorca promedio por planta por parcela, mientras que para la estimación de los parámetros de estabilidad se empleó el rendimiento de mazorca por hectárea de cada variedad o sus cruzas respectivas.

3.5. Análisis Estadísticos.

Los análisis estadísticos se llevaron a cabo de las siguientes formas:

- a). Análisis de varianza para cada localidad
- b). Análisis de varianza combinado con estimación de parámetros de estabilidad.

3.5.1. Análisis de varianza para cada localidad.

Se realizaron en base al siguiente modelo (1):

$$Y_{ij} = M + T_i + B_j + e_{ij} \dots (1)$$

en donde:

Y_{ij} es la i -ésima observación de la j -ésima repetición

M es la media general

T_i efecto del i -ésimo tratamiento

B_j efecto de la j -ésima repetición

e_{ij} error aleatorio

En el cuadro 2 se presenta el análisis de varianza - originado a partir del modelo anterior.

CUADRO 2. TIPO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA EL DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS AL AZAR.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Fc
Repeticiones	$r - 1$	CMR	CMR/CME
Tratamientos	$t - 1$	CMT	CMT/CME
Error	$(r-1) (t-1)$	CME	
Total	$rt - 1$		

Para la comparación de medias se utilizó la prueba de la Diferencia Mínima Significativa (DMS), utilizando la siguiente fórmula:

$$DMS = t \sqrt{\frac{2s^2}{r}}$$

en donde:

s^2 es el cuadrado medio del error

r número de repeticiones

t valor tabular de \underline{t} para los grados de libertad del error.

Antes de proceder a realizar el análisis de varianza combinado se efectuó la prueba de homogeneidad de varianzas -- del error de los experimentos individuales, haciendo uso de -- una prueba rápida desarrollada por Hartley, la cual consiste -- en lo siguiente.

Si se tienen "t" estimadores de varianza y se quiere probar la hipótesis.

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots \sigma_t^2 = \sigma^2$$

el valor estadístico de prueba es:

$$F_{\max} = \frac{S^2_{\max}}{S^2_{\min}}$$

de tal manera que si $F_{\max} < F_{(t,n) \text{ gl}}$, se rechaza H_0 , donde t es el número de estimadores de varianzas que se comparan y n son los grados de libertad correspondientes a cada estimador.

Después de aplicada dicha prueba quedó demostrada la homogeneidad de varianzas, por lo que se procedió a efectuar el análisis conjunto.

3.5.2. Análisis de varianzas combinado y estimación de parámetros de estabilidad.

Una vez calculado el análisis de variación para cada una de las localidades, se realizó el análisis de varianzas combinado y la estimación de los parámetros de estabilidad en base al modelo (2), propuesto por Eberhart y Russell (1966). La forma del análisis de varianzas se presenta en el Cuadro 3.

$$Y_{ij} = M_i + B_i + I_j + d_{ij} \dots \dots \dots (2)$$

donde:

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

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

B_i Coeficiente de regresión que mide la respuesta de la i -ésima variedad en los diferentes ambientes.

CUADRO 3. ANALISIS DE VARIANZA CUANDO SON ESTIMADOS LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio
Total	av-1	$\sum_{ij} Y_{ij}^2 - F.C.$	$\frac{Y_{..}^2}{N}$
Varietades (V)	v-1	$\frac{1}{a} \sum_i Y_{i.}^2 - F.C.$	CM1
Medios ambientes (A)	a-1	$\sum_{ij} Y_{ij}^2 - \sum_i Y_{i.}^2 / a$	
A x V	(v-1)(a-1)		
Medios ambientes (lineal)	1	$\frac{1}{v} \sum_j (Y_{.j} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
V x A (lineal)	v-1	$\sum_i \{ (\sum_j Y_{ij} I_j)^2 / \sum_j I_j^2 \} - S.C. A(lineal)$	CM2
Desviación conjunta	v(a-2)	$\sum_{ij} \delta_{ij}^2$	CM3
Varietad 1	a-2	$\{ \sum_j Y_{ij}^2 - \frac{Y_{i.}^2}{a} \} - (\sum_j Y_{ij} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
.	.		
.	.		
Varietad v	a-2	$\{ \sum_j Y_{vj}^2 - \frac{Y_{v.}^2}{a} \} - (\sum_j Y_{vj} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
Error conjunto	a(r-1)(v-1)		CM4

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

I_j Índice ambiental obtenido por sustraer la media-general del rendimiento promedio de todas las variedades en un ambiente particular.

$$I_j = (\sum_i Y_{ij}/v) - (\sum_i \sum_j Y_{ij}/va)$$

Los parámetros de estabilidad son:

a). El coeficiente de regresión (B_i)

donde:

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

b). La desviación de regresión (s^2_{di}).

donde:

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

donde a su vez:

$s^2_{e/r}$ es el estimador del error conjunto.

$$\sum_j \hat{d}^2_{ij} = \left\{ \sum_j Y_{ij} - \frac{Y^2_{i.}}{a} \right\} - \left(\sum_j Y_{ij} I_j \right)^2 / \sum_j I_j^2$$

El estadístico B_i mide el incremento promedio del rendimiento medio de una variedad por unidad de incremento en el índice ambiental; s^2_{di} mide que tan diferentes son la respuesta observada y los valores predichos.

Las pruebas de hipótesis que pueden realizarse a partir de este tipo de análisis son las siguientes:

a). La comparación de las medias se hace bajo la hipótesis nula:

$$H_0: V_1 = V_2 \dots V_v$$

Se prueba con:

$$F = CM_1/CM_3$$

b). La hipótesis nula para la comparación de los coeficientes de regresión.

$$H_0: B_1 = B_2 = \dots B_v$$

se prueba con:

$$F = CM_2/CM_3$$

Para probar que el coeficiente de regresión es igual a la unidad se usa el estadístico t como sigue:

$$t_c = b_i - 1.0/S.E.b_i$$

donde:

S.E.b_i = a la varianza del error de un coeficiente de regresión.

donde a su vez:

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

por último

$$t_c \leq t_{\alpha} (a-2) \text{ gl nivel de significación } \alpha/2$$

c). La prueba aproximada de las desviaciones de regresión para cada variedad puede obtenerse de la siguiente manera.

$$F = \frac{\sum_j \hat{d}_{ij}^2}{(a-2)} / \text{error conjunto}$$

La comparación específica de medias de variedades se efectuó la prueba de DMS.

La clasificación en base a los parámetros de estabilidad se realizó en base al agrupamiento propuesto por Carballo y Marquez (1972), la cual se reporta en la sección de Revisión de Literatura de este trabajo.

3.6. Estimación de los Efectos de Aptitud Combinatoria.

Para la estimación de los efectos de aptitud combinatoria general (g_i) y aptitud combinatoria específica (s_{ij}) se emplearon las siguientes fórmulas:

$$U = \frac{2 Y \dots}{rp (p+1)} - \bar{Y} \dots$$

$$\hat{g}_i = \frac{Y_i \dots}{r (p+2)} - \frac{2y \dots}{rp (p+2)}$$

$$\hat{s}_{ij}^2 = \frac{Y_{ij.}}{r} - (\hat{g}_i + \hat{g}_j) - \bar{Y} \dots$$

donde:

r repeticiones

p variedades progenitoras

$Y_i \dots$ suma de las cruzas en que interviene el progenitor i

$Y \dots$ gran total

A partir de dichos efectos (\hat{g}_i , \hat{s}_{ij}) se pudo estudiar el comportamiento genético de cada una de las variedades progenitoras y sus cruzamientos.

La estimación de los \hat{g}_i y \hat{s}_{ij} se efectuó para cada localidad y posteriormente se promediaron los efectos calculados para los \hat{g}_i y \hat{s}_{ij} de las tres localidades.

3.7. Cálculo de Correlaciones.

Se calcularon los coeficientes de correlación entre los parámetros de estabilidad (b_i) estimados a partir del modelo propuesto por Eberhart y Russell (1966), y los efectos esti

mados de aptitud combinatoria general, por un lado; y por otro con los efectos de aptitud combinatoria específica, también se estimaron las correlaciones entre los coeficientes de regresión y las medias de rendimiento. La fórmula matemática usada para el cálculo de dichas correlaciones es la siguiente:

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2)(\sum y^2)}}$$

donde:

r es el coeficiente de correlación el cual mide el grado de asociación entre las variables X y Y.

$$\sum xy - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n} = \sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})$$

$$\sum x^2 = \sum (X - \bar{X})^2$$

$$\sum y^2 = \sum (Y - \bar{Y})^2$$

en donde a su vez:

X es la observación individual de la variable X

Y es la observación individual de la variable Y

\bar{X} media de la variable X

\bar{Y} media de la variable Y

n número de observaciones

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Análisis de Varianza Generales.

Los cuadrados medios de los análisis de varianza por localidad para el caracter rendimiento en kilogramos de mazorca seca por hectárea se presentan en el Cuadro 4.

Se pueden observar en dicho cuadro diferencias altamente significativas (**) entre variedades y entre repeticiones, lo cual según lo señala Oyervides (1979) era de esperarse dada la variabilidad del material genético incluido en este trabajo. Por otro lado los coeficientes de variación son algo altos, pero aceptables según lo comunmente establecido y la naturaleza genética de las variedades involucradas.

En el Cuadro 5 se presentan los resultados correspondientes al análisis combinado, en él se puede apreciar que se detectaron diferencias altamente significativas entre repeticiones, entre localidades y entre genotipos. Para la interacción genotipos x localidades no se encontró significancia estadística. Con respecto a las diferencias encontradas entre localidades éstos resultados, tal como lo señala Oyervides (1979) son bastante lógicos dado que uno de los experimentos (Santiago Ixcuintla) se condujo durante un ciclo agrícola distinto, con condiciones ambientales y de cultivo bastante diferentes a las que predominan en los otros dos sitios experimentales (Compostela y Santa María del Oro). Con respecto a la magnitud de

CUADRO 4. CUADRADOS MEDIOS DEL ANALISIS DE VARIACION PARA EL CARACTER RENDIMIENTO DE MAZORCA EN LOS EXPERIMENTOS 1 (STA. MA. DEL ORO), 2 (SANTIAGO IXCUINTLA) y 3 (COMPOSTELA). NAYARIT 77B y 78A.

Fuente de Variación	G.L.	Cuadrados Medios		
		Sta.Ma.del Oro	Santiago Ixc.	Compostela
Repeticiones	3	52,779,868.2 44,860,722.8**	27,308,978.4**	52,138,025.8**
Variedades	67	5,501,367.8**	1,987,038.8**	5,837,641.2**
Error	201	2,415,777.6	1,300,384.8	1,715,631.5
Totales	271			
Coef. de Var. (CV)		25.7%	16.9%	21.9%

* Significativo al 5% de Probabilidad.

** Significativo al 1% de Probabilidad.

CUADRO 5. CUADRADOS MEDIOS DEL ANALISIS DE VARIANZA COMBINADO PARA EL CARACTER RENDIMIENTO DE MAZORCA. NAYARIT -- 77B y 78A.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrado Medio
Localidades	2	447,347,925.6**
Repeticiones/Localidades	9	41,435,900.1**
Variedades	67	6,888,485.6**
Vars.* Localidades	134	2,218,930.4
Error	603	1,810,598.0
Total	815	
Coef. de Var. (CV)		21.2%

* Significativo al 5% de Probabilidad.

** Significativo al 1% de Probabilidad.

la interacción genotipo x localidades, los resultados parecen indicar que los genotipos evaluados no interaccionaron con las localidades, o bien que el diseño experimental no fue lo suficientemente sensible para detectar diferencias significativas para dicha interacción (Oyervides, 1979). El coeficiente de variación para el análisis conjunto es también relativamente alto pero confiable.

En lo que toca a la comparación de medias (DMS), tanto para los análisis individuales como para el análisis conjunto, Oyervides (1979) presenta una descripción bastante completa, la cual no se comenta en este trabajo para evitar repetitividad y porque no es el objetivo central del mismo; no obstante, en el Cuadro 1 del apéndice se presentan las comparaciones correspondientes de medias.

4.2. Análisis Combinado y Estimación de Parámetros de Estabilidad.

Los resultados del análisis de varianza conjunto y para estimar los parámetros de estabilidad se presentan en el Cuadro 6. Este muestra que existen diferencias altamente significativas (1%) para variedades y para ambientes, mientras que para la interacción variedades por ambiente (lineal) no se detectaron diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que hay diferencias entre los promedios de rendimiento de variedades, pero que no existen diferencias entre los coeficientes de regresión de las variedades sobre los índices ambientales, o sea que hay una respuesta similar del rendimiento de

CUADRO 6. ANALISIS DE VARIANZA DEL CALCULO DE LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD.

Factor de Variación	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	
Total	203	413,366,757.0	2,036,289.4	
Variedades (V)	67	115,378,017.0	1,722,059.9	CM ₁ **
Ambientes (A)	136	297,988,740.0		
V x A	134			
Ambiente (lineal)	1	223,665,750.0	223,665,750.	**
V x A (lineal)	67	31,937,348.8	476,676.8	CM ₂ NS
Desviación conjunta	68 ¹³⁶	42,384,476.0	623,301.1	CM ₃
Error conjunto	603		452,649.4	CM ₄

** Significativo al nivel de 0.01

NS No significativo

239.

las variedades a los ambientes donde se efectuó la prueba.

con relación a esto Juárez (1977) reporta también como no significativa la interacción de variedades por ambiente (lineal), e indica que ello puede deberse a una reducida heterogeneidad ambiental, lo cual bien pudiera haber sido el caso del presente trabajo. Por otro lado Carballo y Livera (1979), en una ponencia señalaron, las ventajas y limitaciones de la técnica de parámetros de estabilidad propuesta por Eberhart y Russell (1966), e indican como limitantes a dicha técnica el número de ambientes de estudio y la forma de estimación del índice ambiental, situación que también hubiera podido causar algún efecto en estos resultados.

También, se puede pensar que tal vez con la aplicación de otro modelo, como el propuesto por Finlay y Wilkinson (1965) se pudiera detectar significancia para la interacción variedades por ambiente. O bien como lo señalan Livera y Carballo (1979), utilizando como índice ambiental la variedad más estable de las incluidas en este trabajo (V-521).

No obstante lo anterior, cabe señalar que aún cuando no se detectaron diferencias entre los coeficientes de regresión mediante el análisis de varianza, se realizaron pruebas individuales de estos utilizando para ello el estadístico t; encontrándose de esta manera que un coeficiente (H-503) difirió de la unidad.

El hecho de que mediante el análisis de variación no se tuvieran diferencias significativas entre los coeficientes-

de regresión (b 's), y que si se hubieran encontrado por medio del estadístico t , se debe a que el análisis de varianza es un procedimiento empleado para probar hipótesis generales, en cambio t prueba hipótesis de las b 's en particular.

En el cuadro 7 se presentan los valores de los parámetros de estabilidad (b_i, S^2_{di}) estimados para cada variedad. También, en el mismo cuadro se muestran los rendimientos obtenidos de cada una de ellas.

Se puede observar que todas las variedades presentaron coeficientes de regresión (b_i) numéricamente diferentes de 1.0, sin embargo, como se indicó antes, solo el híbrido H-503 reportó estadísticamente significativa dicha diferencia.

En lo que toca a las desviaciones de regresión (S^2_{di}) para cada una de las variedades en estudio todas presentaron desviaciones numéricamente diferentes a cero; no obstante, únicamente las variedades 7, 20, 32, 40, 46, 47, 51 y 55 registraron significativa dicha diferencia (las variedades 7, 32, 40, 47, 51 y 55 mostraron significancia al 5% de probabilidad, mientras que solamente las variedades 20 y 46 reportaron significancia al 1% de probabilidad).

En base a la discriminación propuesta por Eberhart y Russell (1966), en el sentido de que una variedad es estable cuando posee un coeficiente de regresión igual a la unidad, y desviaciones de regresión tan pequeñas como sea posible ($S^2_{di} = 0$); y tomando en cuenta las situaciones posibles propuestas por Carballo y Marquez (ver capítulo de Revisión de Literatura),

CUADRO 7. PARAMETROS DE ESTABILIDAD (bi , S^2di), ESTIMADOS MEDIANTE EL MODELO DE EBERHART Y RUSSELL (1966), Y RENDIMIENTO -- PROMEDIO DE CADA UNA DE LAS VARIEDADES INCLUIDAS EN ESTE TRABAJO.

No. de Var.	Genealogía	Rendimiento Kg./ha.	bi	S^2di
67	H-507 $\frac{1}{-}$	9,271	1.65	- 82,049.6
55	Chis. 512 x Nay. 334	7,642	.60	1,735,695.5 *
9	Chis. 455 x Chis. 496	7,310	1.28	543,424.87
5	Chis. 455 x Sin. 21	7,251	1.21	- 373,333.83
35	Jal. 285 x Chis. 472	7,246	1.03	- 445,715.5
3	Chis. 455 x V-521	7,186	.91	- 244,592.73
21	Chis. 497 x Tam. 126	7,158	1.14	1,106,601.9
10	Chis. 455 x Nay. 334	7,088	.92	- 270,064.5
27	V-521 x Chis. 472	7,045	1.06	- 361,914.6
53	Chis. 512 x Chis. 472	7,031	.88	- 236,561.43
48	S.L.P. 199 x Chis. 472	7,021	1.23	171,244.87
37	Jal. 285 x Nay. 334	6,977	1.48	- 445,506.8
20	Chis. 497 x Nay. 334	6,894	.53	5,336,982.6 **
15	Chis. 497 x Sin. 21	6,873	.47	- 353,511.39
8	Chis. 455 x Chis. 472	6,839	1.24	- 349,049.43
29	V-521 x Nay. 334	6,821	.65	1,039,628.8
49	S.L.P. 199 x Chis. 496	6,787	.34	- 428,685.77
14	Chis. 497 x Jal. 285	6,776	.99	- 442,543.9
62	Chis. 496 x Nay. 334	6,754	.52	304,346.45
57	Chis. 472#	6,715	1.22	- 137,455.83

Continuación Cuadro 7.

No. de Var.	Genealogía	Rendimiento Kg./Ha.	bi	S ² di
33	Jal. 285 x S.L.P. 199	6,708	1.37	- 367,784.83
26	V-521 x Chis. 512	6,653	.79	- 40,863.5
24	V-521 x Sin. 21	6,614	1.38	116,522.73
7	Chis. 455 x Chis. 512	6,609	1.10	1,725,101.7 *
17	Chis. 497 x Chis. 512	6,600	1.42	- 157,541.7
59	Chis. 472 x Nay. 334	6,598	.57	354,867.2
34	Jal. 285 x Chis. 512	6,594	1.58	- 385,577.23
68	H.508 2/	6,583	2.13	- 341,413.83
13	Chis. 497 x V-521	6,546	.91	- 149,908.5
16	Chis. 497 x S.L.P. 199	6,545	.47	- 452,584.44
44	Sin. 21 x Nay. 334	6,519	.42	- 97,641.21
52	Chis. 512#	6,481	.82	- 274,208.93
47	S.L.P. 199 x Chis. 512	6,451	1.42	1,564,122.0 *
63	Chis. 496 x Tam. 126	6,321	1.56	110,792.77
11	Chis. 455 x Tam. 126	6,299	1.65	- 419,508.63
12	Chis. 497#	6,298	1.19	390,108.0
19	Chis. 497 x Chis. 496	6,294	.53	452,504.38
54	Chis. 512 x Chis. 496	6,276	.72	- 229,089.5
4	Chis. 455 x Jal. 285	6,273	.91	- 115,753.73
2	Chis. 455 x Chis. 497	6,239	.62	- 256,606.23
23	V-521 x Jal. 285	6,235	1.14	- 85,483.03
6	Chis. 455 x S.L.P. 199	6,207	1.25	632,751.9
36	Jal. 285 x Chis. 496	6,184	1.25	- 445,506.8
46	Sin. 21 x Chis. 496	4,510	.50	2,606,566.7 **
58	Chis. 472 x Chis. 496	6,157	.96	- 33,828.6

las variedades quedaron clasificadas como se ilustra en el Cuadro 8.

La situación anterior demuestra que casi todos los materiales pueden considerarse como estables, o bien como se señaló anteriormente que el rango ambiental explorado no fue muy heterogéneo.

Con respecto al comportamiento en rendimiento de las 11 variedades que intervinieron como progenitores para la formación de los cruzamientos intervarietales (Figura 1 del apéndice). Se puede apreciar que la variedad que interaccionó más con los ambientes de prueba fue Chis. 496, la cual rindió bien en ambientes desfavorables, mientras que en ambientes favorables mostró un comportamiento considerablemente malo. En base a estos resultados se puede pensar que dicha variedad pudiera ser aprovechada con éxito en regiones donde prevalecen condiciones bastante limitantes para el cultivo del maíz (se entiende que dentro del área explorada), sin embargo al analizar el comportamiento del resto de variedades se puede observar que materiales como Chis. 472, Chis. 512, SLP 199 y Nay. 334, además de que se comportan bien bajo condiciones limitantes, responden mejor en buenos ambientes.

Si consideramos que líneas con una pendiente de 45% indican que la variedad es altamente estable, se puede ver también en la Figura citada, que del total de variedades estudiadas las que muestran una mayor estabilidad son en su orden: -- V-521, Sin. 21, SLP 199 y Chis. 455, sin embargo, Sin. 21 pre-

CUADRO 8. CLASIFICACION DE LAS VARIEDADES EN BASE A LA DISCRIMINACION PROPUESTA POR EBERHART Y RUSSELL (1966), Y LAS SITUACIONES SUGERIDAS POR CARBALLO Y MARQUEZ (1972).

Situación	Descripción	No. de Var.	Variedades*
$b_i = 1.0$ $S^2 d_i = 0$	Variedades estables	59	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67.
$b_i = 1.0$ $S^2 d_i > 0$	Buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistentes.	8	7, 20, 32, 40, 46, 47, 51, 55.
$b_i > 1.0$ $S^2 d_i = 0$	Responde mejor en buenos ambientes y consistente	1	68.

* Referidas en base a su número de entrada, es decir el número de variedades asignado para este trabajo.

senta rendimientos mucho más bajos que la media, (la línea que presenta asterisco representa el rendimiento promedio de todas las variedades en cada uno de los ambientes de prueba).

En resumen las variedades más estables en base a los valores graficados son V-521, Sin. 21, SLP 199 y Chis. 455, por otro lado las más inestables son también en su orden: Chis. 496, Nay.334, Tam. 126, Chis. 472 y Chis. 497. No obstante cabe hacer mención que todas estas deducciones son en base a valores numéricos, dado que no hubo diferencias significativas entre los coeficientes de regresión de todas las variedades.

Al promediar los valores numéricos de los coeficientes de regresión de las 11 variedades, se obtuvo un valor de 0.88, lo que revela que en términos generales las variedades tendieron en cierto grado a comportarse mejor bajo condiciones limitantes, lo cual hasta cierto punto parece lógico puesto que -- las variedades provienen de colecciones de maíces "criollos".

Por último cabe enfatizar que del total de variedades en estudio la mejor en base a su promedio de rendimiento y su estabilidad es Chis. 472.

En cuanto al comportamiento de cada variedad con respecto a las cruzas en las que participa, las Figuras 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11 del apéndice revelan principalmente lo que se menciona en el resto de esta sección (4.2.).

Antes de analizar la información que se ilustra en dichas gráficas (Ver apéndice), se hizo arbitrariamente la siguiente clasificación (ello en base a valores numéricos de los coeficientes de regresión).

a). Inestables con valores b_i superiores a la unidad-
(ISU)

Chis 472 ($b_i = 1.22$)

Chis 497 ($b_i = 1.19$)

b). Estables con valores b_i cercanos a la unidad (ECU)

V-521 ($b_i = 1.02$)

Sin 21 ($b_i = 0.97$)

SLP 199 ($b_i = 0.94$)

Chis 455 ($b_i = 0.90$)

Chis 512 ($b_i = 0.86$)

Jal 285 ($b_i = 0.86$)

c). Inestables con valores b_i inferiores a la unidad-
(IIU)

Chis 496 ($b_i = 0.25$)

Nay 334 ($b_i = 0.72$)

Tam 126 ($b_i = 0.79$)

Cabe aclarar que para realizar dicha clasificación se consideró como que todas las desviaciones de regresión son iguales a cero.

Debido a que la información contenida en las Figuras citadas es muy abundante, lo cual complica el análisis detallado de la misma, se procedió a considerar como representativas de cada uno de los grupos señalados a las siguientes variedades.

10574

U.A.A.A.N.

- a) ISU: Chis 472 (bi = 1.22)
 Chis 497 (bi = 1.19)
- b) ECU: V-521 (bi = 1.02)
 Sin 21 (bi = 0.97)
- c) IIU: Nay 334 (bi = 0.72)
 Chis 496 (bi = 0.25)

Se pensó que dicha simplificación facilitaría la interpretación de los resultados, para lo cual se consideró el plan de cruzamientos que se presenta en el Cuadro 9.

Al resumir la información que se presenta en dicho cuadro se tendría la siguiente situación:

	ISU	ECU	IIU
ISU	++	--	--
ECU		++	--
IIU			+-

en donde el signo de la izquierda de cada celda indica la diferencia promedio del valor del bi obtenido de cada cruza, con respecto al valor medio de los bi de los progenitores. Mien--tras que el signo de la derecha que aparece en cada celda equivale a la diferencia de valores del bi estimados para cada cruza con respecto al progenitor que mostró el mayor valor de subi.

Se puede observar en la situación citada que la ten--dencia seguida en cuanto al comportamiento de cada grupo (ISU, ECU y IIU) al ser cruzado entre si y con los otros grupos no -

9. PLAN DE CRUZAMIENTOS PARA EL ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS VARIETADES PROGENITORAS Y SUS CRUZAS CORRESPONDIENTES EN BASE A LOS COEFICIENTES DE REGRESION ESTIMADOS MEDIANTE EL MODELO DE EBERHART Y RUSSELL (1966).

DS	Progenitor 1 (P ₁)		Progenitor 2 (P ₂)		P ₁ xP ₂	Dif.PM	Dif.PS
	Genealogía	bi	Genealogía	bi	bi	bi	bi
ISU	Chis. 472	1.22	Chis. 497	1.19	1.70 \bar{X} 1.70	0.50 0.50	0.48 0.48
ECU	Chis. 472	1.22	V 521	1.02	1.06	-0.06	-0.16
	Chis. 497	1.19	V 521	1.02	0.91	-0.20	-0.28
	Chis. 472	1.22	Sin. 21	0.97	1.59	0.50	0.37
	Chis. 497	1.19	Sin. 21	0.97	0.47 \bar{X} 1.00	-0.61 -0.09	0.72 -0.20
IIU	Chis. 472	1.22	Nay. 334	0.72	0.57	-0.40	-0.65
	Chis. 497	1.19	Nay. 334	0.72	0.53	-0.43	-0.66
	Chis. 472	1.22	Chis. 496	0.25	0.96	0.23	-0.26
	Chis. 497	1.19	Chis. 496	0.25	0.53 \bar{X} .65	-0.19 -0.20	-0.66 -0.56
ECU	V 521	1.02	Sin. 21	0.97	1.38 \bar{X} 1.38	0.40 0.40	0.36 0.36
IIU	V 521	1.02	Nay. 334	0.72	0.65	-0.22	-0.37
	Sin. 21	0.97	Nay. 334	0.72	0.42	-0.43	-0.55
	V 521	1.02	Chis. 496	0.25	0.54	-0.10	-0.48
	Sin. 21	0.97	Chis. 496	0.25	0.50 \bar{X} .53	-0.11 -0.22	-0.47 -0.47
IIU	Nay. 334	0.72	Chis. 496	0.25	0.52 \bar{X} .52	0.04 0.04	-0.20 -0.20

ades inestables con valores bi superiores a la unidad

ades estables con valores bi cercanos a la unidad

ades inestables con valores bi inferiores a la unidad

ancia de bi con respecto al progenitor medio = $bi (P_1 \times P_2) - bi (P_1+P_2/2)$

ancia de bi con respecto al progenitor superior = $bi(P_1 \times P_2) - bi (PS)$

s medios.

es muy clara. No obstante, se aprecia que en general cuando se cruzaron variedades con coeficientes de regresión bajos las cruzas presentaron coeficientes de regresión más bajos que el promedio de los progenitores y que el progenitor que mostró el valor mayor. Por otro lado cuando se cruzaron entre sí variedades clasificadas en el mismo grupo las cruzas tendieron a presentar coeficientes de regresión mayores que el valor correspondiente a los progenitores y a sus cruzas.

Lo anterior resulta un tanto contradictorio, sin embargo, ello pudo deberse a que las cruzas por ser altamente heteróticas tienden a expresarse mejor, bajo condiciones favorables (por eso presentan coeficientes de regresión relativamente más altos).

En síntesis se puede pensar que los valores bajos de los coeficientes de regresión tienden a dominar sobre los valores altos en la cruce, excepto cuando se cruzan entre sí variedades con valores iguales de b_i , en donde se observa el efecto contrario.

Por último cabe recalcar que todo el análisis anterior esta basado en valores numéricos de los coeficientes de regresión, los cuales estadísticamente no difirieron de la unidad.- Esta situación limita hasta cierto punto la objetividad de dicho análisis, por lo que sería de mucho interés proyectar un trabajo con variedades diferentes estadísticamente en cuanto a sus valores de b_i , a fin de obtener evidencias más sólidas que permitan dilucidar este aspecto, el cual pudiera dar una idea del tipo de acción génica implicado en la estabilidad del rendimiento.

4.3. Efectos de Aptitud Combinatoria.

La estimación de efectos de aptitud combinatoria general (\hat{g}_i) de las variedades progenitoras y aptitud combinatoria específica (\hat{s}_{ij}) de sus cruzas correspondientes, se realizó para cada localidad y combinando los datos de las tres localidades. Para ello se consideró el modelo I (fijo) del análisis dialélico que presenta Griffing (1956), en el cual el interés se centra en la determinación del comportamiento genético de los progenitores y sus cruzas.

En el Cuadro 10 se presentan los valores \hat{g}_i de las variedades progenitoras y su rendimiento promedio como tales para cada localidad y combinando la información de las tres localidades. También en el mismo cuadro se citan los coeficientes de regresión estimados en base al modelo desarrollado por Eberhart y Russell (1966).

Se puede apreciar al comparar la secuencia u ordenamiento de las variedades según su \hat{g}_i y su rendimiento promedio, que la secuencia no es la misma, pero que en general las variedades que presentan altos rendimientos también muestran valores altos de \hat{g}_i , y viceversa, es decir las que tienen valores de \hat{g}_i tendieron a rendir menos.

Considerando que los efectos de aptitud combinatoria general de los progenitores son una función de los efectos genéticos (Griffing 1956). Oyervides (1979) de su trabajo infiere que del total de progenitores estudiados, las variedades que exhiben los valores más altos de \hat{g}_i (Chis.472, May.334, --

CUADRO 10. COEFICIENTES DE REGRESION (b_i), RENDIMIENTO PROMEDIO Y EFECTOS DE APTITUD COMBINATORIA GENERAL (\hat{g}_i) POR LOCALIDAD Y COMBINANDO LOCALIDADES, PARA CADA UNA DE LAS VARIEDADES PROGENITORAS.

No. de Var.	Genealogía	b_i	L o c a l i d a d e s							
			\hat{g}_i ^{1/}	Rendto.	\hat{g}_i ^{2/}	Rendto.	\hat{g}_i ^{3/}	Rendto.	Combinado \hat{g}_i	Rendto.
1	Chiapas-455	0.72	.001	4413	.011	6563	.008	7031	.0067	6002
57	Chiapas-472	1.22	.006	5649	.001	5919	.013	8578	.0067	6715
61	Chiapas-496	0.25	-.004	4902	-.001	5612	-.007	5652	-.0013	5389
12	Chiapas-497	1.19	-.003	4473	.013	6696	-.002	7725	.0060	6298
52	Chiapas-512	0.82	.004	5781	.005	5908	.005	7755	.0050	6481
22	V-521	1.02	-.001	4292	-.001	5077	-.003	6852	-.0017	5407
31	Jalisco-285	0.86	-.007	5010	.003	4486	.005	6939	.0003	5478
39	Sinaloa-21	0.97	-.008	3707	-.009	3465	-.005	5951	-.0073	4374
43	S.L.P. -199	0.94	-.001	5226	-.020	5127	-.005	7755	-.0080	6169
64	Nayarit-334	0.72	.008	5225	.015	5580	-.005	6998	.0060	5934
66	Tamaulipas-126	0.79	-.009	4165	-.017	4205	-.009	6029	-.0117	4800

1/ Compostela, Nay.

2/ Santa María del Oro, Nay.

3/ Santiago Ixcuintla, Nay.

Chis. 497 y Chis. 512), son los que poseen mayor cantidad de -
 variación genética de tipo aditivo para rendimiento; y que - -
 ellas pueden ser utilizadas con bastantes posibilidades de éxito
 en un programa de selección; y que lo contrario se puede dede
 cir de las variedades Tam. 126, SLP 199 y Sin. 21, las cuales-
 presentaron los valores más bajos de \hat{g}_i .

Por otro lado al comparar los valores de los b_i con -
 los \hat{g}_i y los b_i con los promedios de rendimiento se observa que
 no existe relación alguna. A este respecto se discutirá más -
 detalladamente en la sección correspondiente a correlaciones -
 de este mismo capítulo.

Los valores estimados de \hat{s}_{ij} de cada una de las cruzas
 intervarietales y su rendimiento medio como tales para cada loca
 lidad y conjuntando los datos de las tres localidades, se --
 presentan en el Cuadro 11. También se listan en dicho cuadro-
 los coeficientes de regresión para cada uno de los cruzamien--
 tos.

Con relación a la información que se presenta en el -
 cuadro citado, Oyervides (1979) señala que se puede juzgar la-
 importancia de la estimación de los \hat{s}_{ij} al examinar los valo--
 res más altos encontrados, los cuales en algunos casos corres-
 pondieron a cruzamientos cuyos progenitores presentaron una --
 buena aptitud combinatoria general como tales, pero en otros -
 un progenitor mostró alta aptitud combinatoria general y el otro
 baja; o bien, los dos progenitores presentaron un bajo compor-
 tamiento en base a sus \hat{g}_i pero tuvieron un comportamiento so--
 bresaliente en base a sus \hat{s}_{ij} al ser cruzados.

CUADRO 11. COEFICIENTES DE REGRESION (b_i), RENDIMIENTO PROMEDIO Y EFECTOS DE APTITUD COMBINATORIA ESPECIFICA (\hat{s}_{ij}) POR LOCALIDAD Y COMBINANDO LOCALIDADES, PARA CADA UNO DE LOS CRUZAMIENTOS INTERVARIETALES.

No. de Var.	Genealogía	b_i	L o c a l i d a d e s							
			1/		2/		3/		Combinado	
			\hat{s}_{ij}	Rendto.	\hat{s}_{ij}	Rendto.	\hat{s}_{ij}	Rendto.	\hat{s}_{ij}	Rendto.
8	P ₁ x P ₂	1.24	.002	5621	-.008	6229	-.002	8668	-.001	6839
9	" ¹ x P ₃	1.28	-.001	5413	.030	7765	.024	8753	.018	7310
2	" x P ₄	0.62	.009	5702	-.031	5708	-.020	7226	-.014	6239
7	" x P ₅	1.10	-.021	4580	.017	7478	-.011	7769	-.005	6609
3	" x P ₆	0.91	.016	5922	.019	7293	.011	8342	.015	7186
4	P ₁ x P ₇	0.91	.000	4938	-.003	6479	-.019	7403	-.007	6273
5	" ¹ x P ₈	1.21	.024	5970	.012	6663	.030	9122	.002	7251
6	" x P ₉	1.25	.001	5361	-.013	5016	.010	8243	-.001	6270
10	" x P ₁₀	0.92	.005	5831	.000	7170	.011	8263	.005	7088
11	" x P ₁₁	1.65	-.007	4546	-.001	5684	.024	8666	.005	6299
58	P ₂ x P ₃	0.96	-.005	5421	-.015	5364	-.005	7686	-.005	6257
18	" ² x P ₄	1.70	-.034	4119	-.023	5610	.002	8416	-.018	6048
53	" x P ₅	0.88	.003	5790	.020	7152	-.008	8150	.005	7031
27	" x P ₆	1.06	.013	6020	.012	6503	.012	8612	.012	7045
35	" x P ₇	1.03	.020	6042	.019	7019	.005	8677	.015	7246
42	P ₂ x P ₈	1.59	-.028	3872	.007	5981	.001	8052	-.007	5968
48	" ² x P ₉	1.23	.012	6060	.020	6037	.022	8965	.018	7021
59	" x P ₁₀	0.57	.013	6433	-.023	5714	-.008	7647	-.006	6598
60	" x P ₁₁	0.85	.003	5194	-.001	5281	-.030	7225	-.009	5900
19	P ₃ x P ₄	0.53	.004	5686	-.009	6151	-.009	7044	-.005	6294

Continuación Cuadro 11.

No. de Var.	Genealogía	bi	L o c a l i d a d e s							
			$\hat{s}_{ij}^{1/}$	Rendto.	$\hat{s}_{ij}^{2/}$	Rendto.	$\hat{s}_{ij}^{3/}$	Rendto.	Combinado	\hat{s}_{ij}
54	P ₃ x P ₅	0.72	.003	5720	-.011	5692	-.004	7416	-.004	6276
28	" ₃ x P ₅	0.54	-.006	5090	-.017	5177	-.019	6383	-.014	5550
36	" x P ₆	1.25	-.006	4831	-.008	5762	.009	7959	-.002	6184
46	" x P ₇	0.50	.013	4879	-.010	2964	.014	5686	-.006	4510
49	" x P ₈	0.34	.020	6316	.039	6813	.003	7233	.021	6787
62	P ₃ x P ₁₀	1.44	.095	5958	.006	6913	.006	7390	.006	6754
63	" ₃ x P ₁₁	1.56	.000	4980	.002	5278	.040	8706	.014	6321
17	P ₄ x P ₅	1.42	.004	5298	-.024	5761	.017	8741	-.001	6600
13	" ₄ x P ₆	0.91	-.002	5229	.004	6728	.002	7681	.001	6546
14	" x P ₇	0.99	.015	5723	-.007	6415	.005	8190	.004	6776
15	P ₄ x P ₈	0.47	.027	6175	.018	6991	-.001	7452	-.015	6873
16	" ₄ x P ₉	0.47	.014	6006	.016	6416	-.007	7213	.008	6545
20	" x P ₁₀	0.53	.002	5007	.032	8671	-.012	7004	.007	6894
21	" x P ₁₁	1.14	.006	5208	.045	7834	.025	8431	.025	7158
26	P ₅ x P ₆	1.79	.017	6106	-.006	5913	.004	7940	.005	6653
34	P ₅ x P ₇	1.58	-.016	4380	.010	6800	.010	8601	.001	6594
41	" ₅ x P ₈	1.10	-.009	4649	-.011	5359	-.007	7395	-.009	5801
47	" x P ₉	1.42	.004	5621	-.010	4910	.025	8823	.006	6451
55	" x P ₁₀	0.60	.010	6174	.040	8655	.009	8091	.020	7640
56	" x P ₁₁	0.80	.001	5052	.004	5666	-.010	7059	-.002	5926
23	P ₆ x P ₇	1.14	-.005	4678	.007	6369	-.001	7682	.001	6235
24	" ₆ x P ₈	1.38	.013	5381	.004	5758	.032	8702	.016	6614
25	" x P ₉	0.93	-.012	4677	.005	5289	-.007	6993	-.005	5653
29	" x P ₁₀	0.65	-.002	5440	.022	7616	.003	7407	.008	6821
30	" x P ₁₁	0.71	.003	4903	-.018	4442	-.014	6481	-.010	5275

Continuación Cuadro 11.

No. de Var.	Genealogía	bi	L o c a l i d a d e s							
			$\hat{s}_{ij} \frac{1}{-}$ rendto.	$\hat{s}_{ij} \frac{2}{-}$ Rendto.	$\hat{s}_{ij} \frac{3}{-}$ Rendto.	Combinado \hat{s}_{ij} Rendto.				
32	P ₇ x P ₈	1.30	-.019	3690	.028	6990	-.005	7417	.001	6032
33	" ⁷ x P ₉	1.37	.001	5010	.029	6559	.029	8556	.017	6708
37	" x P ₁₀	1.48	-.009	4870	.009	7230	.026	8831	.009	6977
38	" x P ₁₁	1.22	.000	4490	-.006	5111	.000	7483	-.002	5695
40	P ₈ x P ₉	1.20	.003	5054	-.010	4295	.012	7736	.002	5695
44	P ₈ x P ₁₀	0.42	.011	5725	.014	6876	-.006	6955	.006	6519
45	" ⁸ x P ₁₁	0.81	-.005	4251	.017	5579	-.014	6427	-.001	5426
50	P ₉ x P ₁₀	0.79	-.019	4790	-.001	5724	-.008	6841	-.009	5785
51	" ⁹ x P ₁₁	1.18	-.004	4674	-.013	3774	.006	7281	-.004	5243
65	P ₁₀ x P ₁₁	0.45	.008	5522	-0.16	5226	-.011	6541	-.006	5763

1/ Compostela, Nay.

2/ Santa María del Oro, Nay.

3/ Santiago Ixcuintla, Nay.

P ₁ Chis.-455#	P ₇ Jal.-285#
P ₂ Chis.-472#	P ₈ Sin.-21 #
P ₃ Chis.-496#	P ₉ S.L.P.-199#
P ₄ Chis.-497#	P ₁₀ Nay.-334#
P ₅ Chis.-512#	P ₁₁ Tam.-126#
P ₆ V-521#	

Con respecto a estas estimaciones, Griffing (1956) in dica que las \hat{s}_{ij} son una función de los efectos no aditivos -- (de dominancia y epistasia) de los progenitores involucrados - en la crusa.

Oyervides (1979) al comparar los valores \hat{s}_{ij} de cada crusa, obtenidos para cada localidad (Cuadro 11), menciona que entre las cruas más consistentes para altos valores de s_{ij} se encuentran las siguientes: Chis. 455 x Sin. 21, Chis. 512 x -- Nay. 334, SLP 199 x Chis. 472, Chis. 497 x Tam. 126 y V-521 x Chis. 472.

En el Cuadro 11 se puede apreciar también que en términos generales las cruas que mostraron los más altos rendimientos presentaron también altos valores de \hat{s}_{ij} . Por otro la do al comparar los valores b_i con los \hat{s}_{ij} de las cruas, y los valores b_i con los rendimientos medios se puede apreciar que no existe relación alguna en ambas comparaciones. Este aspecto se discutirá posteriormente en la sección correspondiente a correlaciones de este capítulo.

4.4. Correlaciones.

El coeficiente de correlación es una medida de la mutua relación entre dos variables. Para los propósitos del pre sente trabajo se calcularon los coeficiente de correlación con el objeto de tener una idea sobre el sentido y grado de asocia ción entre: a) los coeficientes de regresión (b_i) y los efectos de aptitud combinatoria general (g_i); b) los coeficientes-

de regresión (b_i) y los efectos de aptitud combinatoria específica (s_{ij}); y c) los coeficientes de regresión (b_i) y el carácter rendimiento promedio de mazorca. Dichos resultados se presentan en el Cuadro 12.

En dicho cuadro se puede observar que los coeficientes de correlación entre los caracteres antes mencionados son muy bajos y no significativos, cuando se considera la información conjuntando localidades (última columna); no así para las localidades individuales, en especial para los datos provenientes de Santiago Ixcuintla y en menor grado para los de Compostela (columnas 2 y 3). Lo anterior es debido sin duda al efecto de interacción genético-ambiental, puesto que Santiago Ixcuintla fue la localidad más favorable, lo que originó que hubiera una correlación alta y significativa entre los promedios de rendimiento y los valores estimados de los coeficientes de regresión (si el ambiente es más favorable tienden las variedades a tener rendimientos altos y coeficiente de regresión superiores a la unidad, y viceversa). Por la misma razón (interacción genético-ambiental), en Compostela, la cual fue la localidad más limitante, se obtuvieron coeficientes de correlación negativos y significativos entre ambos caracteres.

La situación anterior probablemente ocurrió en el trabajo que reporta Cordova (1975), en el que encontró una estrecha asociación positiva entre los promedios de rendimiento y los coeficientes de regresión. Asimismo esto pudo suceder en el trabajo realizado por Carballo y Marquez (1972), en el cual detectaron una correlación negativa y significativa entre los-

CUADRO 12. COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE LOS COEFICIENTES DE REGRESION (bi) Y LOS EFECTOS DE APTITUD COMBINATORIA GENERAL (\hat{g}_i) Y APTITUD COMBINATORIA ESPECIFICA (\hat{s}_{ij}), Y CON EL CARACTER RENDIMIENTO PARA CADA LOCALIDAD Y CONJUNTANDO LA INFORMACION DE LAS TRES LOCALIDADES DE PRUEBA.

	Coeficientes de Regresión (bi)			
	Sta. Ma. del Oro	Santiago Ixcuintla	Compostela	Conjunto
\hat{g}_i	0.04	0.52	-0.05	0.27
\hat{s}_{ij}	-0.06	0.55**	-0.23	0.13
Rend. (V)	0.02	0.69**	-0.33**	0.00
Rend. (P)	0.33	0.73*	-0.10	0.44
Rend. (C)	-0.18	0.71**	-0.54**	-0.01

V Variedades (Progenitores+Cruzas+Testigos)

P Variedades progenitoras del dialélico

C Cruzas entre variedades progenitoras

* Significativo al 5% de probabilidad

** Significativo al 1% de probabilidad

coeficientes de regresión y medias de rendimiento de experimentos conducidos en temporal, no así para los de riego.

En base a la discusión anterior se puede concluir que cualquier inferencia que se haga con respecto al sentido y grado de asociación entre los caracteres estabilidad (b_i) y rendimiento (\bar{X}), a partir de experimentos individuales, no es confiable debido al efecto de interacción genético-ambiental que pudiera presentarse.

Partiendo de esta premisa, el análisis que se hace a continuación de los resultados que presentan en el Cuadro 12, es en base a los coeficientes de correlación calculados a partir de la información conjunta de localidades.

Los coeficientes de correlación entre los coeficientes de regresión (b_i) y los promedios de rendimiento son muy bajos (cero para el caso en el que se consideran todos los genotipos en estudio), lo cual indica que ambos caracteres, estabilidad y potencial de rendimiento, son independientes. Esto se puede corroborar al observar el comportamiento de las variedades progenitoras (Figura 1 del apéndice), en donde se aprecia que la variedad Sin. 21 (P_8) aún cuando fue la segunda mejor en cuanto a estabilidad ($b_i = 0.97$), presentó rendimientos mucho más bajos que el resto de variedades en los tres ambientes. Por otro lado, la variedad Chis. 472 (P_2) aunque presentó los rendimientos más altos su coeficiente de regresión fue el más alto ($b_i = 1.22$), lo que indica que no se comportó como estable y que responde mejor a ambientes favorables. En el --

ismo caso se encuentra la variedad Chis. 512 (P_5), la cual --
 ostró rendimientos altos y un coeficiente de regresión bajo --
 ($b_i = 0.82$), lo cual la hace inestable, respondiendo mejor en--
 ambientes limitantes. También se puede observar en la misma --
 figura que la variedad SLP 199 (P_9) además de que tuvo altos --
 rendimientos presenta un coeficiente de regresión muy próximo--
 a la unidad ($b_i = 0.94$) lo que indica que es bastante estable.

Todo este análisis parece señalar que la alta estabi--
 lidad y el alto potencial de rendimiento no necesariamente se--
 encuentran en una misma variedad, de donde se infiere que pue--
 de ser posible mejorar materiales para alta estabilidad y alto
 rendimiento. Lo anterior refuta la creencia general que se --
 tiene en cuanto a qué se debe decidir entre rendimiento o esta--
 bilidad. Evidencia empíricas de ello se han obtenido en algu--
 nos programas de mejoramiento de maíz, en los cuales se ha lo--
 rado desarrollar materiales con una alta estabilidad y alto --
 potencial de rendimiento.

El planteamiento anterior también lo corrobora el ba--
 jo coeficiente de correlación encontrado entre los coeficien--
 tes de regresión (b_i) y los efectos de aptitud combinatoria ge--
 neral (g_i) por un lado, y por el otro con los efectos de apti--
 tud combinatoria específica (s_{ij}) (efectos estimados para el --
 carácter rendimiento de mazorca), de donde se infiere que los--
 genes que determinan potencial de rendimiento no son los mis--
 mos que controlan la estabilidad. dado que como se indicó ante--
 riormente los efectos de aptitud combinatoria son una funci--

de los efectos genéticos de las variedades para el carácter rendimiento.

En síntesis se puede deducir de la discusión anterior que las dos principales componentes de la adaptabilidad en maíz, la productividad expresada mediante el promedio de rendimiento y la estabilidad expresada en base a coeficientes de regresión próximos a la unidad, son independientes uno de otra, y están controladas consecuentemente por genes diferentes; por lo que, el valor relativo de adaptabilidad de cada variedad está determinado por la combinación en diferente grado de ambos caracteres. Lo anterior indica que puede ser factible obtener variedades con alta adaptabilidad, mediante la combinación de los caracteres, alta estabilidad y alto potencial de rendimiento.

Finalmente el autor desea enfatizar que dichas inferencias son las aportaciones más relevantes de la presente investigación.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos planteados inicialmente y en base a los resultados obtenidos, así como de la discusión de los mismos se derivan las siguientes conclusiones:

1. No se encontró asociación alguna entre los coeficientes de regresión (bi) y el rendimiento, ni entre dichos coeficientes y los efectos de aptitud combinatoria general y específica; por lo que se demuestra la hipótesis de que los dos principales componentes de la adaptabilidad en maíz, estabilidad y potencial de rendimiento, son caracteres independientes y están determinados por genes diferentes.

2. Se detectaron marcadas diferencias en cuanto al grado de estabilidad y nivel de rendimiento, entre las variedades progenitoras, y por lo que se deduce que el valor relativo de adaptabilidad de cada variedad está determinado por las combinaciones de ambos caracteres en diferentes grados, lo cual revela que puede ser factible desarrollar materiales mejorados de maíz con alta estabilidad y alto potencial de rendimiento.

3. Al analizar el grado de estabilidad de las cruza-intervarietales, en relación con la estabilidad de sus respectivos progenitores, no se encontraron respuestas claras que permitieran definir el tipo de acción génica empleada en la estabilidad, por lo que se sugiere proyectar un nuevo estudio a fin de obtener evidencias más sólidas que permitan dilucidar este aspecto.

VI. RESUMEN

Durante el proceso de mejoramiento, el fitomejorador generalmente trata de seleccionar variedades altamente adaptables en base a su comportamiento correspondiente en rendimiento bajo diferentes condiciones ambientales, sin embargo, las bases genéticas de la adaptabilidad no siempre se tienen claramente establecidas. Por lo que, las investigaciones tendientes a lograr un conocimiento más profundo de la naturaleza genética de la adaptabilidad son de suma importancia; dado que ello permitirá facilitar el diseño de programas de mejoramiento enfocados hacia la obtención de materiales mejorados de amplia adaptabilidad.

La situación anterior motivó a la realización de la presente investigación, la cual tuvo como principal objetivo el estudiar el comportamiento de un grupo de once variedades tropicales de maíz y sus cruza^s posibles, en función de sus efectos de aptitud combinatoria general y específica, y de sus parámetros de estabilidad fenotípica estimados a partir del modelo desarrollado por Eberhart y Russell (1966).

Para lograr dicho objetivo, el material experimental, constituido por las 11 variedades de maíz, sus 55 cruza^s directas y 2 híbridos comerciales (H-503 y H-507), se evaluó en un ensayo uniforme repetido en tres localidades del estado de Nayarit (Compostela, Santa María del Oro y Santiago Ixcuintla).

Para todas las localidades la parcela estuvo formada por 2 surcos de 6.5 m. de largo y 92 cm. de ancho, con 26 plantas cada uno.

En las tres localidades se determino el rendimiento pesando las mazorcas producidas por todas las plantas con competencia completa de cada parcela (en general fueron de 40 a 50); posteriormente se ajustó dicho peso al 100% de materia seca y se corrigió por el número de plantas cosechadas.

Con los datos obtenidos se realizaron los análisis de varianza generales por localidad y combinando localidades. Además se hizo el análisis combinado con estimación de parámetros de estabilidad. También se estimaron los efectos de aptitud combinatoria general y específica de las variedades progenitoras y sus cruzas, respectivamente. Finalmente se calcularon los coeficientes de correlación entre los parámetros de estabilidad (b_i) estimados a partir del modelo propuesto por Eberhart y Russell (1966), y los efectos de aptitud combinatoria general (g_i), por un lado, y por otro con los efectos de aptitud combinatoria específica (s_{ij}); y además con los promedios de rendimiento.

De los resultados obtenidos y la discusión de los mismos se pudo concluir principalmente que las dos principales componentes de la adaptabilidad en maíz, la productividad expresada mediante el promedio de rendimiento y la estabilidad expresada en base a coeficientes de regresión próximos a la unidad, son independientes uno de otra, y están controladas --

consecuentemente por genes diferentes; por lo que, el valor relativo de adaptabilidad de cada variedad esta determinado por la combinación en diferente grado de ambos caracteres. Lo anterior indica que puede ser factible obtener variedades con alta adaptabilidad, mediante la combinación de los caracteres, - alta estabilidad y alto potencial de rendimiento.

VII. BIBLIOGRAFIA.

- Aguilar M., I. y R.M. Fischer. 1975. Análisis del crecimiento y rendimiento de 30 genotipos de trigo bajo condiciones ambientales óptimas de cultivo. *Agrociencias* 21: 185-198.
- Allard, R.W. and A.D. Bradshaw. 1964. Implications of Genotype-Environmental Interactions in Applied Plant Breeding. -- *Crop Sci.* 4: 503-507.
- Allard, R.W. 1967. Principio de la mejora genética de las plantas. Primera edición en español. Ed. Omega. Barcelona, - España.
- Billings, W.D. 1952. The Environmental Complex in Relation to - Plant Growth and Distribution. *Quar. Rev. Biol.* 27(3): 251-265.
- Bradshaw, A.D. 1965. Evolutionary significance of phenotypic -- plasticity in plants. *Adv. Genet.* 13: 115-155.
- Brewbaker, J.L. 1967. Genética Agrícola. Trad. de la ed. en inglés UTEHA. México. 261 p.
- Carballo C., A.F. Marquez S. 1972. Comparación de variedades -- de maíz de el bajío y la mesa central por su rendimiento y estabilidad. Rama de genética. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Carballo C., A. y M. Livera M. 1979. Ventajas y limitaciones -- del uso de los parámetros de estabilidad en el mejoramiento genético. X Reunión de la Asociación Latinoamericana de Ciencias Agrícolas. Acapulco, México.

- Castellón O., J.J. 1976. Uso de parámetros de estabilidad como criterio de selección en maíces cristalinos de la Sierra de Chihuahua. Tesis Profesional. Guadalajara, Jal.
- Cordova O., H.S. 1975. Efecto del número de líneas endocriadas sobre el rendimiento y estabilidad de las variedades sintéticas derivadas de maíz (*Zea mays* L.). Tesis M.C.-Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Eberhart, S.A y W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6: 36-40.
- Finlay, K.W. and G.N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding program. *Aust. Journ. Agric. Res.* 14: 745-754.
- Griffing, B. 1956. Concept of General and Specific Combining Ability in Relation to Diallel Crossing Systems. *Austr. Journ. of Biol. Scien.* 9: 463-493.
- Juárez E., R. 1977. Interacción genotipo-ambiente en la selección y recomendación de híbridos de sorgo para grano. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Lerner, I.M. 1954. Genetic homeostasis. Oliver and Boyd. London.
- Livera M., M. 1979. Adaptación y adaptabilidad de genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench) tolerantes al frío. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- López H., A. 1978. Selección y evaluación de genotipos de maíz en condiciones limitantes para aumentar la producción y el rango de adaptación. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

- Martínez G., A. 1975. Diseño y análisis de los experimentos de cruas dialélicas. CEC. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. p.5.
- Martínez W., O. M.C. Terregoza y B.R. Martínez. 1970. Estabilidad fenotípica de poblaciones heterocigotas en maices de clima frío. Fitotecnia Latinoamericana 7: 71-84.
- Matsuo, T. 1975. Adaptability, Stability and Productivity in - crop Plants. Adaptability in Plants. Ed. by. T. Matsuo. JIBP. Synthesis. Volume 6. Tokyo. pp 173-177.
- Milton, P.J. 1974. Mejoramiento genético de las cosechas. Ed.- Limusa. México.
- Oyervides G., M. 1979. Estimación de parámetros genéticos, heterosis e índices de selección en variedades tropicales de maíz adaptadas a Nayarit. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Palomo G., A. 1975. Estimación de los parámetros de estabilidad y su aplicación en la investigación agrícola con algodono. CIANE. INIA. SAG.
- Rowe, P.R. and Andrew, R.H. 1964. Phenotypic stability for a - sistematic series of corn genotypes. Crop Sci. 4: 563-567.
- Sprague, G.F. and A. Tatum. 1942. General VS. Specific Combining Ability in Single-Crosses of Corn. Amer. Soc. Agron. 43: 923-932.
- Wilsie, C.P. 1962. Crop Adaptation and Distribution. W.H. Free- man and Co. San Francisco and London. 448 p.

VIII. A P E N D I C E

CUADRO A1. COMPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO DE MAZORCA EN KG/HA. DE LAS VARIEDADES PROGENITORAS, SUS CRUZAS SIMPLES POSIBLES Y LOS DOS TESTIGOS, EN CADA UNA DE LAS LOCALIDADES Y COMBINANDO LAS TRES LOCALIDADES DE PRUEBA.

Variedad o Cruza	L o c a l i d a d e s							
	Sta.Ma.del Oro		Santiago		Compostela		Combinado	
H-507*	9290	(1)	11424	(1)	7098	(1)	9271	(1)
Chis.512 x Nay.334	8659	(3)	8091	(25)	6173	(5)	7639	(2)
Chis.455 x Chis.496	7765	(5)	9121	(3)	5412	(29)	7310	(3)
Chis.455 x Sin.21	6662	(21)	8753	(7)	5969	(11)	7251	(4)
Jal.285 x Chis.472	7018	(12)	8677	(11)	6041	(8)	7245	(5)
Chis.455 x V-521	7292	(8)	8342	(20)	5921	(13)	7185	(6)
Chis.497 x Tam.126	7833	(4)	8430	(18)	5207	(35)	7157	(7)
Chis.455 x Nay.334	7170	(10)	8262	(21)	5830	(14)	7088	(8)
V-521 x Chis.472	6503	(24)	8611	(14)	6019	(9)	7045	(9)
Chis.512 x Chis. 472	7152	(11)	8150	(24)	5789	(15)	7030	(10)
SLP.199 x Chis.472	6036	(31)	8964	(4)	6059	(7)	7020	(11)
Jal.285 x Nay.334	7229	(9)	8830	(5)	4869	(48)	6976	(12)
Chis.497 x Nay.334	8621	(2)	7003	(54)	5006	(42)	6893	(13)
Chis.497 x Sin.21	6991	(13)	7451	(39)	6174	(4)	6872	(14)
Chis.455 x Chis.472	6228	(29)	8667	(12)	5620	(25)	6839	(15)
V-521 x Nay.334	7716	(6)	7407	(42)	5439	(27)	6821	(16)
SLP 199 x Chis.496	6813	(17)	7233	(47)	6315	(3)	6787	(17)
Chis.497 x Jal.285	6414	(27)	8189	(23)	5723	(19)	6775	(18)
Chis.496 x Nay.334	6912	(15)	7389	(45)	5958	(12)	6753	(19)
Chis.472#	5919	(33)	8577	(16)	5649	(22)	6715	(20)

Continuación Cuadro A1.

Variedad o Cruza	L o c a l i d a d e s							
	Sta.Ma.del Oro		Santiago		Compostela		Combinado	
Chis.497 x Chis.472	5609	(47)	8415	(19)	4119	(65)	6048	(46)
Jal.285 x Sin.21	6990	(14)	7416	(41)	3689	(68)	6032	(47)
Chis.455#	6562	(22)	7030	(53)	4413	(59)	6002	(48)
Sin.21 x Chis.472	5980	(32)	8051	(26)	3872	(66)	5968	(49)
Nay.334#	5579	(49)	6997	(55)	5225	(34)	5934	(50)
Chis.512 x Tam.126	5665	(45)	7058	(51)	5051	(39)	5925	(51)
Chis.472 x Tam.126	5281	(53)	7225	(48)	5193	(36)	5899	(52)
Sin.21 x Chis.512	5358	(41)	7395	(44)	4649	(53)	5800	(53)
SLP 199 x Nay.334	5724	(39)	6841	(60)	4789	(50)	5785	(54)
Nay.334 x Tam.126	5225	(55)	6540	(61)	5522	(26)	5763	(55)
Sin.21 x SLP 199	4295	(64)	7736	(32)	5054	(38)	5695	(56)
Jal.285 x Tam.126	5111	(58)	7482	(38)	4489	(57)	5694	(57)
V-521 x SLP 199	5289	(52)	6993	(56)	4677	(51)	5653	(58)
V-521 x Chis.496	5177	(56)	6386	(64)	5089	(37)	5549	(59)
Jal.285#	4486	(62)	6939	(58)	5009	(41)	5478	(60)
Sin.21 x Tam.126	5599	(48)	6426	(63)	4251	(63)	5425	(61)
V-521#	5076	(59)	6851	(59)	4291	(62)	5406	(62)
Chis.496#	5612	(46)	5651	(68)	4901	(46)	5388	(63)
V-521 x Tam.126	4441	(63)	6481	(62)	4902	(45)	5275	(64)
SLP 199 x Tam.126	4773	(66)	7280	(46)	4674	(52)	5242	(65)
Tam.126#	4204	(65)	6028	(65)	4164	(64)	4799	(66)
SLP 199#	5126	(57)	5685	(67)	4839	(47)	4509	(67)
Sin.21#	3464	(67)	5950	(66)	3706	(67)	4374	(68)

Continuación Cuadro A1

Variedad o Cruza	L o c a l i d a d e s							
	Sta.Ma.del Oro		Santiago		Compostela		Combinado	
Jal.285 x SLP 199	6558	(23)	8556	(17)	5009	(40)	6708	(21)
V-521 x Chis.512	5913	(34)	7940	(28)	6105	(6)	6653	(22)
V-521 x Sin.21	5757	(38)	8702	(10)	5381	(30)	6613	(23)
Chis.455 x Chis.512	7477	(7)	7769	(29)	4580	(55)	6609	(24)
Chis.497 x Chis.512	5760	(37)	8741	(8)	5297	(32)	6600	(25)
Chis.472 x Nay.334	5714	(40)	7647	(37)	6432	(2)	6598	(26)
Jal.285 x Chis.512	6800	(18)	8600	(15)	4379	(60)	6593	(27)
H-503*	5790	(41)	9666	(2)	4372	(61)	6582	(28)
Chis 497 x SLP 199	6416	(26)	7212	(50)	6006	(10)	6545	(29)
Chis.497 x V-521	6782	(19)	7681	(36)	5228	(33)	6545	(30)
Sin.21 x Nay.334	6875	(16)	6594	(57)	5724	(18)	6518	(31)
Chis.512#	5908	(35)	7754	(31)	5780	(17)	6481	(32)
SLP.199 x Chis.512	4909	(61)	8823	(6)	5621	(24)	6451	(33)
Chis.496 x Tam.126	5277	(54)	8705	(9)	4980	(43)	6321	(34)
Chis.455 x Tam.126	5683	(44)	8666	(13)	4546	(56)	6298	(35)
Chis. 497#	6695	(20)	7725	(33)	4472	(58)	6297	(36)
Chis. 497 x Chis.496	6150	(30)	7044	(52)	5686	(21)	6293	(37)
Chis.512 x Chis.496	5692	(43)	7416	(40)	5720	(20)	6276	(38)
Chis.455 x Jal.285	6478	(25)	7403	(43)	4937	(44)	6273	(39)
Chis.455 x Chis.497	5707	(42)	7225	(49)	5781	(16)	6238	(40)
V-521 x Jal.285	6396	(28)	7682	(35)	4627	(54)	6235	(41)
Chis.455 x SLP 199	5015	(60)	8243	(22)	5361	(31)	6206	(42)
Jal.285 x Chis.496	5761	(36)	7958	(27)	4831	(49)	6183	(43)
Sin.21 x Chis.496	2963	(68)	7755	(30)	5625	(23)	6169	(44)
Chis.472 x Chis.496	5363	(50)	7685	(34)	5421	(28)	6156	(45)

Continuación Cuadro A1.

Variedad o Cruza	L o c a l i d a d e s			
	Sta.Ma.del Oro	Santiago	Compostela	Combinado
Media General	6052	7735	5217	6335
DMS (0.05)	2154	1815	1580	1076
DMS (0.01)	2831	2386	2077	1415

() El número entre paréntesis indica el orden de magnitud de los valores en cada columna.

* Testigo.

Fuente: Oyervides 1979.

FIG. I

PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO MEDIO DE 11 VARIEDADES DE MAÍZ TROPICAL DETERMINADO POR LOS PARÁMETROS DE ESTABILIDAD DE EBERHART Y RUSSELL.

P 1 CHIS 455
 P 2 CHIS 472
 P 3 CHIS 496
 P 4 CHIS 497
 P 5 CHIS 512
 P 6 V-521-V

P 7 JAL 285
 P 8 SIN 21
 P 9 SLP 199
 P 10 NAY 334
 P 11 TAM 126
 * MEDIA DE VARIEDADES

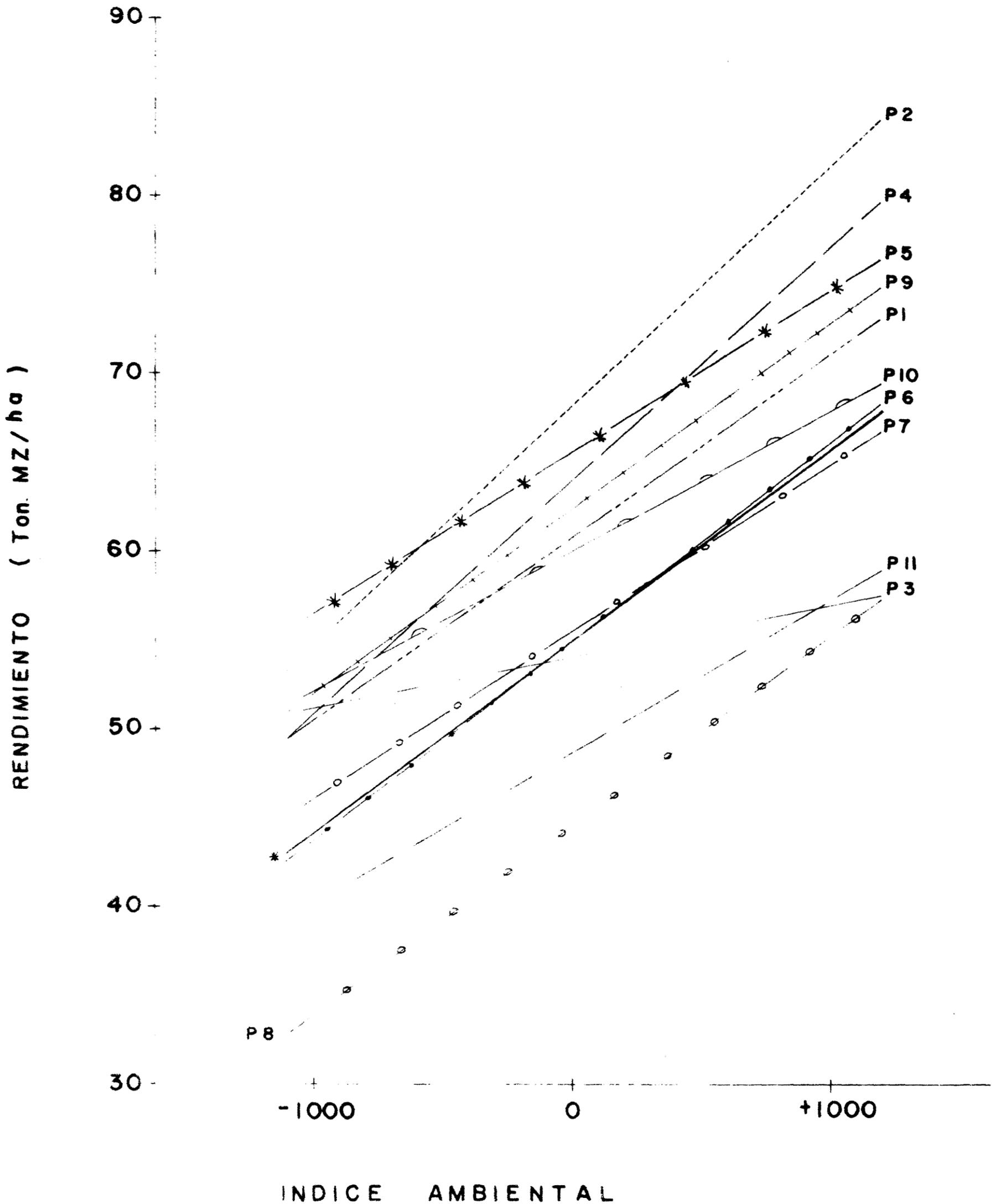


FIG. 2

PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO MEDIO DE 11 VARIETADES DE MAIZ TROPICAL Y EL DE SUS 55 CRUZAS POSIBLES, DETERMINADO POR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE EBERHART Y RUSSELL.

P1 CHIS 455
 P2 CHIS 472
 P3 CHIS 496
 P4 CHIS 497
 P5 CHIS 512
 P6 V-521-V

P 7 JAL 285
 P 8 SIN 21
 P 9 SLP 199
 P10 NAY 334
 P11 TAM 126
 * MEDIA ENTRE CRUZAS

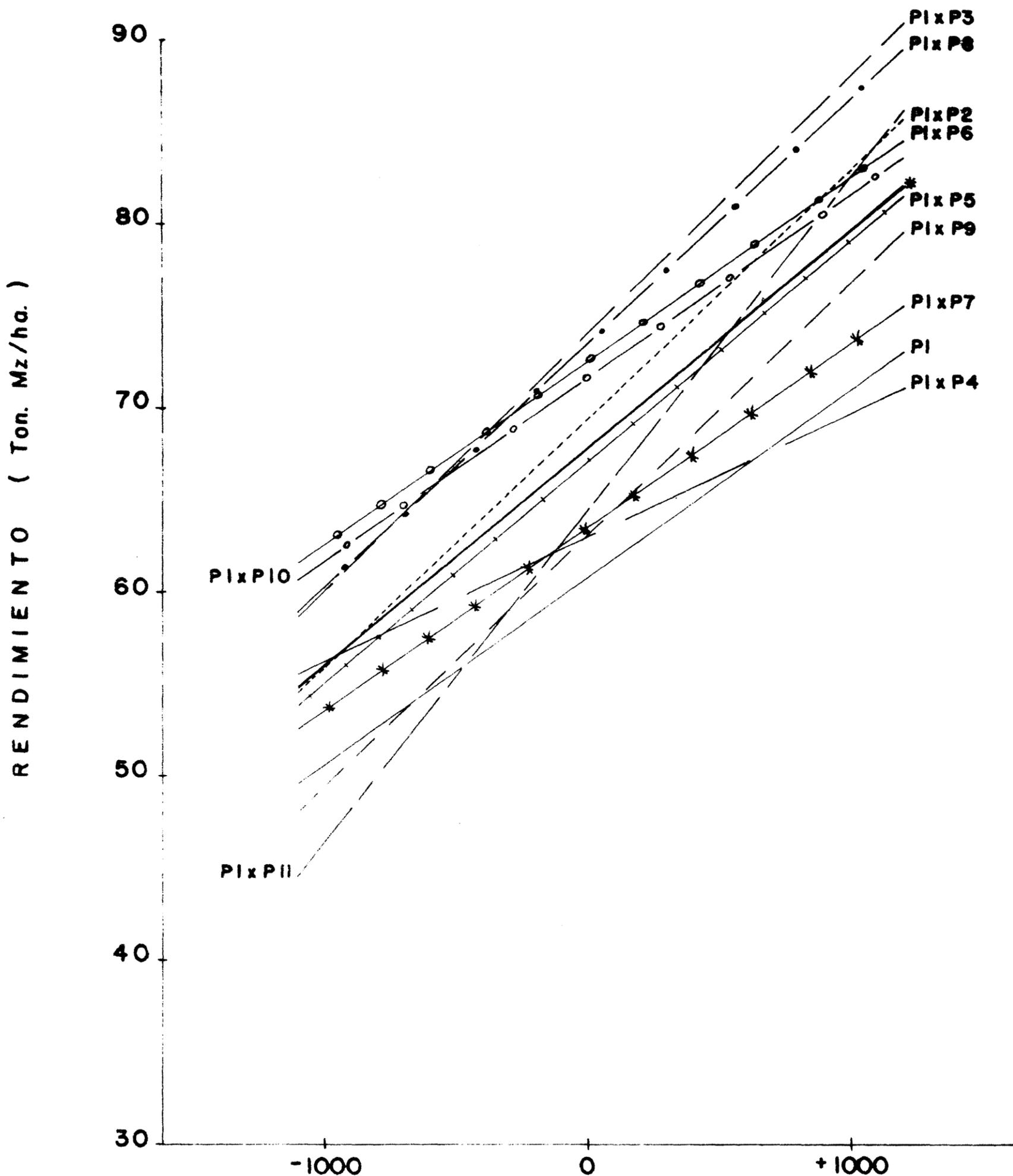


FIG. 3

PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO MEDIO DE II VARIEDADES DE MAIZ TROPICAL Y EL DE SUS 55 CRUZAS POSIBLES, DETERMINADO POR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE EBERHART Y RUSSELL.

P 1 CHIS 455
 P 2 CHIS 472
 P 3 CHIS 496
 P 4 CHIS 497
 P 5 CHIS 512
 P 6 V- 521-V

P 7 JAL 285
 P 8 SIN 21
 P 9 SLP 199
 P 10 NAY 334
 P 11 TAM 126

* MEDIA ENTRE CRUZAS

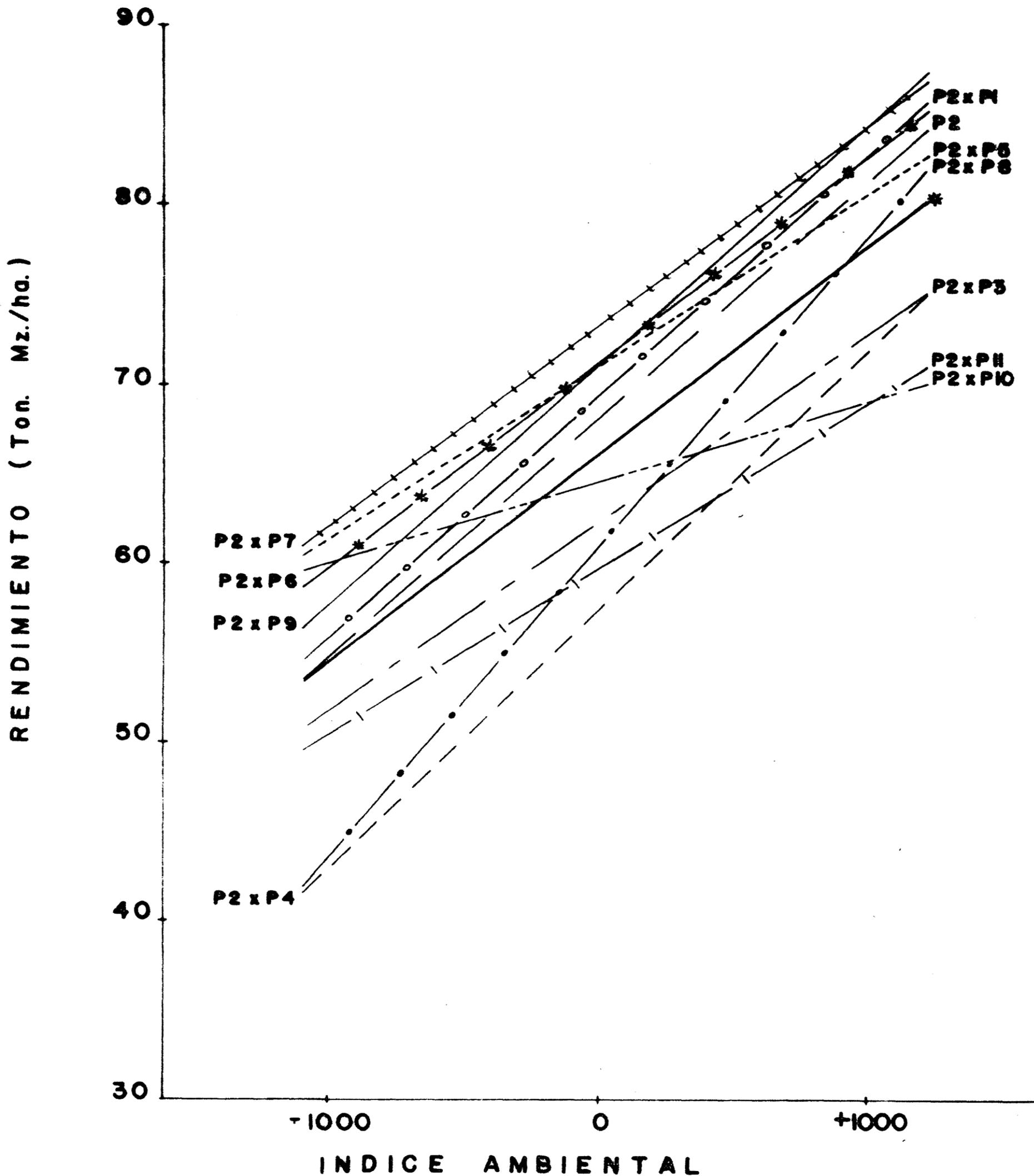


FIG. 4

PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO MEDIO DE 11 VARIETADES DE MAIZ TROPICAL Y EL DE SUS 55 CRUZAS POSIBLES, DETERMINADO POR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE EBERHART Y RUSSELL.

P 1 CHIS 455
 P 2 CHIS 472
 P 3 CHIS 496
 P 4 CHIS 497
 P 5 CHIS 512
 P 6 V-521-V

P 7 JAL 285
 P 8 SIN 21
 P 9 SLP 199
 P 10 NAY 334
 P 11 TAM 126

* MEDIA ENTRE CRUZAS

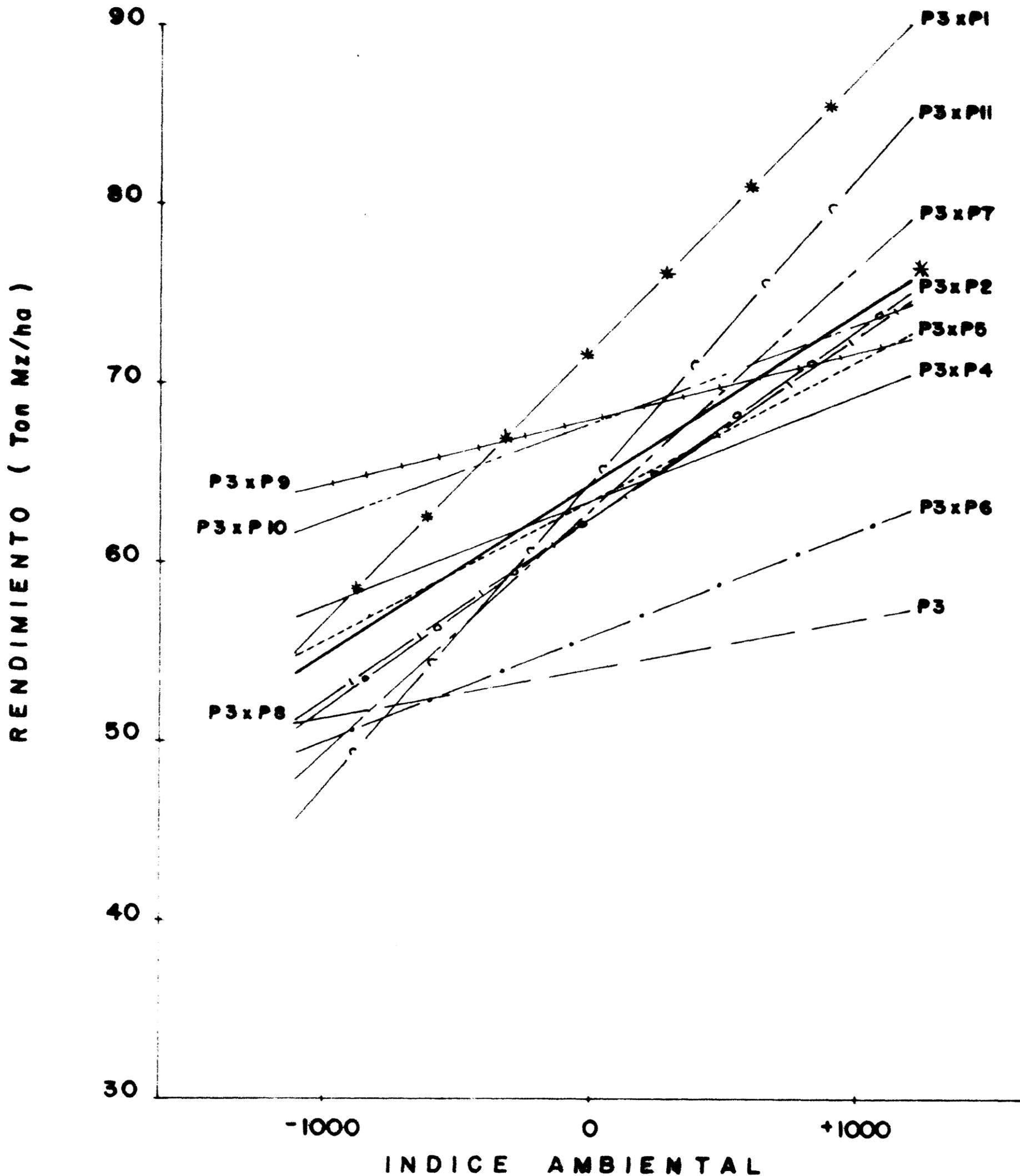


FIG. 5 PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO MEDIO DE II VARIEDADES DE MAIZ TROPICAL Y EL DE SUS 55 CRUZAS POSIBLES, DETERMINADO POR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE EBERHART Y RUSSELL.

P 1 CHIS 455
 P 2 CHIS 472
 P 3 CHIS 496
 P 4 CHIS 497
 P 5 CHIS 512
 P 6 V-521-V

P 7 JAL 285
 P 8 SIN 21
 P 9 SLP 199
 P 10 NAY 334
 P 11 TAM 126

* MEDIA ENTRE CRUZAS

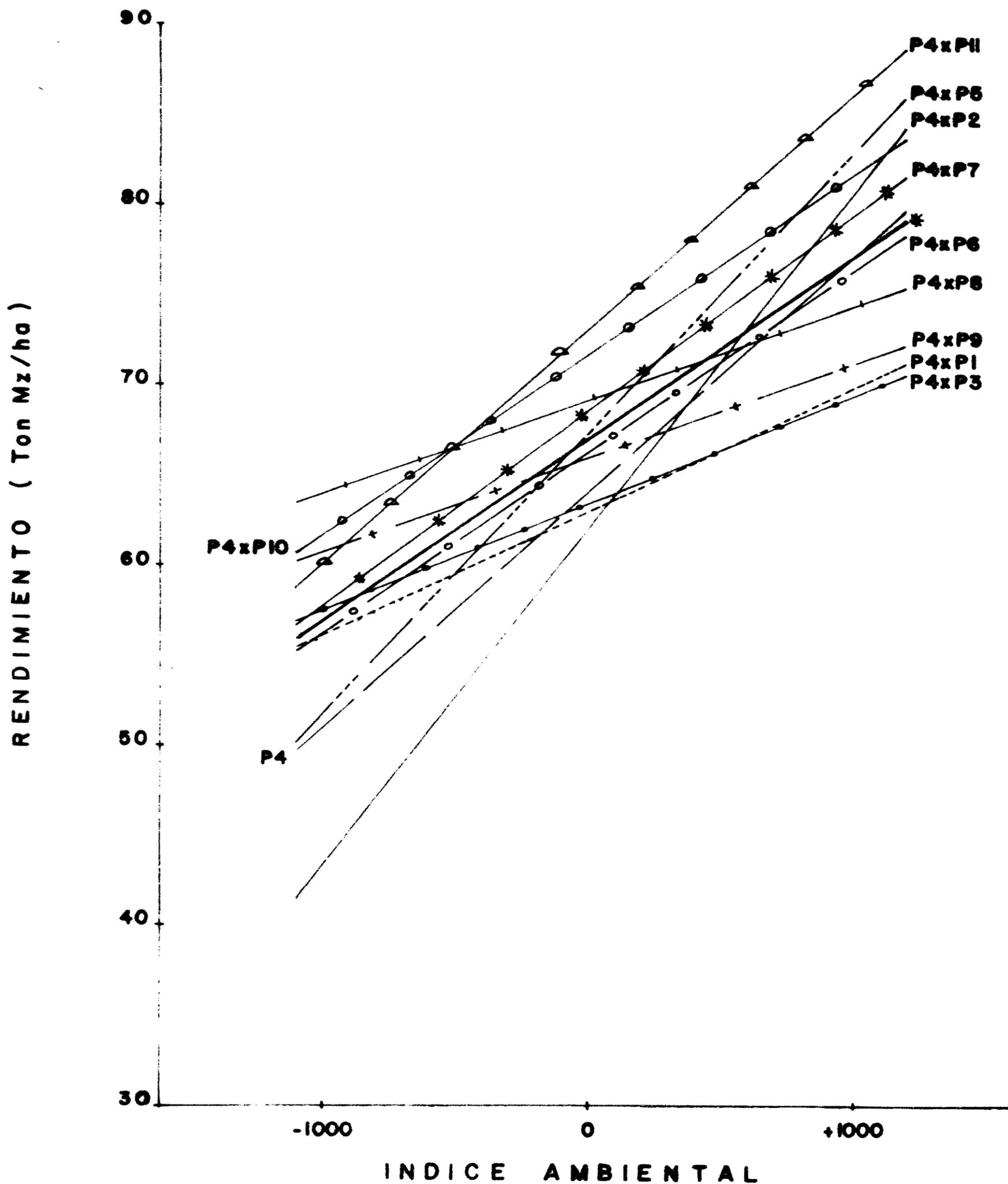


FIG. 6

PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO MEDIO DE 11 VARIEDADES DE MAIZ TROPICAL Y EL DE SUS 55 CRUZAS POSIBLES, DETERMINADO POR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE EBERHART Y RUSSELL.

P 1 CHIS 455
 P 2 CHIS 472
 P 3 CHIS 496
 P 4 CHIS 497
 P 5 CHIS 512
 P 6 V-521-V

P 7 JAL 285
 P 8 SIN 21
 P 9 SLP 199
 P 10 NAY 334
 P 11 TAM 126

* MEDIA ENTRE CRUZAS

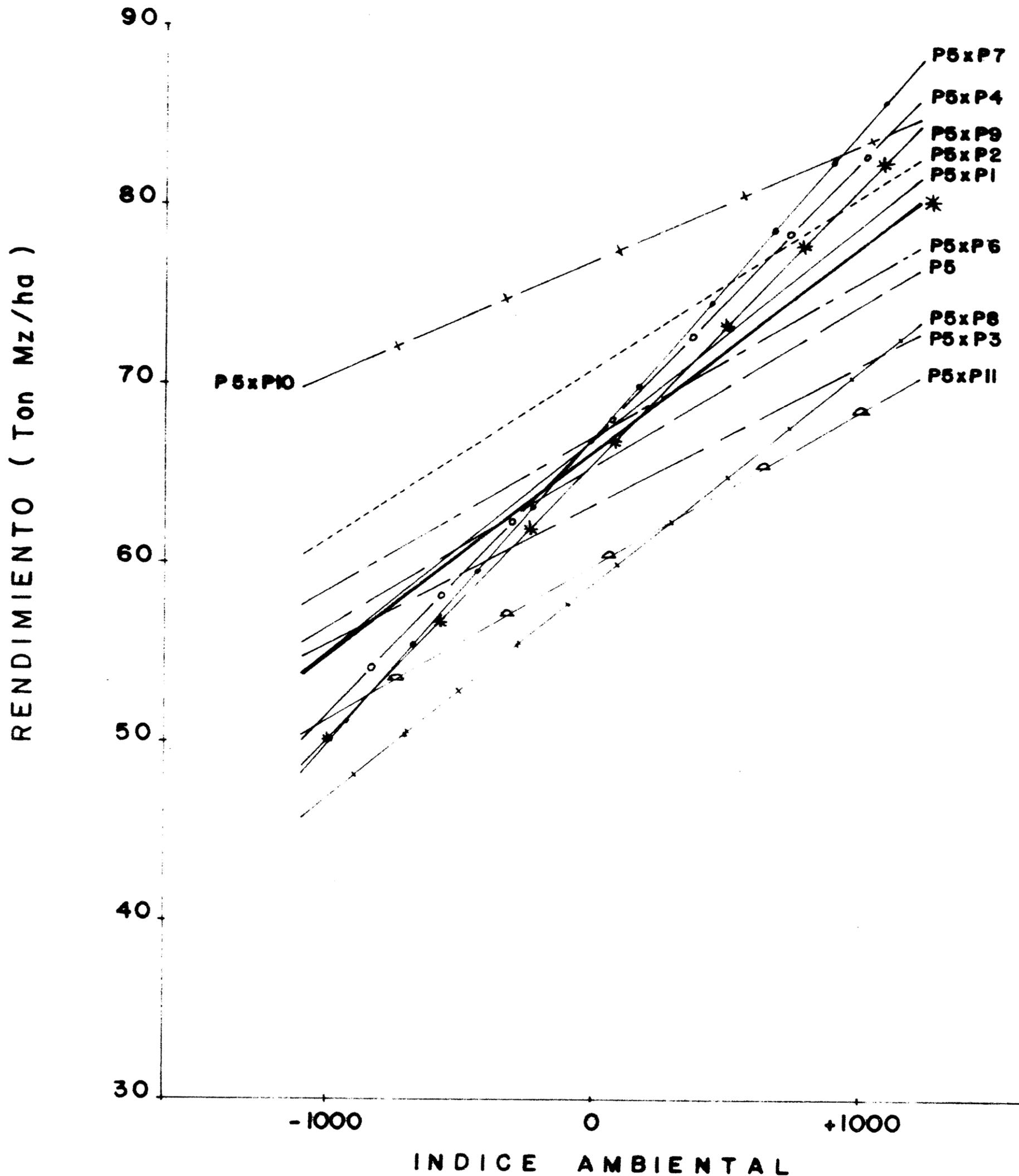


FIG. 7 PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO MEDIO DE II VARIETADES DE MAIZ TROPICAL Y EL DE SUS 55 CRUZAS POSIBLES, DETERMINADO POR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE EBERHART Y RUSSELL.

P 1 CHIS 455
 P 2 CHIS 472
 P 3 CHIS 496
 P 4 CHIS 497
 P 5 CHIS 512
 P 6 V-521-V

P 7 JAL 285
 P 8 SIN 21
 P 9 SLP 199
 P 10 NAY 334
 P 11 TAM 126

* MEDIA ENTRE CRUZAS

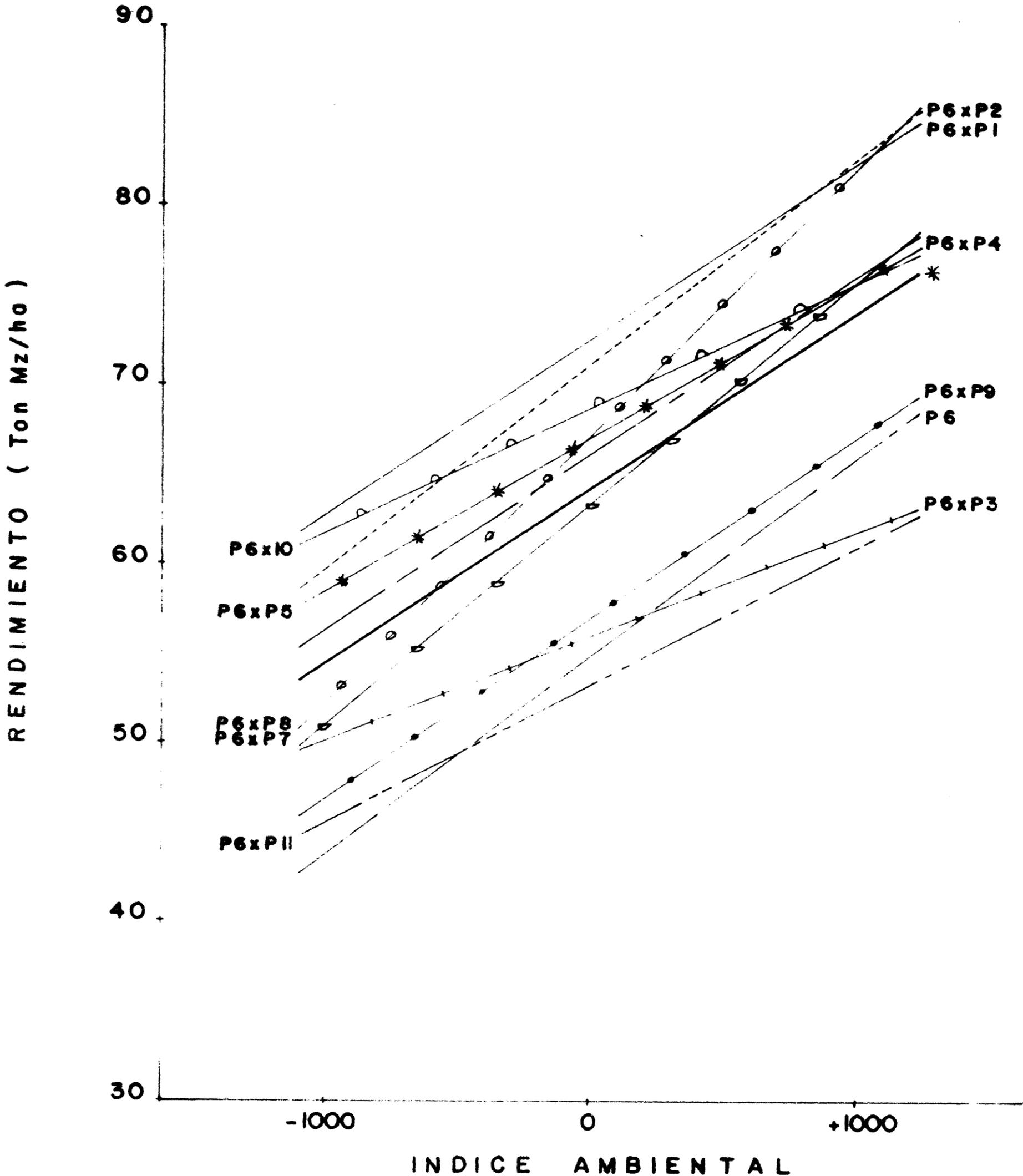


FIG. 8 PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO MEDIO DE II VARIEDADES DE --
 MAIZ TROPICAL Y EL DE SUS 55 CRUZAS POSIBLES, DETER-
 MINADO POR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE EBER--
 HART Y RUSSELL.

P 1 CHIS 455
 P 2 CHIS 472
 P 3 CHIS 496
 P 4 CHIS 497
 P 5 CHIS 512
 P 6 V-521-V

P 7 JAL 285
 P 8 SIN 21
 P 9 SLP 199
 P 10 NAY 334
 P 11 TAM 126

* MEDIA ENTRE CRUZAS

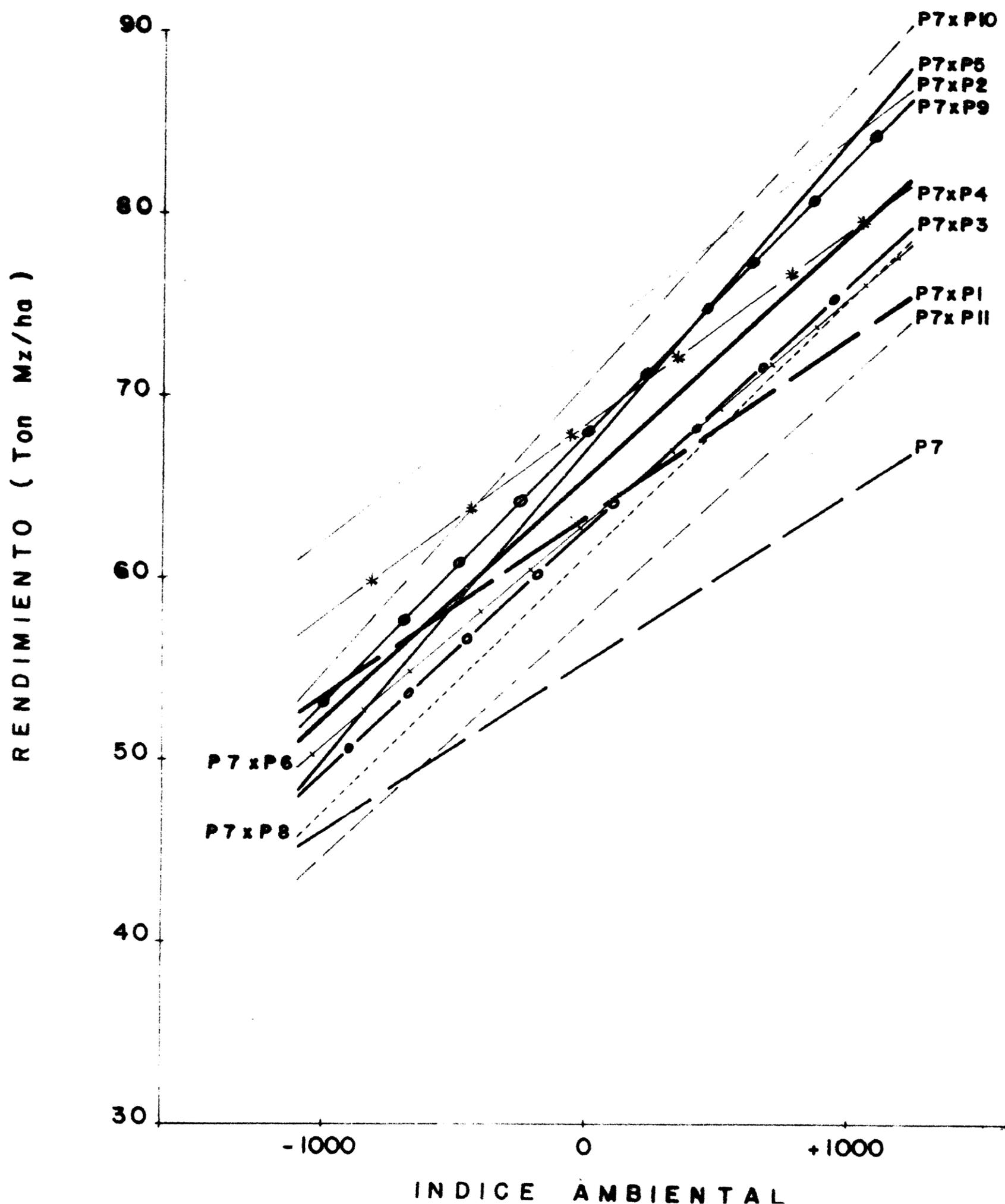


FIG. 9 PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO MEDIO DE 11 VARIEDADES DE MAIZ TROPICAL Y EL DE SUS 55 CRUZAS POSIBLES, DETERMINADO POR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE EBERHART Y RUSSELL.

P 1 CHIS 455
 P 2 CHIS 472
 P 3 CHIS 496
 P 4 CHIS 497
 P 5 CHIS 512
 P 6 V-521-V

P 7 JAL 285
 P 8 SIN 21
 P 9 SLP 199
 P 10 NAY 334
 P 11 TAM 126

* MEDIA ENTRE CRUZAS

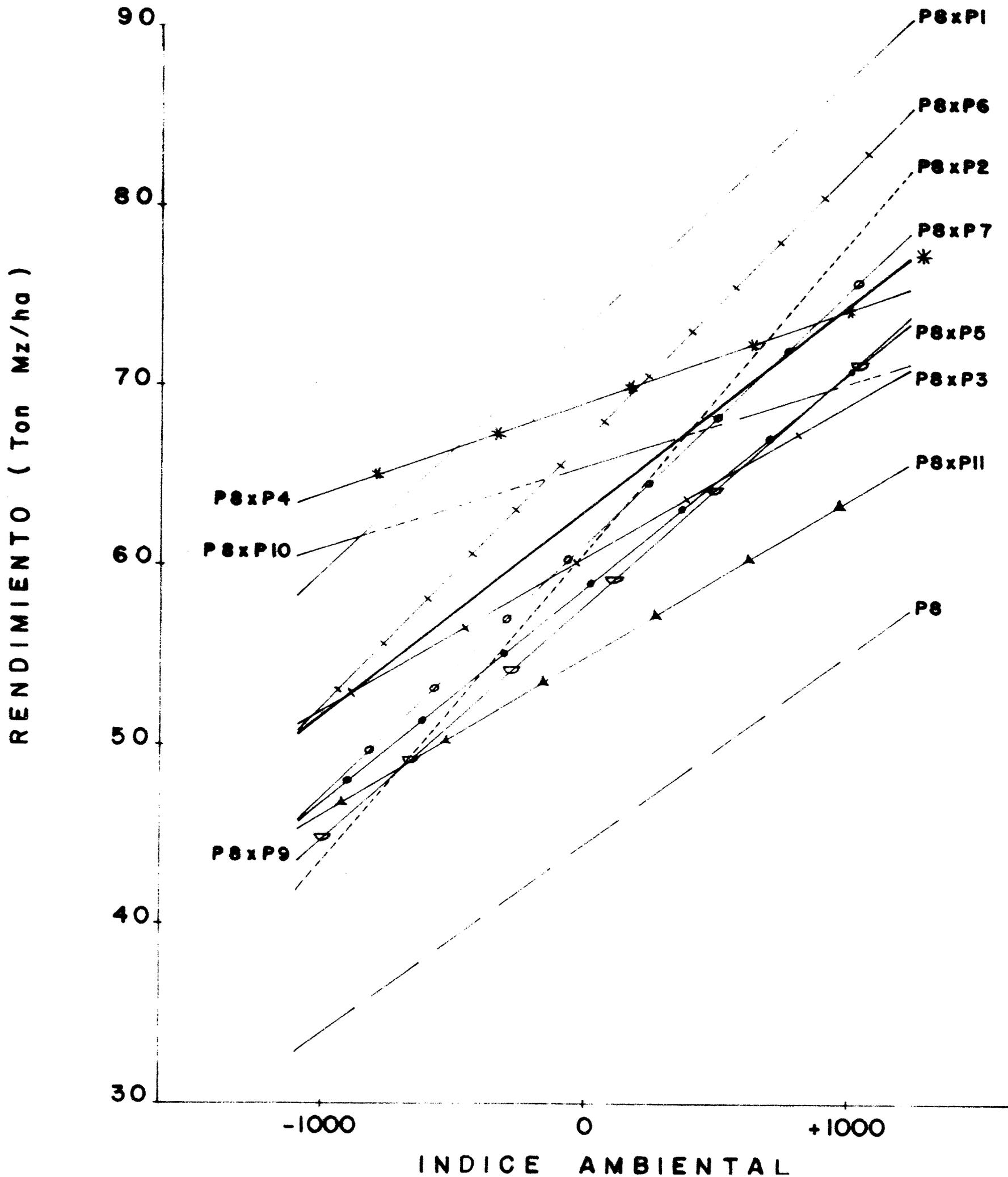


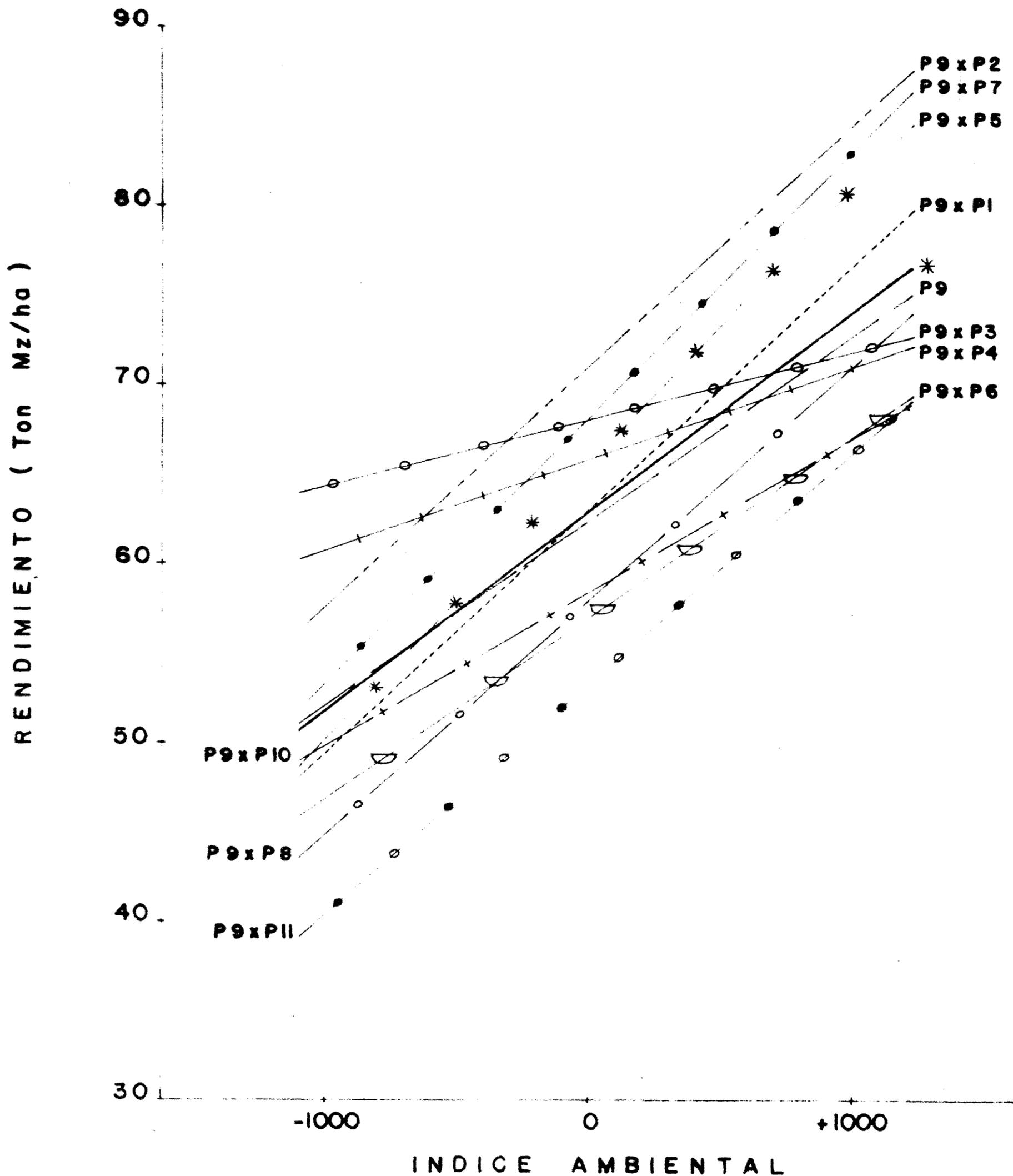
FIG. 10

PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO MEDIO DE 11 VARIEDADES DE MAIZ TROPICAL Y EL DE SUS 55 CRUZAS POSIBLES, DETERMINADO POR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE EBERHART Y RUSSELL.

P 1 CHIS 455
 P 2 CHIS 472
 P 3 CHIS 496
 P 4 CHIS 497
 P 5 CHIS 512
 P 6 V-521-V

P 7 JAL 285
 P 8 SIN 21
 P 9 SLP 199
 P 10 NAY 334
 P 11 TAM 126

* MEDIA ENTRE CRUZAS



IG. II PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO MEDIO DE 11 VARIEDADES MAIZ TROPICAL Y EL DE SUS 55 CRUZAS POSIBLES, DETERMINADO POR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE EBERHART Y RUSSELL.

P 1 CHIS 455
 P 2 CHIS 472
 P 3 CHIS 496
 P 4 CHIS 497
 P 5 CHIS 512
 P 6 V-52I-V

P 7 JAL 285
 P 8 SIN 21
 P 9 SLP 199
 P 10 NAY 334
 P 11 TAM 126

* MEDIA ENTRE CRUZAS

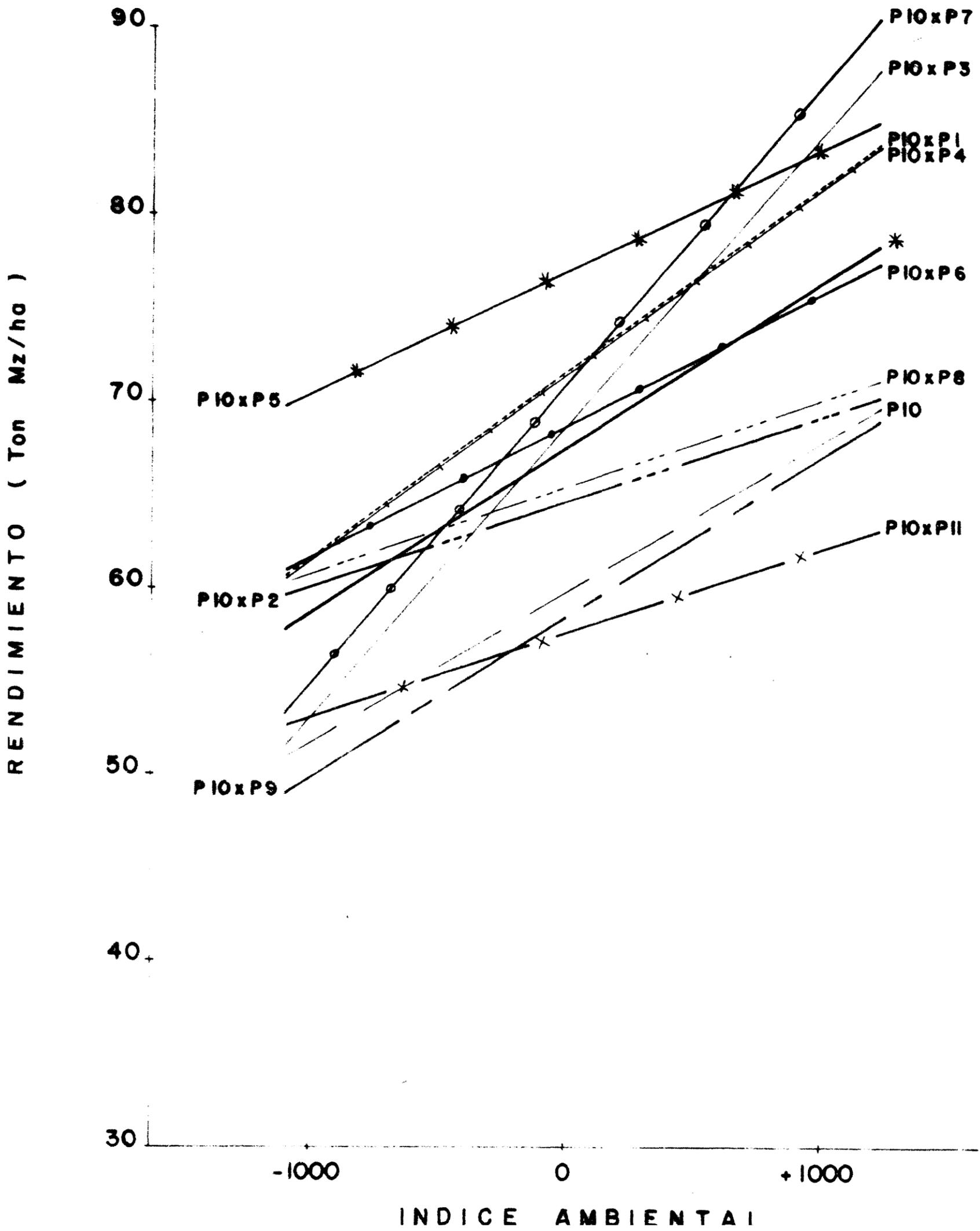


FIG. 12

PREDICION DEL RENDIMIENTO MEDIO DE II VARIEDADES DE MAIZ TROPICAL Y EL DE SUS 55 CRUZAS POSIBLES, DETERMINADO POR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE EBERHART Y RUSSELL.

P 1 CHIS 455
 P 2 CHIS 472
 P 3 CHIS 496
 P 4 CHIS 497
 P 5 CHIS 512
 P 6 V-521-V

P 7 JAL 285
 P 8 SIN 21
 P 9 SLP 199
 P 10 NAY 334
 P 11 TAM 126
 * MEDIA ENTRE CRUZAS

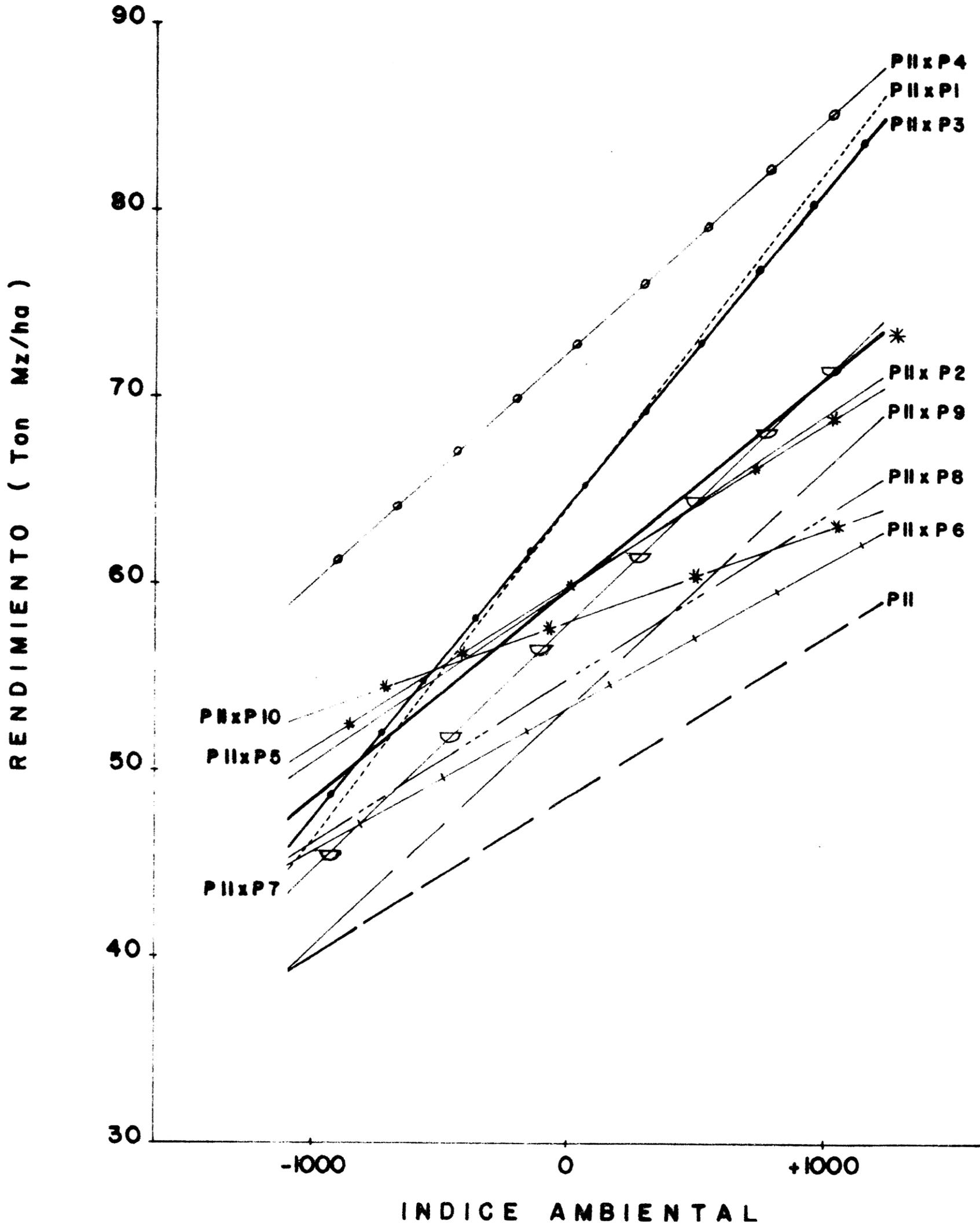


FIGURA 13
ZONA AGRICOLA DEL ESTADO DE NAYARIT.

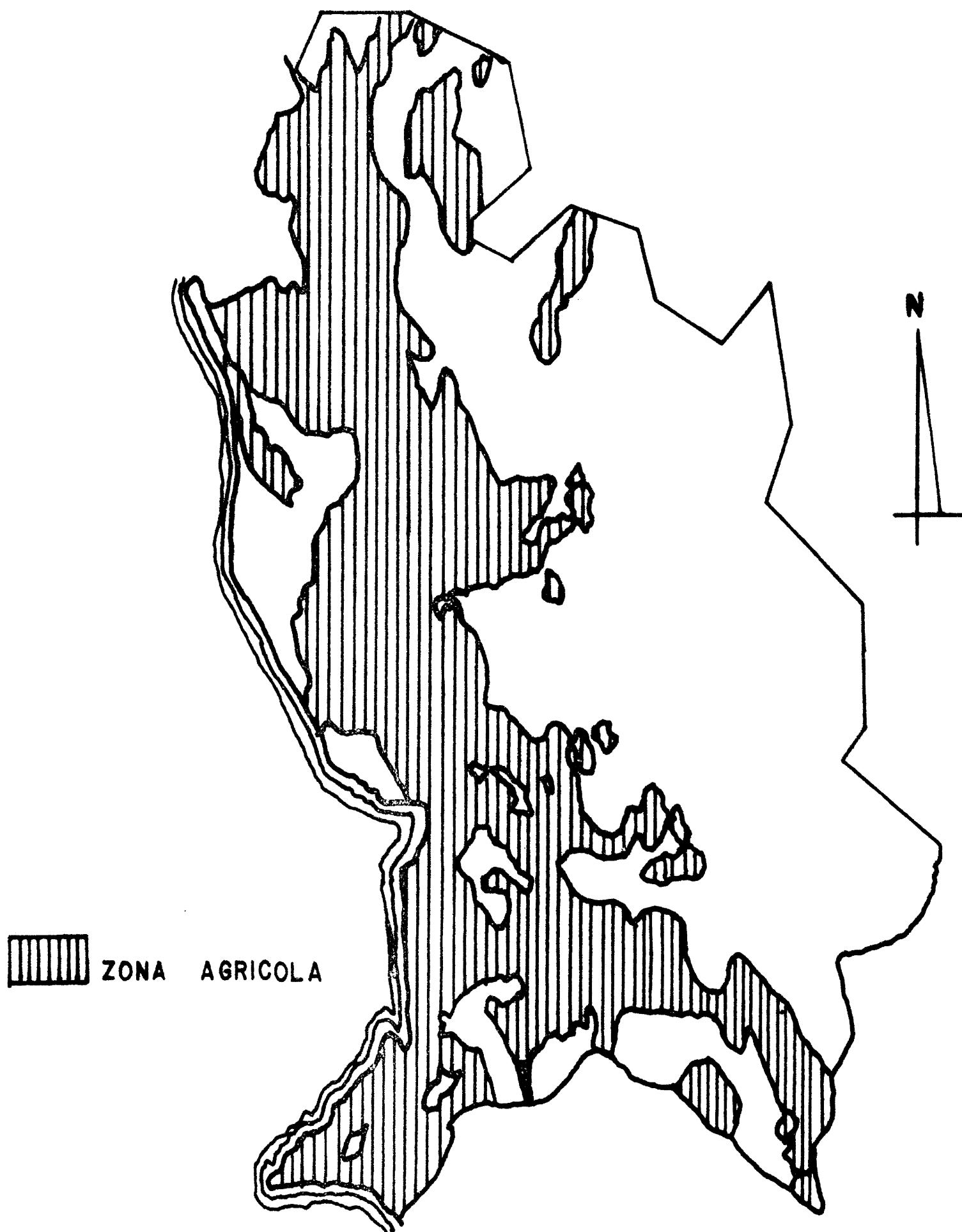


FIGURA 14
DIVISION POLITICA DEL ESTADO DE NAYARIT.

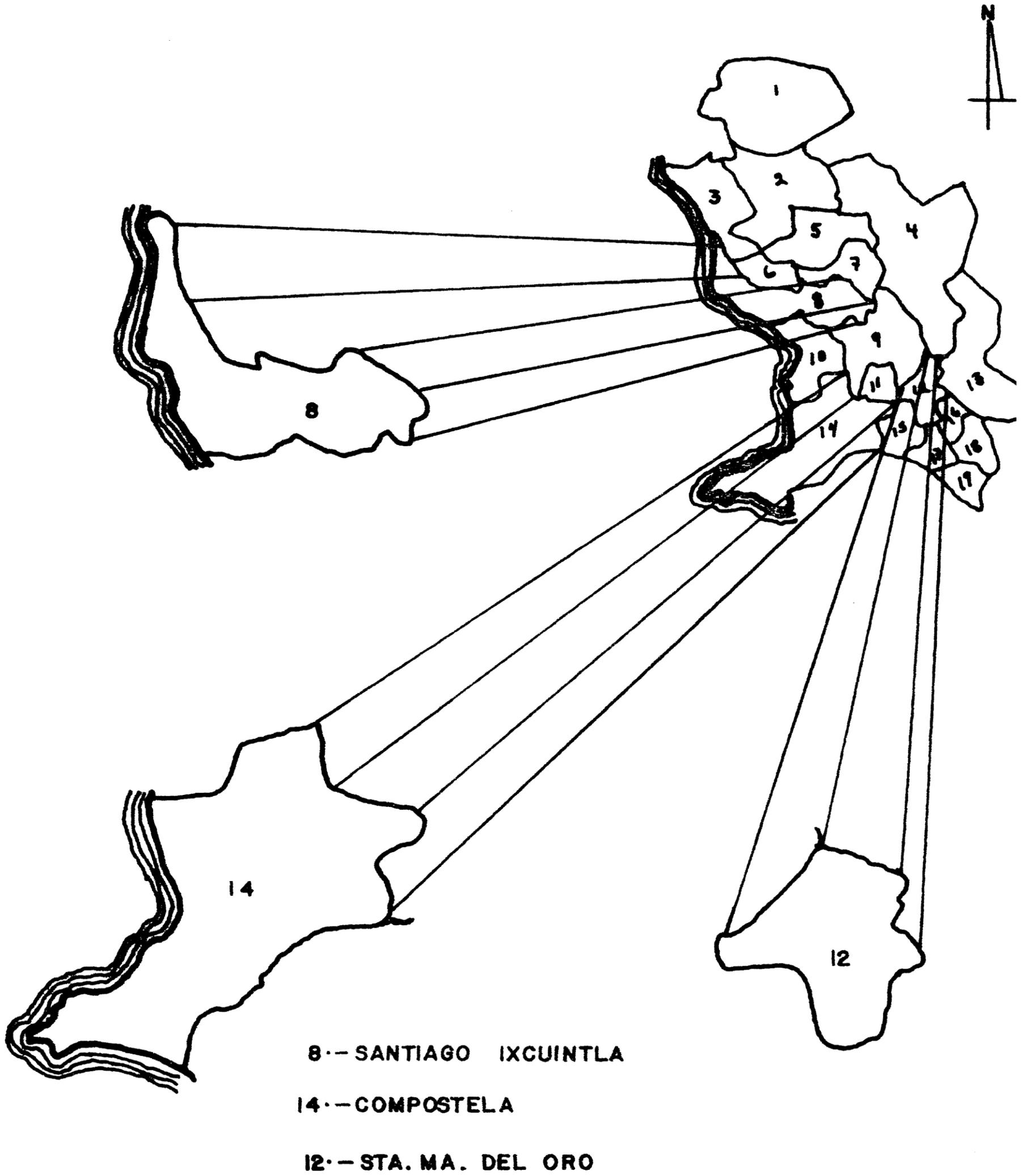


FIGURA 15
CARTA DE ISOTERMAS DEL ESTADO DE NAYARIT

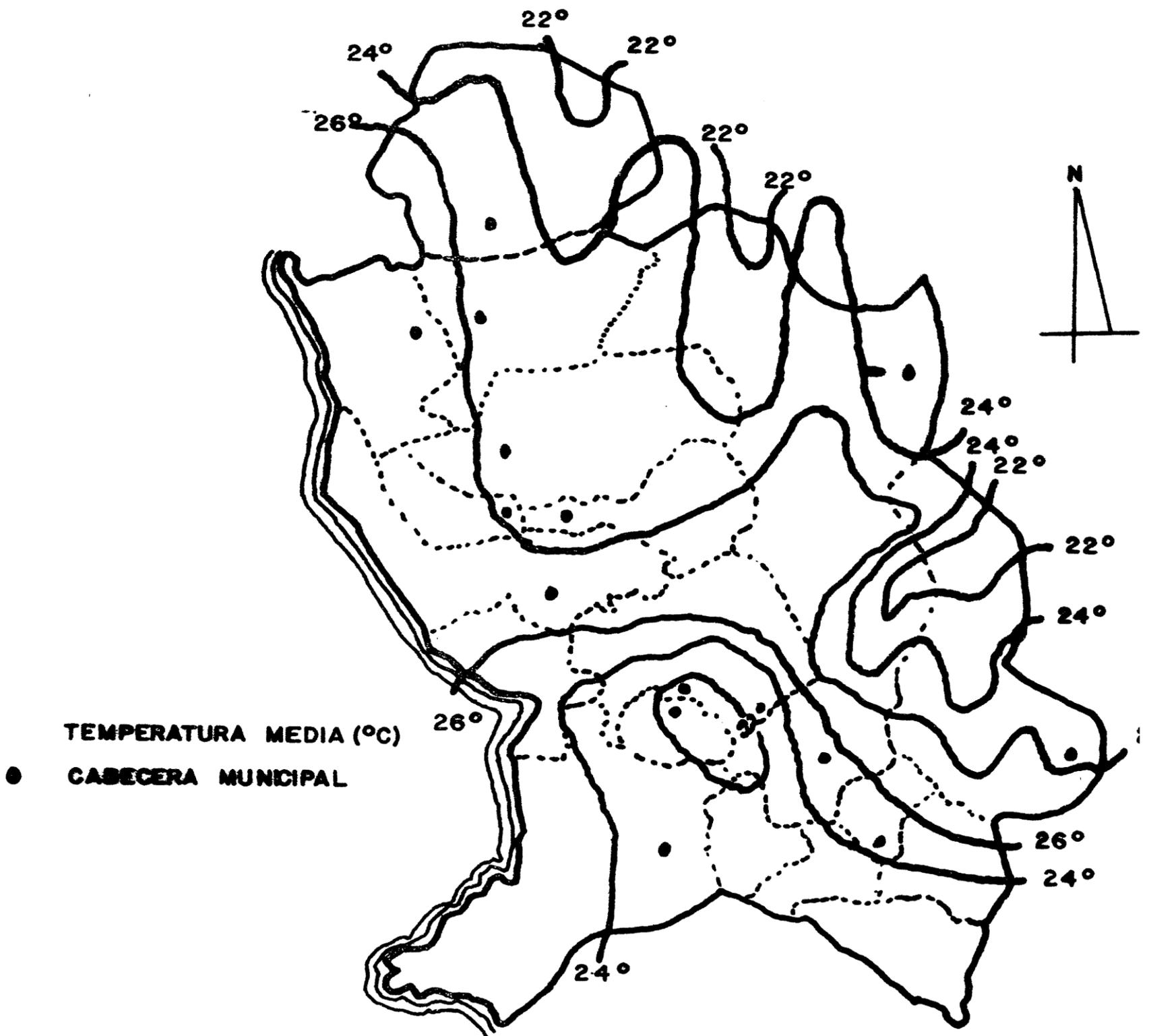


FIGURA 16
CARTA DE ISOYETAS DEL ESTADO DE NAYARIT

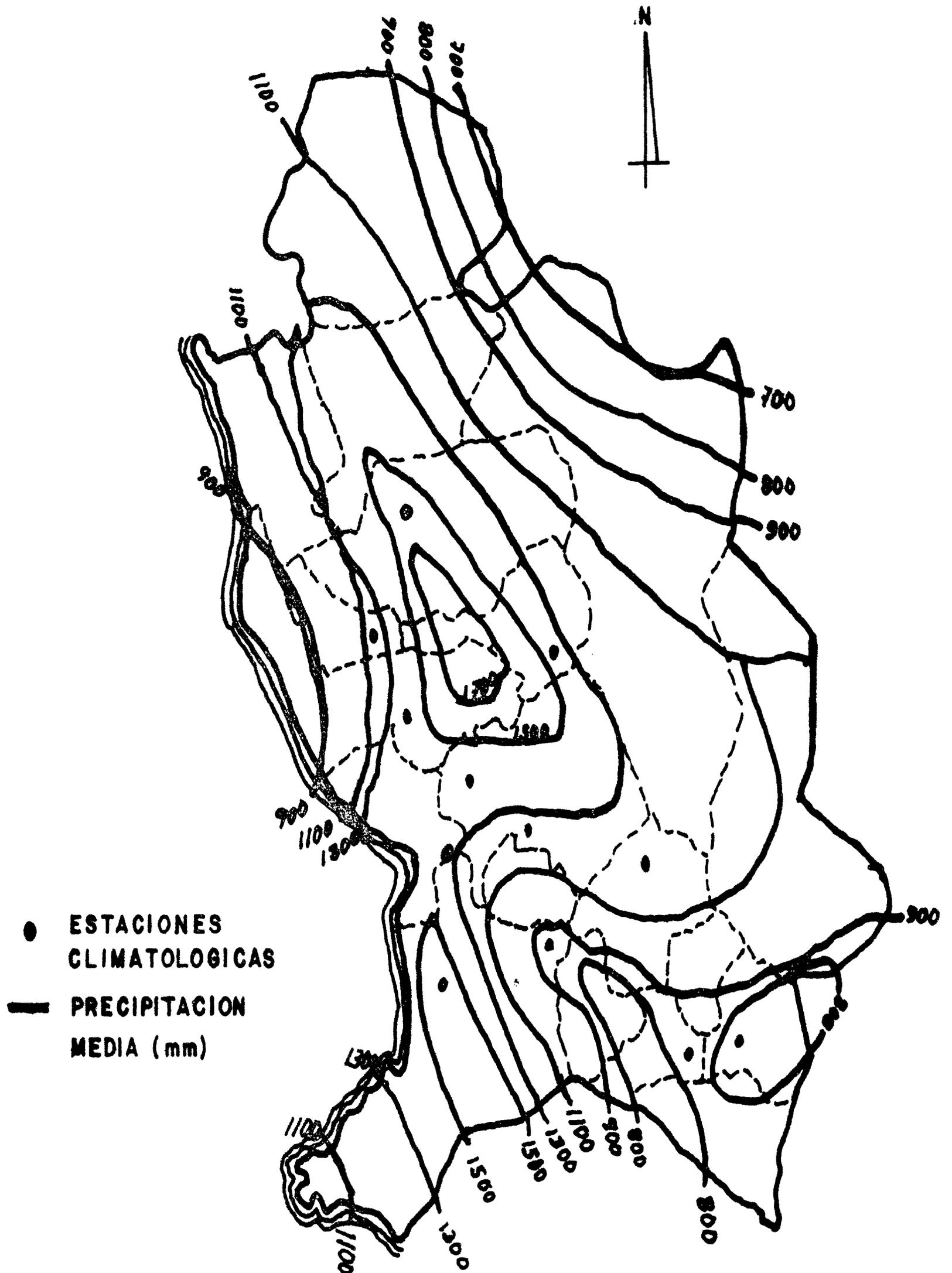
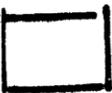


FIGURA 17
CLASIFICACION DEL CLIMA DE NAYARIT

Aw= TROPICAL SABANA



**Cwb=TEMPLADO MES MAS
CALIDO > 22° C**



**Bswb=SEMARIDO CON LLUVIAS
EN VERANO MEDIO EN MAYO > 18° C.**

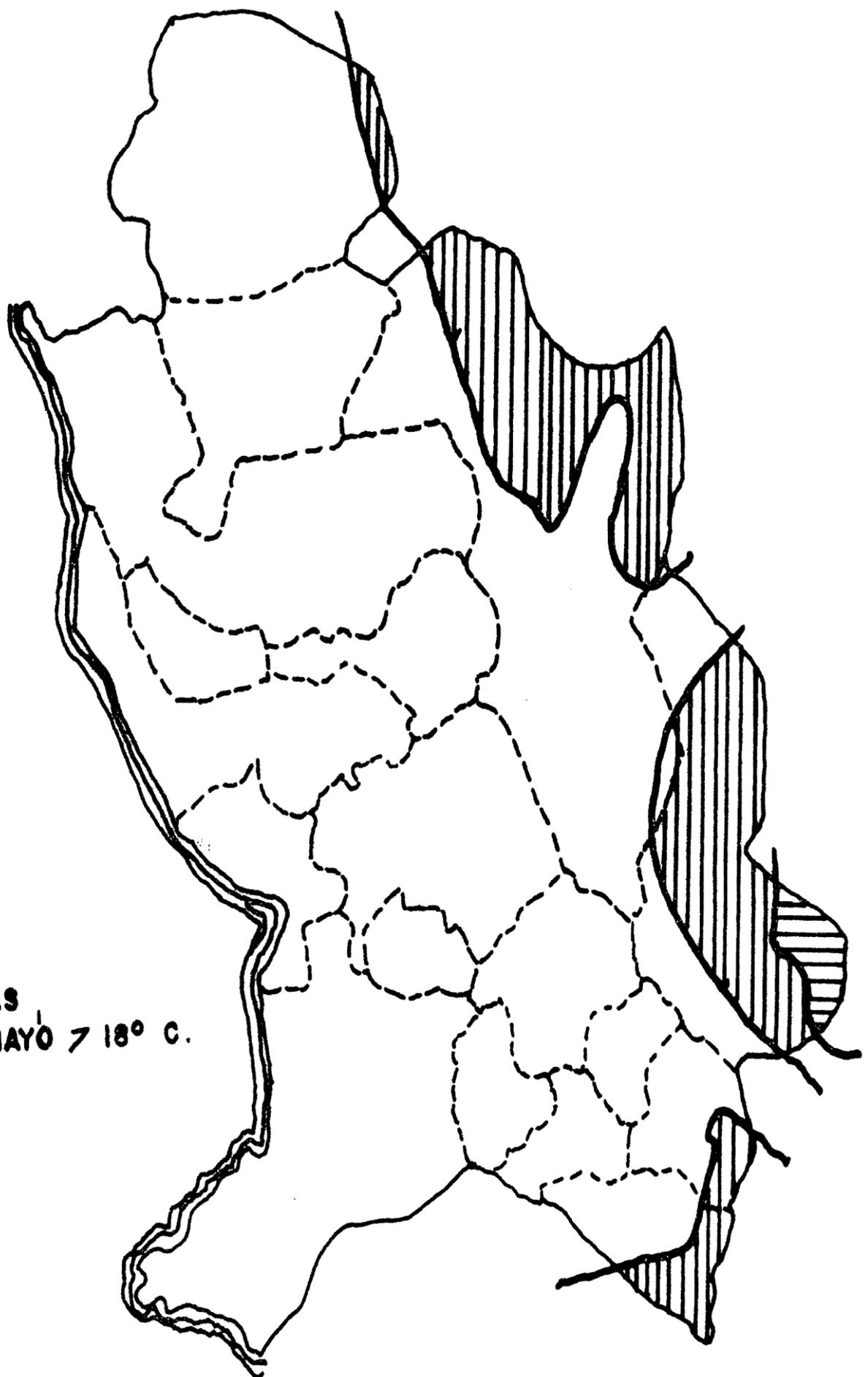
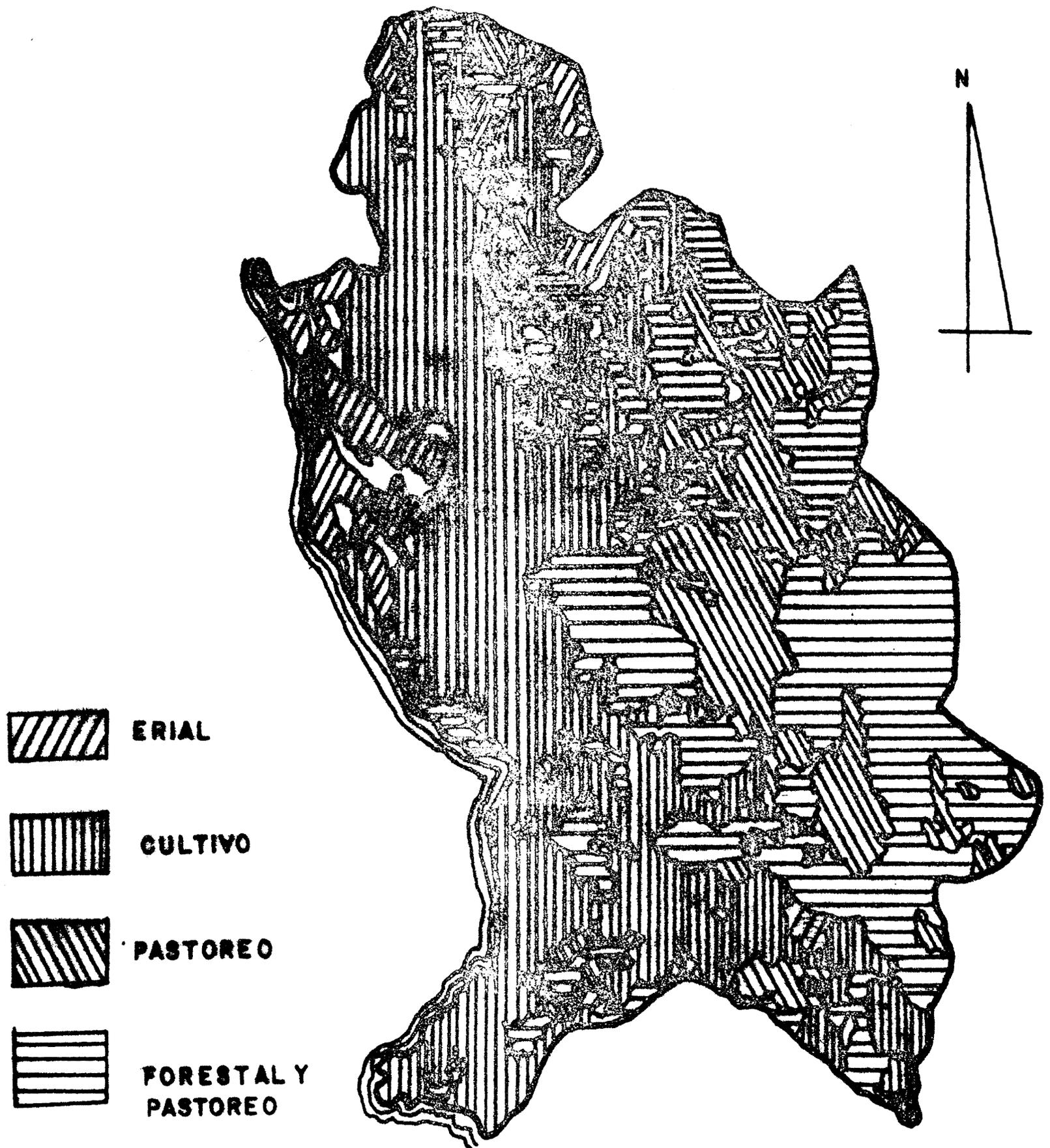


FIGURA 18
CLASIFICACION DE SUELOS DE NAYARIT



FUENTE: MARCO DE REFERENCIA REGIONAL DEL CAMPO AGRÍCOLA EXPERIMENTAL SANTIAGO IXCUINTLA, NAYARIT.