

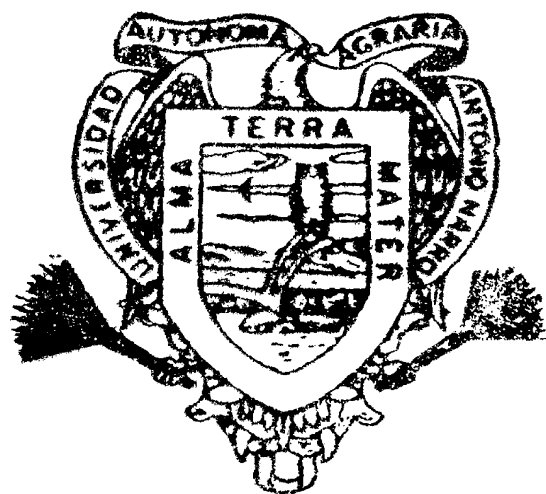
COMBINACIONES DE GERMOPLASMA DE MAIZ  
(Zea mays L.) PROPIOS PARA EL BAJIO Y  
TROPICO. DOSIS OPTIMAS PARA  
RENDIMIENTO Y ESTABILIDAD

ALBERTO MORALES LOREDO

**T E S I S**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS  
ESPECIALIDAD DE FITOMEJORAMIENTO



**Universidad Autónoma Agraria  
Antonio Narro**

PROGRAMA DE GRADUADOS  
Buenavista, Saltillo, Coah.

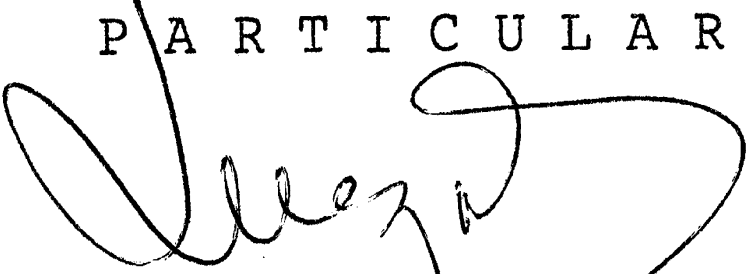
ABRIL DE 1985

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

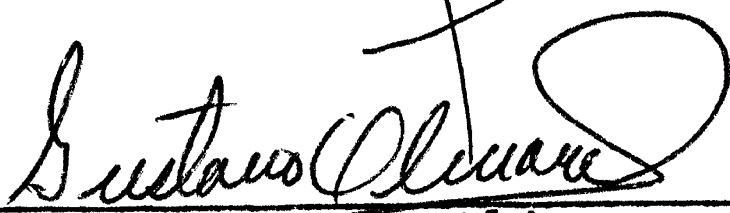
MAESTRO EN CIENCIAS ESPECIALIDAD  
DE FITOMEJORAMIENTO

C O M I T E P A R T I C U L A R

Asesor principal:

  
Dr. José Espinoza Velazquez

Asesor:

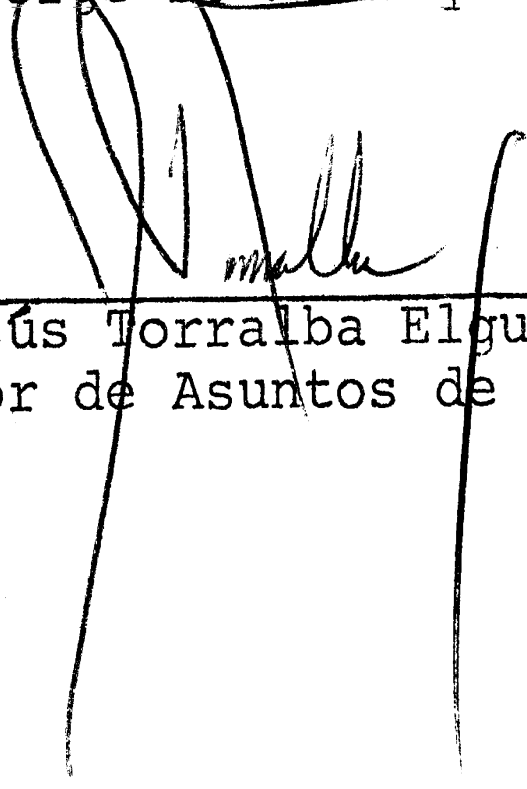
  
Ing. M.C. Gustavo Olivares Salazar

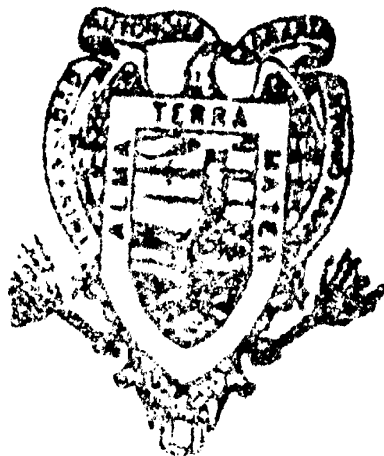
Asesor:

  
Lic. Emilio Padrón Corral

Asesor:

  
Dr. Jorge S. Marroquín de la Fuente

  
Dr. Jesús Torralba Elguézabal  
Subdirector de Asuntos de Postgrado



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

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas - (INIA) por la confianza depositada para el desarrollo de mis estudios.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por su apoyo económico.

Al Comité Particular de Asesoría elemento fundamental para la culminación de este trabajo.

Al Personal del Instituto Mexicano del Maíz de la -- Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", en especial al Ingeniero José Rafael Gómez González por las sugerencias y -- valiosas aportaciones para la realización de esta investigación.

Al Mat. Delfino Vargas Chanes, Ing. Carlos Contreras Castro y al Téc. Rodolfo Sabbag de la Unidad de Biometría -- del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas por su -- ayuda para el análisis estadístico.

Agradezco de manera especial al Dr. José Espinoza Ve lazquez la ayuda brindada durante mis estudios de Maestría.

A la Srta. Alma R. Ortíz Gámez, por su trabajo de -- mecanografiado.

# DEDICATORIA

A la memoria de mi madre,  
**María Concepción Loredo**

A mi padre,  
José Morales

A mi esposa e hija,  
Rosalba y Adriana



# COMPENDIO

Combinaciones de Germoplasma de Maíz (*Zea mays* L.) propios para el Bajío y Trópico. Dosis óptima para Rendimiento y Estabilidad.

POR

ALBERTO MORALES LOREDO

MAESTRIA

FITOMEJORAMIENTO

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. ABRIL 1985

Dr. José Espinoza Velazquez - Asesor -

Palabras claves: Maíz, combinaciones de germoplasma, dosis, estabilidad.

En esta investigación se generó y se probó un rango amplio de combinaciones de germoplasma obtenidas al cruzar maíces adaptados al Bajío y al trópico; las combinaciones variadas de germoplasma tuvieron como objetivo medir la respuesta del rendimiento con respecto a la dosis de germoplasma, evaluadas en ambientes y probadores del Bajío y trópico, para finalmente identificar las dosis que inducian una mayor estabilidad.

Los resultados indicaron que existe una dependencia del rendimiento con respecto a la dosis de germoplasma de Bajío. La dependencia mencionada está en función de las diferencias entre dosis; entre ambiente y probador utilizado en la evaluación. Así, las dosis óptimas oscilan entre 38.78 - por ciento a 70.74 por ciento de germoplasma de Bajío, siendo ésta mayor para el ambiente de Bajío (Irapuato, Gto.) que el de trópico (Apatzingán, Mich.) y ésta a su vez mayor que la del ambiente intermedio, con respecto a su altitud principalmente, representado por Torreón, Coahuila.

La respuesta del rendimiento con respecto a la dosis de germoplasma de Bajío es de tipo lineal con pendiente negativa, por lo que el rendimiento se reduce en relación inversa con el aumento de la dosis. En el probador de trópico la respuesta es de tipo cuadrática, existiendo los mayores rendimientos dentro de un rango de 0.30 a 0.70 de germoplasma.

Se observó una asociación positiva entre la dosis de germoplasma que optimiza el rendimiento con la que produce la mayor estabilidad; los resultados indicaron que la dosis fue de 0.0 de germoplasma de Bajío cuando éstas se evalúan en el probador del mismo ambiente, y de 0.50 a 0.75 cuando se evalúan en el probador de trópico.

## ABSTRACT

Bajio and Tropics Germplasmic Combinations of Maize (*Zea mays* L.). Optimal Doses for Crop Yield and Stability.

BY

ALBERTO MORALES LOREDO

MASTER'S DEGREE

PLANT BREEDING

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. APRIL 1985

Dr. José Espinoza Velazquez - Advisor -

Key words: Corn, germplasmic combinations, doses, stability.

A wide range of germplasmic combinations was generated by crossing lines of corn representing from two different groups adapted to two broad regions in Mexico namely Bajio and tropics. The objectives of this study was to measure the response through crop yield by the different doses of germplasm evaluated in three regions and using two different testers. In addition to it, the stability of the doses were identified in relation to the grain yield.

A dependency between crop yield and the doses of Bajio germplasm was made evident. It means that the optimal doses were those between 38.78 to 70.74 per cent of Bajio

germplasm. The highest values were registered for the Bajio region (Irapuato, Gto.), and the medium values for the "tropical" region (Apatzingán, Mich.), and the lower ones for the locality of Torreón, Coah.

A negative slope was resulted with a linear response of crop yield with respect to doses of Bajio germplasm. This mean that crop yield is inverse with respect to increasing levels of germplasm. On the other hand, when a tester representative from the tropics was used, the response was a quadratic one, and a high crop yield was registered between the range of 30.0 to 70.0 per cent of the Bajio germplasm.

Finally, the highest stability was observed with a doses of 0.0 of Bajio germplasm, when that was evaluated with a tester of the same origen; and those between 0.50 to 0.75 when a tester representative of the tropics was used.

# INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE TABLAS	vii
INDICE DE GRAFICAS	x
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	4
- DIVERSIDAD GENETICA Y HETEROSIS.....	4
- INTERACCION GENOTIPO-AMBIENTE.....	9
3. MATERIALES Y METODOS	14
- AREA DE ESTUDIO.....	14
- MATERIALES-.....	15
- MATERIAL BASICO.....	15
- DESCRIPCION DEL MATERIAL.....	15
- METODOS.....	16
- FORMACION DEL MATERIAL DE PRUEBA...	16
- EVALUACIONES DE CAMPO.....	18
- ANALISIS ESTADISTICOS.....	22
- ANALISIS DE VARIANZA INDIVIDUAL....	23
- ANALISIS DE VARIANZA COMBINADO....	24
- ANALISIS DE REGRESION.....	25
- ANALISIS DE PARAMETROS DE ESTABILI- DAD.....	26
4. RESULTADOS.	27
- ANALISIS DE VARIANZA INDIVIDUAL Y COMBI- NADO.....	27
- ANALISIS DE REGRESION.....	36
- ANALISIS DE PARAMETROS DE ESTABILIDAD.....	46
5. DISCUSION	54
- VARIACION DE LAS DOSIS DE GERMOPLASMA.....	54
- EFECTO DE LA DOSIS SOBRE EL RENDIMIENTO...	58
- ESTABILIDAD DE LAS DOSIS.....	63
6. CONCLUSIONES	65
7. RESUMEN	67
8. LITERATURA CITADA	69
9. APENDICE	75

INDICE DE TABLAS

Tabla		Página
2.1	Situaciones posibles en la caracterización genotipos.	13
3.1	Dotaciones germoplásmicas Bajío/trópico incluidas en los ensayos de rendimiento. Considerando la línea AN-32 N.	19
3.2	Dotaciones germoplásmicas Bajío/trópico incluidas en los ensayos de rendimiento. Considerando AN-119-1 E.	20
4.1	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza de seis características agronómicas. Irapuato, Gto.	28
4.2	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza de seis características agronómicas de maíz. Torreón, Coah.	30
4.3	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza de seis características agronómicas de maíz. Apatzingán, Mich.	32
4.4	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza combinado para seis características agronómicas de maíz. AN-32.	33
4.5	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza combinado para seis características agronómicas de maíz. AN-119-1.	35
4.6	Rendimiento promedio de las dosis de germoplasma (Bajío/trópico) considerando las líneas AN-32 y AN-119-1.	37
4.7	Cuadrados medios y significancia para el análisis de regresión de la dosis de germoplasma. Considerando AN-32.	38
4.8	Cuadrados medios y significancia para el análisis de regresión de la dosis de germoplasma. Considerando AN-119-1.	40
4.9	Valores óptimos de dosis de germoplasma de Bajío y sus rendimientos predichos.	42
4.10	Estadísticos de parámetros de estabilidad y descripción de la situación de las dosis de germoplasma de Bajío. AN-32.	51

4.11	Estadísticos parámetros de estabilidad y descripción de la situación de las dosis de $\overline{ger}$ moplasm de Bajío. AN-119-1.	52
9.1A	Cuadrados medios y significancia estadística para seis características agronómicas de - - maíz. Irapuato, Gto. Línea AN-32 (N).	76
9.2A	Cuadrados medios y significancia estadística para seis características agronómicas de - - maíz. Torreón, Coah. AN-32 (N).	77
9.3A	Cuadrados medios y significancia estadística para seis características agronómicas de - - maíz. Apatzingán, Mich. AN-32 (N).	78
9.4A	Cuadrados medios y significancia estadística para seis características agronómicas de - - maíz. Irapuato, Gto. AN-119-1 (E).	79
9.5A	Cuadrados medios y significancia estadística para seis características agronómicas de - - maíz. Torreón, Coah. AN-119-1 (E).	80
9.6A	Cuadrados medios y significancia estadística para seis características agronómicas de - de maíz. Apatzingán, Mich. AN-119-1 (E).	81
9.7A	Cuadrados y significancia estadística, análisis combinado de tres localidades para - - seis características de maíz. Línea AN-32 (N).	82
9.8A	Cuadrados medios y significancia estadística, análisis combinado de tres localidades para seis características. Línea AN-119-1 (E).	84
9.9A	Análisis de varianza de parámetros de estabilidad; 46 cruzas (32 líneas x 2 probadores); tres localidades, característica rendimiento. Línea AN-32.	86
9.10A	Análisis de varianza de parámetros de estabilidad; 38 cruzas (19 líneas x 2 probadores); tres localidades, característica rendimiento. Línea AN-119-1 (E).	88
9.11A	Estadísticos de parámetros de estabilidad y descripción de la situación de 46 cruzas de maíz en tres localidades, AN-32.	90

9.12A	Estadísticos de parámetros de estabilidad y descripción de la situación de 38 cruzas de maíz en tres localidades. AN-119-1 (E).	92
-------	---	----



## INDICE DE GRAFICAS

Graficas		Página
4.1	Regresión del rendimiento sobre la dosis de germoplasma de Bajío en el fondo genético de Bajío (—) y trópico (----) en Irapuato, Gto. Línea AN-32.	43
4.2	Regresión del rendimiento sobre la dosis de germoplasma de Bajío en el fondo genético de Bajío (—) y trópico (----) en Torreón, Coah. Línea AN-32.	44
4.3	Regresión del rendimiento sobre la dosis de germoplasma de Bajío en el fondo genético de Bajío (—) y trópico (----) en Apatzingán, Mich. Línea AN-32.	45
4.4	Regresión del rendimiento sobre la dosis de germoplasma de Bajío en el fondo genético de Bajío (—) y trópico (----) en Irapuato, Gto. Línea AN-119-1.	47
4.5	Regresión del rendimiento sobre la dosis de germoplasma de Bajío en el fondo genético de Bajío (—) y trópico (----) en Torreón, Coah. Línea AN-119-1.	48
4.6	Regresión del rendimiento sobre la dosis de germoplasma de Bajío en el fondo genético de Bajío (—) y trópico (----) en Apatzingán, Mich. Línea AN-119-1.	49

## 1. INTRODUCCION

El mejoramiento orgánico de vegetales y animales se propone un cambio "favorable" sobre la expresión genética base de un organismo. En el "mejoramiento" ideado y concretado por el hombre, generalmente se traduce en una meta económica, a través de más producción y/o más calidad por planta o por animal. Así, el objetivo u objetivos de un programa de mejoramiento genético de una especie viva cualesquiera, tiene un contexto socioeconómico inconfundible. Por otra parte, el sustrato o materia prima de que se parte es un grupo de individuos, normalmente variables, a consecuencia de la propiedad de las poblaciones naturales conocida como variación, la cual infringe la calidad de variable o variabilidad a los individuos de una población.

Particularizando, se puede afirmar que el éxito de -- cualquier programa de mejoramiento genético de maíz (*Zea mays* L.) esta determinado principalmente por la variabilidad genética presente en las poblaciones con las que se inicia la selección. En la teoría y la práctica del mejoramiento del cultivo de maíz, se asume que el punto crítico está en la selección del germoplasma paternal para los sistemas de mejoramiento por pedigree. Es común realizar una cruza entre líneas endocriadas para posteriormente extraer nuevas líneas, de la generación segregante, que presenten una producción superior a

la de los progenitores. Para obtener la mejor respuesta en términos de cantidad y calidad, o ambas, es necesario considerar la divergencia genética de los progenitores y asimismo la dosis de germoplasma a incorporar, maximice la expresión del caracter deseado.

La condiciones ecológicas de México altamente influenciadas por la orografía y fisiografía de gran cambio, aunadas a las indudables hibridaciones naturales de la especie o interespecie, generaron una gran variabilidad en maíz, de observancia en Mesoamérica y en general en toda la América prehispánica. Para el estudio de esta gran variabilidad ha sido necesario describirlas, agrupándolas en un gran número de razas (Wellhausen *et al*, 1951). En México, estas razas han sido evaluadas en ambientes contrastantes, que regionalizados se refieren al Bajío, la Mesa Central y trópico, en donde los resultados muestran algunas respuestas heteróticas al confrontar a través de cruzamientos a ejemplares de estas regiones. El vigor híbrido en estas circunstancias ha motivado los trabajos de migración de estas pilas genéticas regionales para su explotación. De los resultados en estos intentos se observa una tendencia de adaptación de los materiales del trópico y Mesa Central hacia el Bajío, pero en la Mesa Central y el trópico ha existido problemas de adaptabilidad de los materiales tropicales y de la Mesa Central, respectivamente. Por otra parte, se han determinado magníficas combinaciones entre líneas adaptadas al trópico y el Bajío, como lo señalan los estudios de Espinoza (1971), Varela (1977), Alvarez (1979), Parga (1981) y

López (1981). Estos autores, al realizar cruzamientos entre materiales de estas dos zonas ecológicas, indican que la mayoría de las cruzas en las que se involucra un 50 por ciento de germoplasma de ejemplares del Bajío con un 50 por ciento del trópico, presentan el mayor vigor híbrido y un amplio rango de adaptación.

En la presente investigación se exploran un mayor número de combinaciones de dosis de germoplasma derivadas de -- una serie de cruzas y retrocruzas entre las líneas progenitoras de los híbridos triples AN-360 y AN-461 desarrollados para el Bajío y el trópico, respectivamente por el Instituto Mexicano del Maíz de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".

Los objetivos de esta investigación son:

1. Medir la respuesta de diferentes dosis de germoplasma, obtenida de cruzamientos entre líneas, a través de ambientes y probadores del Bajío y del trópico.
2. Identificar las dosis de germoplasma que induzcan a una mayor estabilidad en los cruzamientos, involucrando germoplasma adaptado al Bajío y al trópico.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### Diversidad Genética y Heterosis

De la inmensa riqueza de recursos genéticos germoplásmicos vegetales disponibles, destaca por su importancia económica y social el cultivo del maíz (*Zea mays* L.). Las condiciones ecológicas de nuestro país son causas determinantes para que exista una diferenciación genética considerable dentro de esta especie. A lo anterior, cabe destacar las hibridaciones resultantes del tránsito regular de que fue objeto el material genético realizado por nuestras culturas antepasadas, especialmente mesoamericanas, que en forma consciente o inconsciente contribuyeron a la evolución de la especie, legándonos la amplia variabilidad y diversidad genética presente en este cultivo. La consideración de estos procesos dió por resultado el surgimiento de materiales con características específicas distribuidos geográficamente, prácticamente por todo el globo terraqueo en altitudes de 0-100 a 3000 metros sobre el nivel del mar.

La diversidad genética existente en maíz fue agrupada en 25 razas por Wellhausen *et al* (1951) entre las que sobresalen entre otras, las razas chalqueño, celaya y tuxpeño por su potencialidad de rendimiento. Una amplia gama de razas han sido descritas y estudiadas en cruces inter-raciales por Bu--

cio (1954), Barrientos (1963), Castro (1964) y Molina (1964) en donde estos investigadores muestran la utilidad potencial para incrementar los rendimientos en base a la buena heterosis que se logra entre estas cruzas, puesto que los rendimientos - obtenidos han superado a los de sus progenitores e incluso a híbridos comerciales utilizados como testigos en las regiones de prueba.

El grado de diversidad genética ha tenido impacto en la expresión de la heterosis, llegándose a afirmar que en términos generales las cruzas entre materiales ampliamente divergente, en cuanto a sus relaciones ancestrales y orígenes geográficos, producen un incremento en heterosis a causa del aumento en la diversidad genética entre las poblaciones o líneas parentales (Lonquist y Gardner, 1961; Moll *et al*, 1962 y Paterniani y Lonquist, 1963). Sin embargo, estudios posteriores conducidos por Moll *et al* (1965) muestran que la heterosis se incrementa con la divergencia genética dentro de un rango restringido de divergencia, puesto que en cruzas extremadamente divergentes la heterosis disminuye. Asimismo, Cress (1966) indica que la respuesta heterótica no puede relacionarse en general con una divergencia genética parental y considera que las contribuciones heteróticas negativas en ciertos loci anula la respuesta positiva en otros loci, por lo tanto la respuesta neta en el híbrido puede ser una desviación pequeña o no de la media de los padres.

Los fitomejoradores han demostrado la habilidad potencial del germoplasma exótico o extraño para mejorar los carac-

teres genéticos cualitativos y cuantitativos particulares del cultivo de maíz. Por lo tanto, hay que considerar el mejor procedimiento para la incorporación de germoplasma de manera tal que la divergencia genética del material paternal sea maximizada, mientras que al mismo tiempo se minimice la divergencia genotípica de los niveles o caracteres agronómicos deseados. En consideración a esto, Castro *et al* (1968) estimaron que el más alto rendimiento predicho para el Bajío es un compuesto de tres razas (8.277 toneladas por hectárea) que incluye germoplasma en proporciones de 1/4 pepitilla, 1/4 celaya y 1/2 comiteco. Además, este compuesto presentó buenas características de precocidad y altura de planta en comparación al compuesto que incluye 1/2 pepitilla y 1/2 comiteco.

\* Para adaptar nuevas variedades y además incrementar la variabilidad genética presente en las poblaciones base utilizadas en el mejoramiento genético en los Estados Unidos, Griffing y Lindstrom (1954), Eberhart (1971) y Hallauer y Sears (1972) han realizado investigaciones tendientes a definir la dosis de germoplasma exótico que incremente la media de rendimiento y al mismo tiempo incorpore caracteres agronómicos deseables, no presentes en las poblaciones bases. Los resultados indican que para obtener nuevas variedades y adaptar otras a los programas de mejoramiento, es necesario considerar desde un 25 por ciento hasta un 50 por ciento de germoplasma, respectivamente.\*

Con el fin de estudiar la respuesta resultante en las cruzas de maíces del trópico (raza tuxpeño) con los de la Mesa

Central (raza chalqueño) en México, Sánchez *et al* (1973) realizaron cruza y retrocruzas en base a tres niveles de variabilidad genética (líneas, variedades y compuestos) obteniendo combinaciones con dosis de germoplasma exótico que variaron de 0 a 100 por ciento. Estas dosis tuvieron una respuesta de tipo cuadrática en relación al rendimiento. La dosis óptima de germoplasma exótico varía con el tipo de material usado y con el ambiente en que se prueba el material de cruza, e.g., en Tepalcingo, Mor. tuvieron éxito las dosis de germoplasma exótico en porcentajes de 43.40, 28.63 y 22.03 para líneas, variedades y compuestos, respectivamente; en Cotaxtla, Ver. para líneas el porcentaje resultó 11.90 y para variedades y compuestos se encuentra entre 0.0 y 12.5 por ciento de germoplasma exótico. En general, se encontró que a mayor amplitud germoplásmica corresponde una menor dosis de germoplasma exótico para maximizar el rendimiento.

Crossa y Gardner (1984) obtuvieron resultados similares a los anteriores en cuanto al tipo de respuesta de la dosis de germoplasma en relación al rendimiento, al evaluar noventa líneas S<sub>1</sub> de maíz derivadas de poblaciones con 50, 75 y 100 por ciento de germoplasma adaptado a la Faja Maicera de Estados Unidos. Las evaluaciones muestran que las medias de rendimiento de grano de las familias S<sub>1</sub> con 100, 75 y 50 por ciento de germoplasma adaptado fueron 4.13, 4.12 y 3.49 toneladas por hectárea respectivamente.

No obstante, la riqueza en recursos germoplásmicos de maíz y los buenos resultados en cruza inter-raciales, Well-



hausen (1966) considera que ni una sola variedad se ha desarrollado mediante el muestreo de la gama completa de variación que existe en maíz, o sea que no ha existido una explotación completa y sistemática de las reservas de germoplasma, las cuales se han conservado casi intactas.

Una alternativa para el aprovechamiento y manejo eficiente de la diversidad genética en una primera instancia es la propuesta por Ortega y Carballo (1983) quienes consideran que grupos de materiales con características contrastantes -- que no hayan recibido ninguna (o a lo sumo una leve) selección natural o artificial podrían ser reunidos en poblaciones de amplia base genética, las cuales disminuyen el número de materiales a trabajar y en donde se auspicie una gran recombinación con miras a obtener genotipos superiores a mediano y largo plazo.

Para utilizar más variabilidad genética disponible y así obtener progresos sustanciales en el mejoramiento del rendimiento, Castro *et al* (1968) sugieren para la formación de compuestos con altos rendimientos predichos, utilizar tres o cuatro variedades e iniciar un procedimiento de selección tal como la selección masal o la selección mazorca por surco. Estos investigadores consideran que los procedimientos de mejoramiento que involucren endogamia directa de variedades exóticas no son deseables para ciertas áreas de México.

La utilidad práctica de la inmensa variabilidad de los maíces en México podría alcanzarse mediante el diseño de pro-

gramas de mejoramiento genético integrales en los cuales se realice un manejo sistemático de la variabilidad a través de métodos de selección recurrente, en combinación con selección de pedigree para la obtención de nuevas líneas derivadas de las poblaciones mejoradas. Existen evidencias concretas de la utilización de los métodos de selección recurrente para el mejoramiento de las poblaciones y la selección de pedigree para el mejoramiento de los híbridos como son las presentadas por Hallauer (1985) al comparar cuatro líneas extraídas de la población Iowa Stiff Stalk Synthetic (BSSS) desarrollada por selección recurrente, las cuales se utilizan ampliamente en la producción de semilla comercial en los Estados Unidos. Estas líneas fueron cruzadas con un probador común. Los datos obtenidos de 33 ambientes por un período de nueve años indican que la línea extraída del séptimo ciclo de selección recurrente, en comparación con la línea extraída de la población original al cruzarse con el probador común la primera de las líneas fue 32.3 por ciento más rendidora que la cruce con la línea de la población original. Además, se obtuvieron ganancias genéticas de 4.6 por ciento por ciclo de selección en la producción de híbridos de cruce simple.

#### Interacción Genotipo-Ambiente

En los programas de mejoramiento genético de maíz es necesarios contar con las estimaciones más precisas de las contribuciones de los valores genotípicos para utilizarse en las predicciones y consecuciones de las ganancias genéticas. Se puede indagar el valor genotípico de los individuos en base a

las mediciones hechas sobre su fenotipo y por ahora la única forma de hacerlo, el cual refleja las influencias genéticas o no genéticas (ambientales) durante el desarrollo de la planta. En términos generales, los efectos genéticos y ambientales se consideran como no independientes, es decir, que los genotipos responden distintamente a las variaciones ambientales. Esta respuesta diferencial de los efectos genotípicos y ambientales en el desarrollo de los organismos requiere de estudio para su manejo y utilización; fenómenos que dieron origen a un importante grupo de parámetros conocidos con el nombre de interacciones genotipo-ambiente, como los señalados por Robinson y Cockerhan (1965).

Cuando un organismo mantiene en estado variable algunos aspectos de su morfología y fisiología, permitiendo a - - otros variar, se dice que presenta estabilidad. Allard y Hansche (1964) indican que la estabilidad implica consistencia solamente con respecto al fenotipo, relacionado éste con su valor reproductivo para propósitos agronómicos, específicamente rendimiento. Además, cuando una variedad puede ajustar su fenotipo o genotipo en respuesta a estímulos ambientales, se define como una variedad amortiguadora.

Al mecanismo de autoregulación de los organismos para ajustarse a las condiciones variables del ambiente, permitiendo una estabilización, se denomina homeostasis (Lerner, 1954). Por otra parte, las diferencias provocadas por los cambios en el ambiente se ha tomado como una medida de la plasticidad de los caracteres. Bradshaw (1965) considera que la plasticidad

en un genotipo se presenta cuando su expresión es capaz de - alterarse por influencias ambientales y además al cambio que ocurre se le denomina respuesta.

Se han desarrollado varios procedimientos estadísticos para caracterizar la respuesta de los genotipos, sean estas líneas o variedades, cuando se cultivan bajo diferentes condiciones ambientales. Uno de los métodos más comunes utilizados - son los ensayos de rendimientos repetidos sobre un amplio rango de condiciones ambientales (Moll y Stuber, 1974). El análisis de varianza combinado de los datos obtenidos a través de los ambientes provee los cuadrados medios para probar sobre todo la significancia de la interacción genotipo-ambiente.

Debido a que los efectos genotípicos no son independientes de los efectos ambientales, se ha observado que la relación entre la producción de diferentes genotipos en varios ambientes y alguna medida de estos ambientes, es a menudo lineal, o casi lineal (Moll y Stuber, 1974). A causa de este tipo de relación, varios investigadores han utilizado la técnica de regresión para caracterizar la respuesta de los genotipos - en varias condiciones ambientales. Una aplicación de esta técnica es en la metodología desarrollada por Eberhart y Russell (1966) en la cual proponen el modelo  $Y_{ij} = \mu_i + \beta_i I_j + \delta_{ij}$ ; que define los parámetros de estabilidad que pueden ser utilizados para describir el comportamiento de una variedad sobre una serie de ambientes. En este modelo  $Y_{ij}$ , es la media varietal de la variedad  $i$  en el ambiente  $j$ ;  $\mu_i$  es la media de la variedad  $i$  en todos los ambientes;  $\beta_i$  es el coeficiente de regre

si3n que mide la respuesta de la variedad  $i$  sobre ambientes diferentes;  $I_j$  es el 3ndice del ambiente  $j$ ;  $\delta_{ij}$  es la desviaci3n de la regresi3n de la variedad  $i$  en el ambiente  $j$ . En donde los par3metros para medir la estabilidad son el coeficiente de regresi3n y el cuadrado medio de las desviaciones de regresi3n.

Los valores que puedan resultar de los par3metros de estabilidad propuestos por Eberhart y Russell (1966) fueron definidos por Carballo y M3rquez (1970) en seis situaciones posibles (Tabla 2.1) en que se puede encontrar el comportamiento de un genotipo en un conjunto de ambientes. Para ello, se utilizan los t3rminos consistente e inconsistente para indicar la existencia o no de fluctuaciones alrededor de lo que debiera esperarse en funci3n de la tendencia general de la variedad.

Tabla 2.1 Situaciones posibles en la caracterización de genotipos (Carballo y Márquez, 1970).

Situación	Coefficientes de regresión	Desviaciones de la regresión.	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 favorables 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 consistente.
f	$b_i > 1.0$	$s^2 d_i > 0$	respuesta mejor - en buenos ambientes e inconsistente.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### Area de Estudio

La fase experimental de esta investigación se desarrolló en dos regiones geográficas que llamaremos Bajío y Trópico y en las cuales se situaron las siguientes localidades de prueba:

Localidad 1. Irapuato, Guanajuato (Bajío) presenta las siguientes características climáticas: latitud  $20^{\circ}53'$  N; longitud  $101^{\circ}59'$  W; altitud 1840 msnm; temperatura media anual  $20.3^{\circ}\text{C}$ ; precipitación total anual 714.6 mm.

Localidad 2. Torreón, Coahuila (intermedia entre Bajío y Trópico) presenta las siguientes características climáticas: latitud  $25^{\circ}32'$  N; longitud  $103^{\circ}27'$  W; altitud 1137 msnm; temperatura media anual  $22.6^{\circ}\text{C}$ ; precipitación total anual 217.1 mm.

Localidad 3. Apatzingán, Michoacán (Trópico) presenta las siguientes características climáticas: latitud  $19^{\circ}05'$  N; longitud  $102^{\circ}21'$  W; altitud 500 msnm; temperatura media anual  $28.3^{\circ}\text{C}$ ; precipitación total anual 700.1 mm.

Además se utilizó la localidad de Tepalcingo, Morelos como apoyo para la formación de los materiales de prueba. Esta localidad presenta características ideales para aprovechar el ciclo de invierno. Las condiciones climatológicas la sitúan como una área de transición entre un ambiente tropical y

del Bajío con 1500 msnm y una temperatura media de 26°C.

### Materiales

#### Material Básico.

##### Híbridos

AN-360

AN-461

##### Genealogía

(AN-232 x AN-255) x AN-76

(AN<sub>1</sub> x AN<sub>2</sub>) x ANH-85

##### Líneas

AN-119-1

AN-32

(AN-76 x ANH-85) F<sub>3</sub>-119-1

(AN-76 x ANH-85) F<sub>3</sub>-32

#### Descripción del Material.

Los híbridos triples AN-360 y AN-461 fueron desarrollados por el programa de mejoramiento de maíz de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". El híbrido AN-360 propio para la región del Bajío Mexicano y el AN-461 prospera -- con éxito en el Norte de México.

El Norteño AN-461, es una cruce de tres líneas en el que el progenitor macho es una línea S<sub>4</sub> tardía derivada del sintético tuxpeño "La posta" (desarrollado por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo para la región -- tropical húmeda del Sureste de México) y la hembra es una cruce simple precoz entre líneas de alta endogamia de la raza -- tuxpeño del Norte de México. El híbrido AN-360 es una cruce triple de maíz superenano, en donde sus líneas progenitoras -- se derivaron del compuesto selección superenana (compuesto -- SSE), que se considera germoplasma completamente adaptado al



Bajío, descrito por Castro (1973) el cual incluye germoplasma de porte enano originario de Puebla Grupo 1, tuxpeño braquítico y material de tallo cuadrado procedente de Argentina.

Las líneas AN-32 y AN-119-1 resultaron de la combinación de los progenitores macho de los dos híbridos triples - AN-461 y AN-360. Este trabajo se inició en el año de 1978, en el cual se realizó la cruce simple (AN-76 x ANH-85) en Torreón Coahuila. La cruce anterior fue avanzada a la generación segregante  $F_3$ , de la cual se derivaron líneas  $S_1$  tanto enanas como normales. Las líneas fueron cruzadas con los probadores (AN<sub>1</sub> x AN<sub>2</sub>) y (AN-232 x AN-255) que son las hembras AN-461 y AN-360, respectivamente para formar mestizos que se evaluaron durante dos años en tres localidades (Celaya, Gto.; Río Bravo, Tamps. y Torreón, Coah.). De acuerdo a los resultados obtenidos de las evaluaciones, se seleccionaron dos de las mejores líneas, una enana (AN-119) y otra normal (AN-32), en donde la línea enana tuvo una generación adicional de autofecundación para obtener semilla en cantidad suficiente de AN-119-1.

## Métodos

### Formación del Material de Prueba.

Dado el propósito de este trabajo, se ideó la forma de combinar a líneas y material básico para obtener grupos de maíces con diferentes dosis de germoplasma, identificados como Bajío y trópico. Para ilustrar la metodología se considera solamente la línea AN-32, puesto que el procedimiento es similar para la línea AN-119-1.

dores) de los híbridos AN-360 y AN-461, en donde de cada planta seleccionada se llevo polen a los dos probadores en promedio de siete plantas por cada uno.

(AN<sub>1</sub>x AN<sub>2</sub>) x (A) F<sub>2</sub>-  
 (AN<sub>1</sub>x AN<sub>2</sub>) x (B) F<sub>2</sub>-  
 (AN-232 x AN-255) x (A) F<sub>2</sub>-  
 (AN-232 x AN-255) x (B) F<sub>2</sub>-

Además en este mismo ciclo se cruzó la línea AN-32 con los probadores:

(AN<sub>1</sub>x AN<sub>2</sub>) x AN-32  
 (AN-232 x AN-255) x AN-32

En la cosecha de esta localidad se obtuvieron los grupos de líneas con diferentes dotaciones germoplásmicas: Bajío por trópico, las cuales fluctuan de 0.00 a 100.0 por ciento - con intervalos de 25 por ciento. (Tablas 3.1 y 3.2). Se presentan las dos líneas incluidas en la investigación AN-32 y AN-119-1, en donde esta última varía en el número de líneas - obtenidas en la población (C)F<sub>2</sub>- donde solo se consideraron seis líneas, debido a que no existió coincidencia en las cruces de las líneas con los probadores.

#### Evaluaciones de Campo.

Las dotaciones nucleares obtenidas, considerando la línea AN-32 y AN-119-1 se evaluaron en tres localidades bajo un diseño experimental de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas con tres repeticiones, en donde las parcelas grandes estuvieron constituidas por las cruces simples (AN-232 x AN-255) y (AN<sub>1</sub>x AN<sub>2</sub>) utilizadas como probadores y las parce-

Tabla 3.1 Dotaciones germoplásmicas Bajío/trópico incluidas en los ensayos de rendimiento. Considerando la línea AN-32 N.

Porte	Genealogía	Dosis	No. de líneas
(E)	Probador (AN-232xAN-255)		
(E)	Grupo AN-76	1.00/0.00	1
(N)	(A) F <sub>2</sub> -	0.75/0.25	10
(N)	AN-32	0.50/0.50	1
(N)	(B) F <sub>2</sub> -	0.25/0.75	10
(N)	ANH-85	0.00/1.00	1
(N)	Probador (AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )		
(N)	Grupo AN-76	1.00/0.00	1
(N)	(A) F <sub>2</sub> -	0.75/0.25	10
(N)	AN-32	0.50/0.50	1
(N)	(B) F <sub>2</sub> -	0.25/0.75	10
(N)	ANH-85	0.00/1.00	1

(E) = enano  
(N) = normal

Total = 46

Tabla 3.2 Dotaciones germoplásmicas Bajío/trópico incluidas en los ensayos de rendimiento.  
Considerando AN-119-1 E

Porte	Genealogía	Dosis	No. de líneas
	Probador		
(E)	(AN-232 x AN-255)		
	Grupo		
(E)	AN-76	1.00/0.00	1
(E)	(C) F <sub>2</sub> -	0.75/0.25	6
(E)	AN-119-1	0.50/0.50	1
(E)	(D) F <sub>2</sub> -	0.25/0.75	10
(N)	ANH-85	0.00/1.00	1
	Probador		
(N)	(AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )		
	Grupo		
(N)	AN-76	1.00/0.00	1
(N)	(C) F <sub>2</sub> -	0.75/0.25	6
(N)	AN-119-1	0.50/0.50	1
(N)	(D) F <sub>2</sub> -	0.25/0.75	10
(N)	ANH-85	0.00/1.00	1

(E) = enano  
(N) = normal

Total = 38

las chicas las formaron los grupos con las constituciones nucleares; además éstas fueron bloqueadas para eliminar el efecto de porte de planta alta con enano.

Los detalles de las evaluaciones fueron:

Localidades	1	2	3
Fecha de siembra	5-Jun-84	27-Jun-84	26-Jun-84
Tamaño de parcela	1 surco	1 surco	1 surco
Longitud de surco	4.40 m	4.40 m	4.40 m
Distancia entre surcos	0.75 m	0.75 m	0.80 m
Matas/surco cosechadas	20	20	20
Distancia entre matas	0.22 m	0.22 m	0.22 m
Plantas/mata	1	1	1
Area parcela útil	3.30 m <sup>2</sup>	3.30 m <sup>2</sup>	3.36 m <sup>2</sup>
Fertilización	200-80-00	192-80-00	120-40-00
Plantas/hectárea	60,000	60,000	60,000

En cada una de las evaluaciones se midieron las siguientes características agronómicas.

1. Días a floración de hembra y macho: número de días transcurridos desde la fecha de siembra a un 50 por ciento de la emergencia de los estigmas (jilotes) y espigas, respectivamente.
2. Porcentaje de mala cobertura: relación existente entre el número de plantas con mazorca en las cuales el totomoxtle o bracteas no cubren completamente la mazorca y el número de plantas con mazorca cosechadas.
3. Porcentaje de mazorcas podridas: relación existente entre el número total de mazorcas cosechadas y el número de mazorcas con pudriciones.
4. Mazorcas por 100 plantas: la prolificidad se midió en base al cociente entre el número de mazorcas y el de plantas cosechadas.

5. Rendimiento de mazorca: obtenido en base a peso de campo el cual fue transformado a peso seco para posteriormente pasarlo a rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea al 15.5 por ciento de humedad.

### Análisis Estadístico.

Para analizar estadísticamente los resultados obtenidos de las evaluaciones de campo, se transformaron aquellas variables medidas en porcentaje. Se utilizó la siguiente transformación:

$$Y' = \text{arc sen } \sqrt{Y/100 + 0.005}, \text{ en donde:}$$

$Y'$  = valor de la variable transformada

$Y$  = porcentaje de la variable medida.

Se realizó análisis de covarianza para las variables rendimiento y mazorcas por 100 plantas. En donde la covariable que está afectando a estas variables, es el número de plantas cosechadas. Para estos casos a través del análisis de regresión se probó la hipótesis:  $H_0; \beta = 0$ ,  $H_a; \beta \neq 0$ .

Mediante la cual se identifica si procede el análisis de varianza ajustado, o sea si el efecto de la variable es significativo. Si la condición anterior esta presente se procedió a ajustar cada observación utilizando la ecuación:

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

$i = 1, 2, 3, \dots, t \text{ (tratamiento)}$

donde:

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

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

- $b$  = coeficiente de regresión estimado.  
 $X_{ij}$  = valor observado para la covariable en el tratamiento  $i$ -ésimo.  
 $\bar{X}..$  = media general observada para la covariable.

### Análisis de Varianza Individual.

Una vez ajustados los datos, se procedió al análisis de varianza individual para cada una de las tres localidades bajo el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijkn} = \mu + R_i + P_j + \eta_{ij} + G_{k(j)} + L_n(j) + L_n(kj) + \varepsilon_{ijkn}$$

$i = 1, \dots, r$  repeticiones

$j = 1, \dots, p$  probadores

$k = 1, \dots, g$  grupos

$n = 1, \dots, 1$  líneas

donde:

$Y_{ijkn}$  = valor observado en la  $i$ -ésima repetición en el  $j$ -ésimo probador del  $k$ -ésimo grupo de la  $n$ -ésima línea.

$\mu$  = media general.

$R_i$  = efecto de la  $i$ -ésima repetición.

$P_j$  = efecto del  $j$ -ésimo probador.

$G_{k(j)}$  = efecto del  $k$ -ésimo grupo dentro del  $j$ -ésimo probador.

$L_n(j)$  = efecto de la  $n$ -ésima línea dentro del  $j$ -ésimo probador.

$\eta_{ij}$  = efecto aleatorio intrabloque o repetición.

$\varepsilon_{ijkn}$  = efecto aleatorio conjunto.

$L_n(kj)$  = efecto de la  $n$ -ésima línea dentro del  $k$ -ésimo grupo y del  $j$ -ésimo probador.

Para lo cual se asume que los efectos de probadores, líneas y grupos se consideran fijos y los errores se consideran como:

$$\begin{aligned} \eta_{ij} &\sim \text{NI} (0, \sigma_{\eta}^2) \\ \varepsilon_{ijkn} &\sim \text{NI} (0, \sigma_e^2) \text{ además} \\ R_i &\sim \text{NI} (0, \sigma_R^2) \end{aligned}$$

### Análisis de Varianza Combinado.

La suposición de homogeneidad de varianza, entre los experimentos involucrados en un análisis combinado, se probó mediante la técnica desarrollada por Bartlett (1935).

Una vez identificado que los errores experimentales se distribuyen normal e independientemente con una varianza común se procedió al análisis de varianza combinado considerando el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{hijkn} = \mu + A_h + R_i(h) + P_j + PA_{jh} + \eta_{hij} + L_{n(j)} + G_{k(j)} + L_{n(kj)} + LA_{nh(j)} + GA_{kh(j)} + LA_{nh(kj)} + \varepsilon_{hijkn}$$

$$\begin{aligned} h &= 1, \dots, a \text{ localidades} \\ i &= 1, \dots, r \text{ repeticiones} \\ j &= 1, \dots, p \text{ probadores} \\ k &= 1, \dots, g \text{ grupos} \\ n &= 1, \dots, l \text{ líneas} \end{aligned}$$

donde:

$$\begin{aligned} Y_{hijkn} &= \text{valor observado de la } n\text{-ésima línea del } k\text{-ésimo grupo en el } j\text{-ésimo probador en la } i\text{-ésima repetición en la } h\text{-ésima localidad.} \\ \mu &= \text{media general en el caracter medido.} \\ A_h &= \text{efecto de la } h\text{-ésima localiad.} \\ R_i(h) &= \text{efecto de la } i\text{-ésima repetición dentro de la } h\text{-ésima localidad.} \\ P_j &= \text{efecto del } j\text{-ésimo probador.} \\ PA_{jh} &= \text{efecto del } j\text{-ésimo probador en la } h\text{-ésima lo} \underline{c} \text{alidad.} \end{aligned}$$



$L_n(j)$  = efecto de la n-ésima línea dentro del j-ésimo probador.

$G_k(j)$  = efecto del k-ésimo grupo dentro del j-ésimo probador.

$L_n(kj)$  = efecto de la n-ésima línea dentro del k-ésimo grupo y j-ésimo probador.

$LA_{nh}(j)$  = efecto de la n-ésima línea en la h-ésima localidad dentro del j-ésimo probador.

$GA_{kh}(j)$  = efecto del k-ésimo grupo en la h-ésima localidad dentro del j-ésimo probador.

$LA_{nh}(kj)$  = efecto de la n-ésima línea en la h-ésima localidad dentro del k-ésimo grupo y j-ésimo probador.

$\eta_{hij}$  = error (a)

$\epsilon_{hijkn}$  = efecto aleatorio conjunto.

Los supuestos del modelo anterior son:

$$A_h \sim NI(0, \sigma_A^2)$$

$$R_i(h) \sim NI(0, \sigma_R^2)$$

$$\eta_{hij} \sim NI(0, \sigma_\eta^2)$$

$$\epsilon_{hijkn} \sim NI(0, \sigma_e^2)$$

Análisis de regresión.

Para determinar el tipo de modelo que pudiera describir adecuadamente la dispersión de los datos identificados en los grupos se realizó un análisis de regresión lineal y cuadrático del rendimiento sobre las dosis de germoplasma. Además, en donde existió un modelo de respuesta cuadrática se calculó la dosis de germoplasma que maximiza el rendimiento a través de los puntos críticos, para lo cual se igualó a cero la primera derivada de la ecuación de regresión cuadrática.

$$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2$$

donde:

$b_0$ ,  $b_1$  y  $b_2$  = parámetros de la regresión

$X$  = dosis de germoplasma

Análisis de Parámetros de Estabilidad.

Para estimar la estabilidad de las líneas, asimismo de las dosis de germoplasma en estudio, se aplicó la metodología propuesta por Eberhart y Russell (1966), utilizando como parámetro a medir la media de rendimiento expresada en kilogramos por hectárea. El modelo propuesto describe el comportamiento de la dosis de germoplasma en una serie de ambientes.

Con fines de interpretación de los parámetros de estabilidad, se consideró la clasificación propuesta por Carballo y Márquez (1970) en la cual utilizan los valores de los coeficientes de regresión, así como las desviaciones de regresión para clasificar a los genotipos en determinados ambientes - - (Tabla 1.1).

#### 4. RESULTADOS

##### Análisis de Varianza Individual y Combinado

El interés de la presente investigación se enfoca a medir el efecto de la conjugación de la dosis de germoplasma que identificamos como del Bajío y del trópico a través de materiales híbridos, por lo cual se analizará principalmente la información de los análisis de varianza que nos proporcionen evidencias del comportamiento de éstas sobre las principales características agronómicas del cultivo de maíz; el resto de la información se anexa en el apéndice (Tabla 9.1A a 9.8A).

Los análisis de varianza de los datos obtenidos en cada uno de los experimentos, se muestran en las Tablas 4.1, 4.2 y 4.3, en los cuales se consideran las dos líneas involucradas en la investigación, asimismo las localidades de prueba. Al pie de las Tablas se muestran los coeficientes de variación de las dos líneas, los cuales son aceptables para cada tipo de variable medida en este cultivo, a excepción hecha para las dos variables que se midieron en porcentajes para las cuales los coeficientes son altos. Los resultados en la localidad 1 de Irapuato, Guanajuato considerada como ambiente de Bajío (Tabla 4.1) ofrecen diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) para la variable rendimiento en

Fuentes de variación	g.l.	Mazorcas x 100 plantas	Días a flor masculina	Días a flor femenina	% de mazorcas podridas.	% de mala cobertura	Rendimiento mazorca ton/ha. <sup>1</sup>
Probadores (P)	1	373.40	52.36	35.51	7.38	9530.87**	69.85*
		316.67	265.58**	303.47**	63.99	10266.27**	14.47
Líneas/L (L/P)	44	207.76	10.67**	11.01**	139.46*	227.47*	7.77**
	36	165.47	7.31**	6.53**	71.08	171.46**	4.62**
Dosis/P (D/P)	8	251.18	30.98**	30.41**	314.95**	516.42**	15.32**
		286.21*	25.71**	23.38**	136.42**	307.94**	8.41**
D/P <sub>1</sub>	4	235.73	7.03*	7.99*	293.16*	95.54	15.54**
		94.91	9.13**	8.03**	245.84**	130.38	10.14**
D/P <sub>2</sub>	4	266.63	54.93**	52.84**	336.74**	937.31**	15.10**
		477.52**	42.29**	38.74**	27.00	485.50**	6.69**
Error	88	143.69	2.49	2.45	84.79	140.96	2.23
	72	108.07	1.60	1.69	61.43	65.55	1.79
C.V. (%)		11.7	2.0	2.0	43.7	46.4	14.2
		9.8	1.6	1.6	42.1	34.0	12.6

<sup>1</sup> Al 15.5% de humedad.

\*,\*\* Significancia al nivel de probabilidad del 0.05 y 0.01, respectivamente.

las dosis de germoplasma evaluadas, tanto en el fondo genético del Bajío ( $P_1$ ) como en el del trópico ( $P_2$ ). Considerando las dos líneas dentro del fondo genético del trópico, las dosis de germoplasma presentan la mayor variación para la mayoría de las características, que dentro del fondo genético del Bajío, a excepción de la variable rendimiento. Los fondos genéticos o probadores utilizados para evaluar las dosis de germoplasma mostraron diferencias altamente significativas en por ciento de la mala cobertura, días a floración masculina y femenina en la línea AN-119-1. Para el caso de la línea AN-32, solo hubo diferencias entre probadores para las variables por ciento de mala cobertura y rendimiento ( $p > .01$  y  $p < .05$ , respectivamente).

En Torreón, Coahuila (ambiente intermedio entre Bajío y trópico en cuanto a su altitud principalmente) el análisis de varianza de los fondos genéticos o probadores (Tabla 4.2) no mostraron ninguna variación en las variables medidas en la línea AN-32. Solo la línea AN-119-1 presentó variaciones significativas en los días a floración femenina y masculina, así como en el por ciento de mala cobertura. Las dosis de germoplasma, dentro del fondo genético del Bajío, mostraron diferencias altamente significativas para rendimiento, mazorca por 100 plantas, por ciento de mazorcas podridas y por ciento de mala cobertura para la línea AN-32, pero en el fondo genético de trópico existió menor variación, siendo solo el por ciento de mala cobertura altamente significativo y los días a floración femenina fue solo significa-

Tabla 4.2 Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza de seis características agronómicas de maíz. Torreón, Coah. AN-32 = hilera superior; AN-119-1 = hilera inferior.

Fuentes de variación	g.l.	Mazorcas x 100 plantas	Días a flor masculina	Días a flor femenina	% de mazorcas podridas	% de mala cobertura	Rendimiento mazorca ton/ha. <sup>1</sup>
Probadores (P)	1	842.62	128.18	134.03	2998.84	1836.58	8.31
		2317.51	268.64*	277.93*	2104.25	6876.66*	92.46
Líneas/P (L/P)	44	237.76	5.60	5.84	79.91	299.32**	6.86**
	36	816.88**	4.73	5.16	117.25**	372.70**	7.77**
Dosis/P (D/P)	8	490.26*	8.49	9.18*	152.10*	579.67**	19.62**
		1668.68**	4.52	4.81	308.05**	963.82**	22.52**
D/P <sub>1</sub>	4	794.84**	6.56	6.76	252.46**	377.48**	38.48**
		401.83	3.94	4.24	470.43**	374.37*	26.23**
D/P <sub>2</sub>	4	185.67	10.42	11.60*	51.74	781.85**	0.76
		2935.53**	5.10	5.39	145.67	1553.28**	18.82**
Error	88	193.36	4.32	4.37	64.33	87.68	3.28
	72	384.37	5.82	5.93	60.35	143.21	3.48
C.V. (%)		13.3	3.4	3.3	54.0	33.4	15.7
		16.9	3.9	3.8	56.0	42.7	16.7

<sup>1</sup> Al 15.5% de humedad.

\*,\*\* Significancia al nivel de probabilidad del 0.05 y 0.01, respectivamente.

tivo. La línea AN-119-1 presentó diferencia altamente significativas de las dosis en los dos fondos genéticos para la variable rendimiento.

Los resultados del análisis de varianza de las dosis de germoplasma evaluadas en el ambiente de trópico representado por la localidad de Apatzingán, Michoacán (Tabla 4.3) indican diferencias significativas para las dos líneas dentro del fondo genético del Bajío, para las variables rendimiento, por ciento de mazorcas podridas y mazorcas por 100 plantas. En el fondo genético de trópico, el rendimiento solo es significativo para la línea AN-119-1 y diferencias altamente significativas se observan para las dos líneas en días a floración masculina y femenina. Los probadores muestran algunas diferencias significativas para las dos líneas en el caso de rendimiento, por ciento de mazorcas podridas y días a floración femenina. Los días a flor masculina varían significativamente en la línea AN-32, esta misma variación se presenta para mazorcas por 100 plantas en la línea AN-119-1.

El análisis de varianza combinado de las tres localidades para seis variables de la línea AN-32 se presenta en la Tabla 4.4. Estos resultados indican que las dosis de germoplasma dentro del fondo genético del Bajío presentan variación significativa, para la mayoría de los caracteres, excepto para días a floración masculina y femenina. Por otra parte, en el fondo genético del trópico los días a floración muestran diferencias altamente significativas, pero el por -

Tabla 4.3 Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza de seis características agronómicas de maíz. Apatzingán, Mich. AN-32 = hilera superior; AN-119-1 = hilera inferior.

Fuentes de variación	g.l.	Mazorcas x 100 plantas	Días a flor masculina	Días a flor femenina	% de mazorcas podridas	% de mala cobertura	Rendimiento mazorca ton/ha. <sup>1</sup>
Probadores (P)	1	1194.46	102.62*	229.59*	1084.07*	42.47	35.65*
		3832.64*	169.48	326.75*	665.34*	53.60	76.02*
Líneas/P (L/P)	44	257.73	5.67**	11.30**	103.80**	150.62**	3.71**
	36	365.45**	4.21*	8.12**	148.27**	80.28	4.84**
Dosis/P (D/P)	8	389.68	10.38**	18.07**	158.50**	235.30**	7.92**
		581.97**	9.58**	19.70**	432.23**	153.69*	12.28**
D/P <sub>1</sub>	4	635.37*	3.27	4.39	201.16**	377.29**	12.12**
		795.17**	1.52	6.25	629.52**	168.17	19.83**
D/P <sub>2</sub>	4	143.49**	17.49**	31.74**	115.84	93.30	3.72
		368.77	17.64**	33.14**	234.94**	139.21	4.72*
Error	88	222.46	3.15	4.79	51.49	65.39	1.85
	72	161.97	2.64	4.53	51.60	74.15	1.35
C.V. (%)		18.1	3.0	3.6	23.0	50.1	24.7
		14.2	2.8	3.5	26.0	58.4	19.5

<sup>1</sup> Al 15.5% de humedad.

\*, \*\* Significancia al nivel de probabilidad del 0.05 y 0.01, respectivamente.



Tabla 4.4 Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza combinado para seis características agronómicas de maíz. AN-32

Fuentes de variación	g.l.	Mazorcas x 100 plantas	Días a flor masculina	Días a flor femenina	% de mazorcas podridas	% de mala cobertura	Rendimiento mazorca ton/ha. <sup>1</sup>
Localidades (A)	2	20394.62**	15632.53**	13321.98**	9403.40**	5458.31*	1434.50**
Probadores (P)	1	653.14	274.32**	356.17**	2724.28**	5982.16**	0.082
P x A	2	878.67	4.42	21.48	683.00*	2713.88**	56.87**
Dosis/P (D/P)	8	460.99*	35.69**	44.05**	370.78**	719.56**	30.49**
D/P <sub>1</sub>	4	749.11**	5.76	6.34	721.19**	275.68*	56.63**
D/P <sub>2</sub>	4	172.86	65.61**	81.75**	20.36	1163.45*	4.35
D x A/P	16	335.07*	7.08**	6.81*	127.38*	305.91**	6.19**
D x A/P <sub>1</sub>	8	458.42*	5.55	6.40	12.79	287.32**	4.75
D x A/P <sub>2</sub>	8	211.71	8.61**	7.21	241.98	324.51**	7.62**
Error	264	186.50	3.32	3.87	66.87	98.01	2.45
C.V. (%)		14.2	2.8	2.9	37.0	43.0	17.1

<sup>1</sup> Al 15.5% de humedad.

\*,\*\* Significancia al nivel de probabilidad del 0.05 y 0.01, respectivamente.

ciento de mala cobertura solo es significativo, aunque esta variable tiene mayor variación que en el fondo del Bajío. Así, los resultados indican que las diferencias entre dosis se manifiestan en forma diferente según el carácter y el probador a considerar. La interacción de dosis de germoplasma con localidad dentro del fondo del trópico indican que el rendimiento, por ciento de mala cobertura y día a flor masculina son altamente significativos, mientras que en el fondo genético del Bajío solo el por ciento de mala cobertura.

Los probadores o fondos genéticos presentan diferencias altamente significativas para cuatro variables, excepto para rendimiento y mazorcas por 100 plantas, pero la interacción dosis por localidades para la variable rendimiento muestra diferencias altamente significativas, lo mismo que el por ciento de mala cobertura; el por ciento de mazorcas podridas solo presenta diferencias significativas.

El análisis de varianza combinado (Tabla 4.5) de la línea AN-119-1, indica que el efecto de dosis de germoplasma dentro del fondo genético del trópico presenta diferencias altamente significativas para todas las variables. Sin embargo, al interaccionar las dosis con localidades disminuye la variación y así el rendimiento y el por ciento de mazorcas podridas no presentan diferencias significativas. El efecto de dosis, en el probador del Bajío es similar con excepción de los días a floración masculina y femenina, ya que el resto de las variables son altamente significativas, pero al interaccionar con localidades no hay significancia

Tabla 4.5 Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza combinado para seis características agronómicas de maíz. AN-119-1

Fuentes de variación	g.l.	Mazorcas x 100 plantas	Días a flor masculina	Días a flor femenina	% de mazorcas podridas	% de mala cobertura	Rendimiento mazorca ton/ha. <sup>1</sup>
Localidades (A)	2	20645.09**	13635.90**	12188.20**	5567.22**	5274.21**	946.09**
Probadores (P)	1	5448.03*	696.33**	907.16**	1351.15*	10434.42**	70.38*
P x A	2	509.40	3.69	0.49	741.22	3381.05	56.30*
Dosis/P (D/P)	8	1475.69**	25.58**	31.13**	691.31**	1050.19**	37.43**
D/P <sub>1</sub>	4	874.78**	2.36	2.78	1118.36**	423.38**	52.96**
D/P <sub>2</sub>	4	2076.60**	48.80**	59.48**	264.26**	1677.00**	21.91**
D x A/P	16	530.59**	7.16**	8.38*	92.70	187.63*	2.89
D x A/P <sub>1</sub>	8	208.57	6.11	7.87	113.71	124.77	1.63
D x A/P <sub>2</sub>	8	852.61**	8.12*	8.89*	71.68	250.50**	4.15
Error	216	218.14	3.35	4.05	57.80	94.30	2.21
C.V. (%)		14.2	2.8	2.9	37.9	43.7	16.1

<sup>1</sup> Al 15.5% de humedad.

\*, \*\* Significancia al nivel de probabilidad del 0.05 y 0.01, respectivamente.

en ninguna de las variables estudiadas. En lo que respecta a probadores el efecto es similar solo que aquí la variable rendimiento sí conserva su variación significativa al interaccionar con localidades, lo que indica que para esta variable existe un diferente comportamiento de los probadores dependiente de la localidad.

Las medias de rendimiento de las dosis de germoplasma del Bajío se indican en la Tabla 4.6, para lo cual se considera la media de la dosis por localidad y probador para las líneas AN-32 y AN-119-1, además se anexan los promedios de las tres localidades de prueba.

#### Análisis de Regresión

Los resultados del análisis de regresión de la dosis de germoplasma del Bajío con respecto a rendimiento, considerando a las dos líneas, en las tres localidades se presentan en las Tablas 4.7 y 4.8. La regresión lineal para AN-32 (Tabla 4.7), en el fondo genético del Bajío fue la más consistente en las tres localidades de prueba, presentando diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ). Sin embargo, en el fondo genético del trópico solo en la localidad de Irapuato se presentaron los efectos lineal y cuadrático, de alta significancia en el primero y de significancia en el segundo. Para el resto de las localidades no existió respuesta del rendimiento con respecto a la dosis de germoplasma. El efecto debido a la regresión de la dosis de germoplasma sobre el rendimiento nos lo indica el valor de  $R^2$  conocido como coefi

Tabla 4.6 Rendimiento promedio de las dosis de germoplasma (Bajío/trópico) considerando las líneas AN-32 y AN-119-1.

Localidades	Probador Bajío y Trópico	Dosis (Bajío)					$\bar{X}$
		1.0	0.75	0.50	0.25	0.00	
Cuato	(AN-232 x AN-255)	8.87	10.56	13.22	11.75	13.25	11.24
		9.17	10.22	10.85	11.38	13.25	10.97
	(AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )	9.82	10.61	11.74	9.01	7.88	9.81
		9.61	10.08	12.07	10.46	8.11	10.26
reón	(AN-232 x AN-255)	7.23	10.21	11.61	12.36	14.71	11.28
		6.77	9.35	11.89	10.68	13.93	10.29
	(AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )	11.20	11.94	11.19	11.70	11.84	11.77
		10.62	10.76	13.98	12.96	10.98	12.09
tzingán	(AN-232 x AN-255)	2.34	4.78	4.85	5.21	7.86	5.00
		2.22	4.09	6.09	5.65	7.93	5.12
	(AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )	5.04	5.95	4.33	6.35	5.93	6.01
		4.96	6.42	6.75	7.20	6.08	6.75
Coinado de tres localidades	(AN-232 x AN-255)	6.15	8.52	9.89	9.77	11.94	9.17
		6.05	7.89	9.61	9.24	11.70	8.79
	(AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )	8.69	9.50	9.08	9.02	8.55	9.20
		8.39	9.09	10.93	10.21	8.39	9.70

32 = hilera superior

119-1 = hilera inferior

Tabla 4.7 Cuadrados medios y significancia para el análisis de regresión de la dosis de germoplasma. Considerando AN-32.

Fuentes de variación	g.l.	L o c a l i d a d e s		
		Irapuato (Bajío)	Torreón (Intermedio)	Apatzingán (Trópico)
		45.48**	142.18**	24.97**
Efecto lineal	1	42.32**	0.15	3.59
		1.55	0.77	0.10
Efecto cuadrático	1	9.84*	0.14	0.37
		3.37	4.65	2.50
Error total	66	3.55	4.30	2.08
		17.46	32.76	13.19
R <sup>2</sup> total (%)		18.19	0.10	2.80

Probador de Bajío (AN-232 x AN-255) = hilera superior.

Probador de trópico (AN<sub>1</sub> x AN<sub>2</sub>) = hilera inferior

\*,\*\* Significancia al nivel de probabilidad del 0.05 y 0.01, respectivamente.

ciente de determinación. En Irapuato, Guanajuato, se obtuvo un valor que oscila entre un 18 por ciento para los dos fondos genéticos, no así Torreón, Coahuila y Apatzingán, Michoacán, en las cuales el mayor efecto de regresión de la dosis sobre el rendimiento se presenta en el fondo genético del Bajío.

Con respecto a la línea AN-119-1 (Tabla 4.8) el análisis de regresión muestra una respuesta similar a la observada para la línea AN-32, como es el efecto lineal de las dosis sobre el rendimiento para las tres localidades de prueba, cuando se evalúan las dosis en el fondo genético del Bajío. La situación varía cuando las dosis se evalúan en el fondo genético del trópico, así se tiene un efecto cuadrático altamente significativo en Irapuato, Guanajuato, y un efecto cuadrático significativo con ( $p < 0.01$ ) en Torreón, Coahuila y con ( $p < 0.05$ ) en Apatzingán, Michoacán. Los valores del coeficiente de determinación son mayores cuando la dosis se evaluó en el fondo genético o probador del Bajío con 2.87, 18.49 y 46.17 por ciento y de 12.83, 16.80 y 13.67 por ciento en el fondo genético del trópico para Irapuato, Torreón y Apatzingán, respectivamente.

Las ecuaciones de regresión de las dosis de germoplasma para cada línea en los dos fondos genéticos evaluados se presentan en las Gráficas 4.1 a 4.6, para los casos en los cuales el modelo que mejor describía los datos era de tipo cuadrático, se calculó la dosis de germoplasma del Bajío que maximiza el rendimiento. Considerando lo anterior en la

Tabla 4.8 Cuadrados medios y significancia para el análisis de regresión de la dosis de germoplasma. Considerando AN-119-1

Fuentes de variación	g.l.	L o c a l i d a d e s		
		Irapuato (Bajío)	Torreón (Intermedio)	Apatzingán (Trópico)
		36.52**	73.56**	67.98**
Efecto lineal	1	0.01	39.04**	9.72*
		0.92	0.01	0.01
Efecto cuadrático	1	17.67**	13.38*	8.33*
		2.48	6.01	1.47
Error total	54	2.22	4.81	2.11
		21.87	18.49	46.17
R <sup>2</sup> total (%)		12.83	16.80	13.67

Probador de Bajío (AN-232 x AN-255) = hilera superior

Probador de Trópico (AN<sub>1</sub> x AN<sub>2</sub>) = hilera inferior

\*,\*\* Significancia al nivel de probabilidad del 0.05 y 0.01, respectivamente.

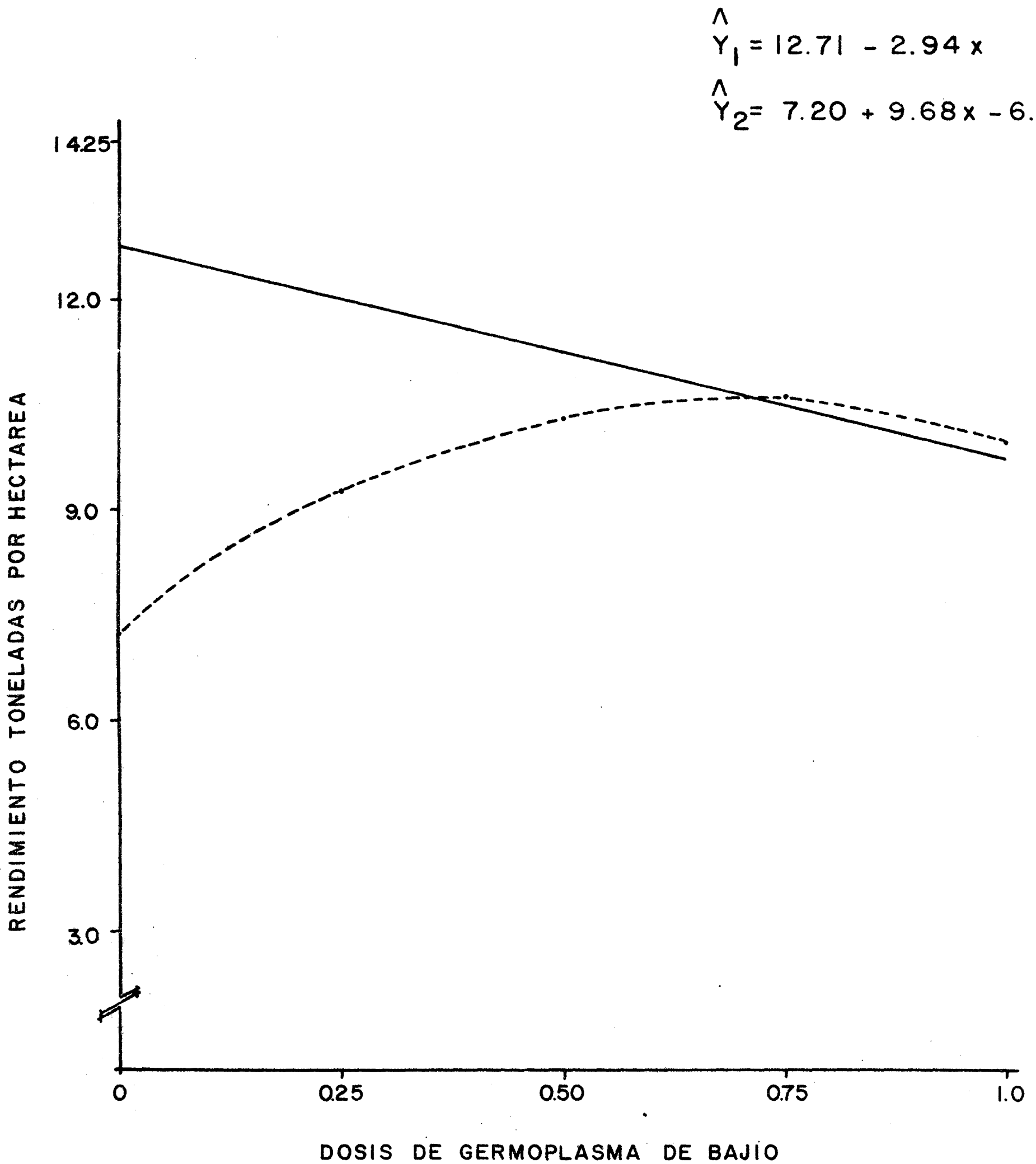


Tabla 4.9, se presentan las dosis óptimas calculadas y sus rendimientos predichos, de las cuales solo una dosis se estimó para la línea AN-32 la que resulta con un 70.74 por ciento de germoplasma del Bajío en un fondo genético del trópico produce el máximo rendimiento de 10.63 toneladas por hectárea. Para la línea AN-119-1 las dosis óptimas de germoplasma del Bajío solo se estimaron para los fondos genéticos del trópico, puesto que las dosis de germoplasma en el fondo del Bajío produjeron efectos lineales. Así, en las tres localidades de prueba las dosis óptimas de germoplasma fueron - - 50.45, 31.94 y 38.78 por ciento con un rendimiento por hectárea de 10.99, 12.84 y 7.26 toneladas, respectivamente.

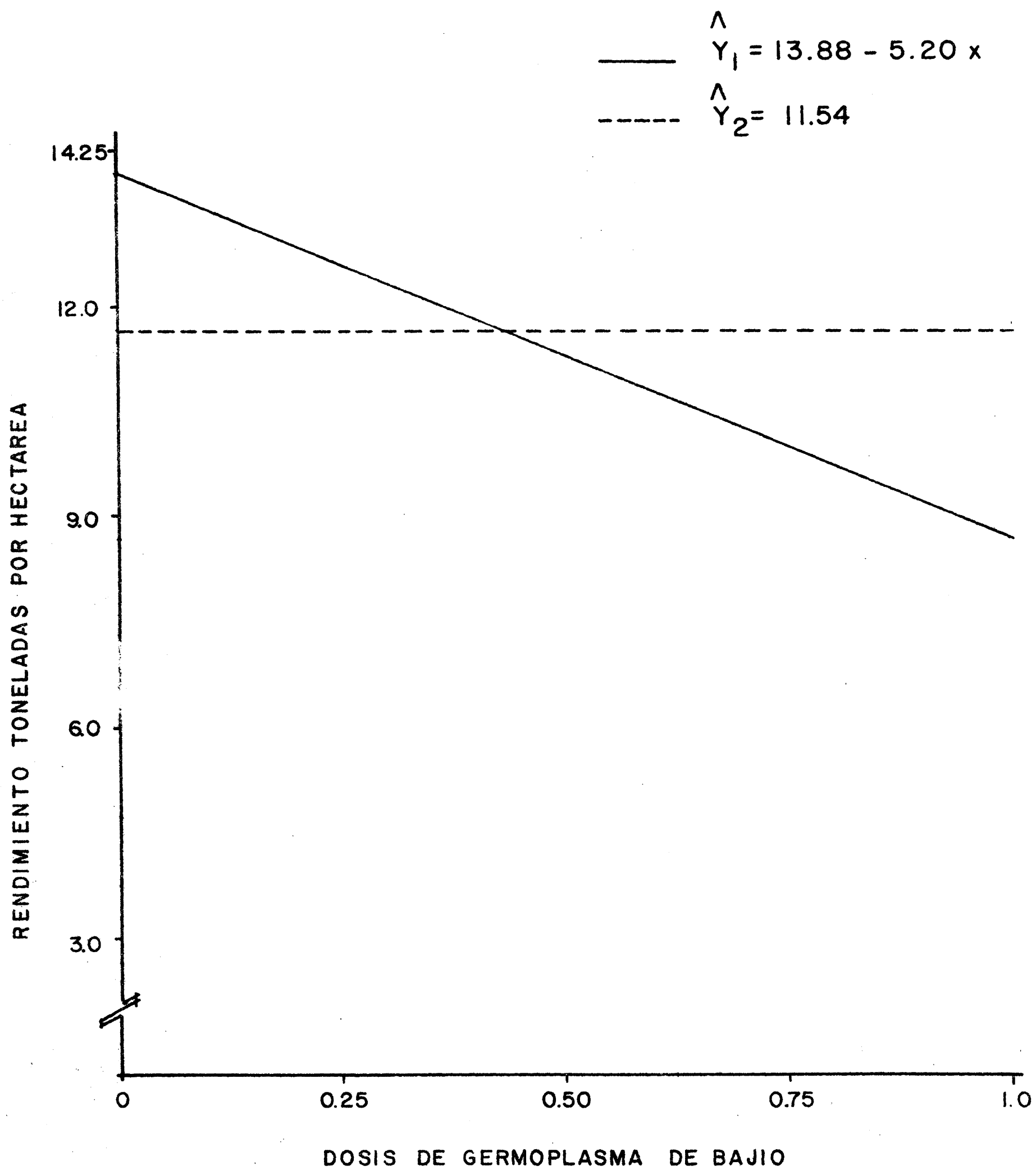
La tendencia de las dosis de germoplasma en los fondos genéticos del Bajío y trópico para cada localidad y línea también se muestran en las Gráficas 4.1 a 4.6, coincidentes con las ecuaciones de regresión. Las dosis de germoplasma del Bajío en el fondo genético del Bajío y considerando - la línea AN-32, muestra una tendencia lineal con pendiente negativa para las tres localidades de evaluación. En Irapuato, Guanajuato (Gráfica 4.1) existe una tendencia cuadrática de las dosis en el probador del trópico, localizándose un máximo con 70.74 por ciento de germoplasma. Sin embargo, y como ya se mencionó en los análisis de regresión para las localidades de Torreón, Coahuila y Apatzingán, Michoacán, no -- existió ningún tipo de respuesta en el probador del trópico (Gráficas 4.2 y 4.3).

Tabla 4.9 Valores óptimos de dosis de germoplasma de Bajío y sus rendimientos predichos.

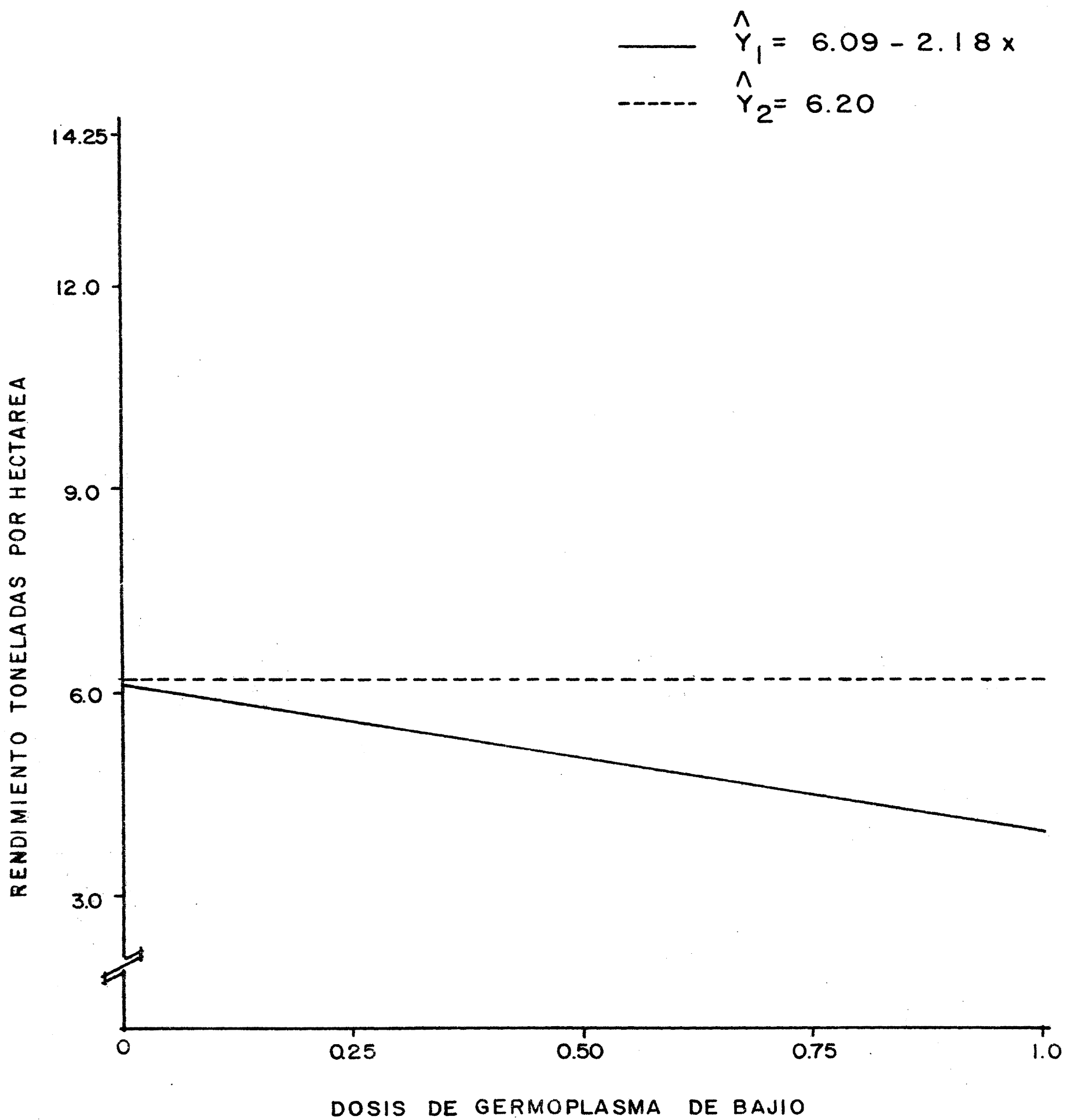
Localidad	Línea	Fondo genético o probador.	Dosis óptima Bajío (%)	Rendimiento ton/ha
1. Bajío	AN-32N	trópico	70.74	10.63
1. Bajío	AN-119-1	trópico	50.45	10.99
2. Intermedio	AN-119-1	trópico	31.94	12.84
3. Trópico	AN-119-1	trópico	38.78	7.26



Grafica 4.1. Regresión del rendimiento sobre la dosis de germoplasma de Bajío en el fondo genético de Bajío (—) y trópico (-----) en Irapuato, Gto. Línea AN-32



Gráfica 4.2. Regresión del rendimiento sobre la dosis de germoplasma de Bajío en el fondo genético de Bajío (—) y trópico (-----) en Torreon, Coah. Línea AN-32

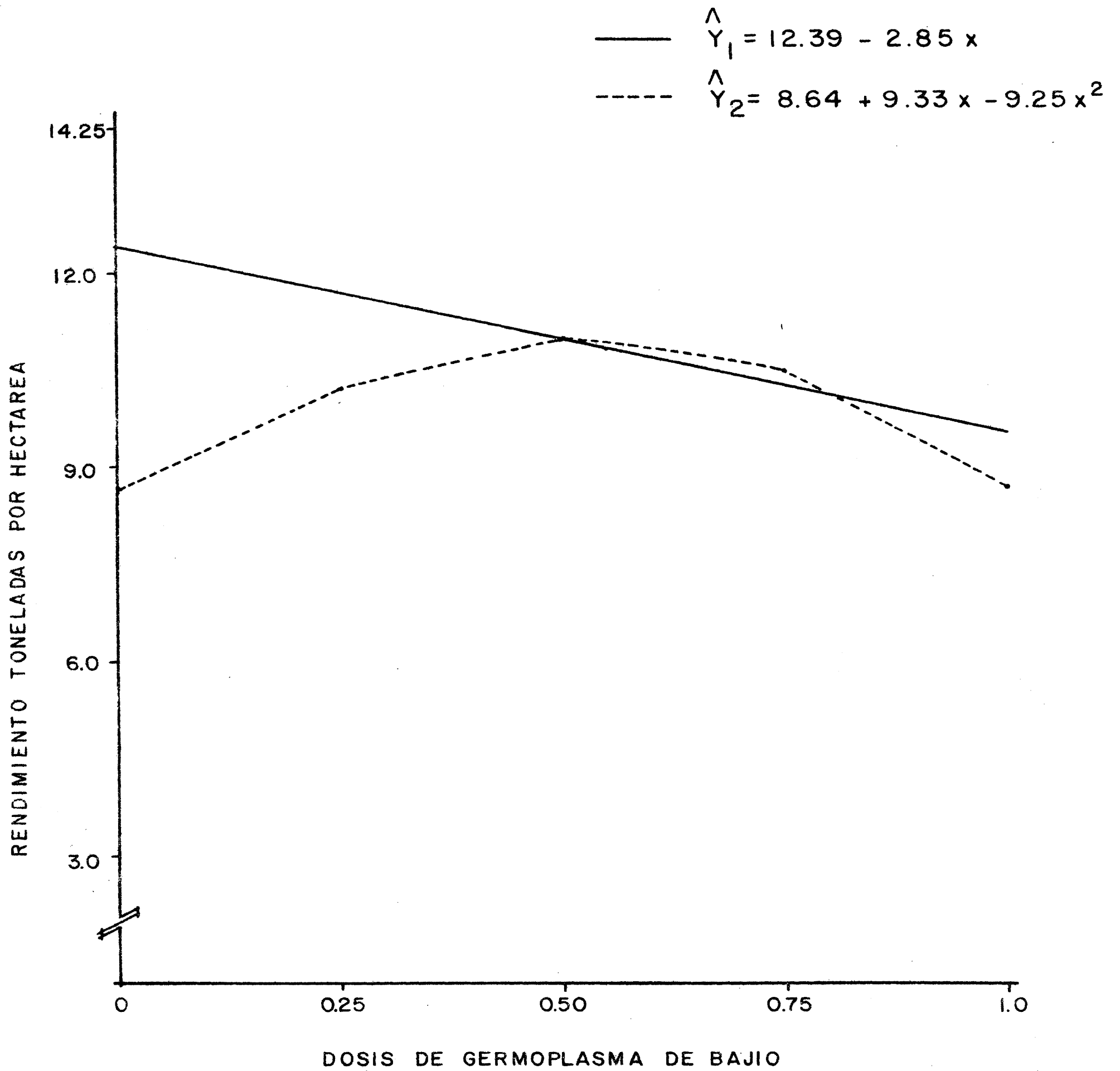


Grafica 4.3. Regresión del rendimiento sobre la dosis de germoplasma de Bajío en el fondo genético de Bajío (—) y tropico (-----) en Apatzingan, Mich. Línea AN-32

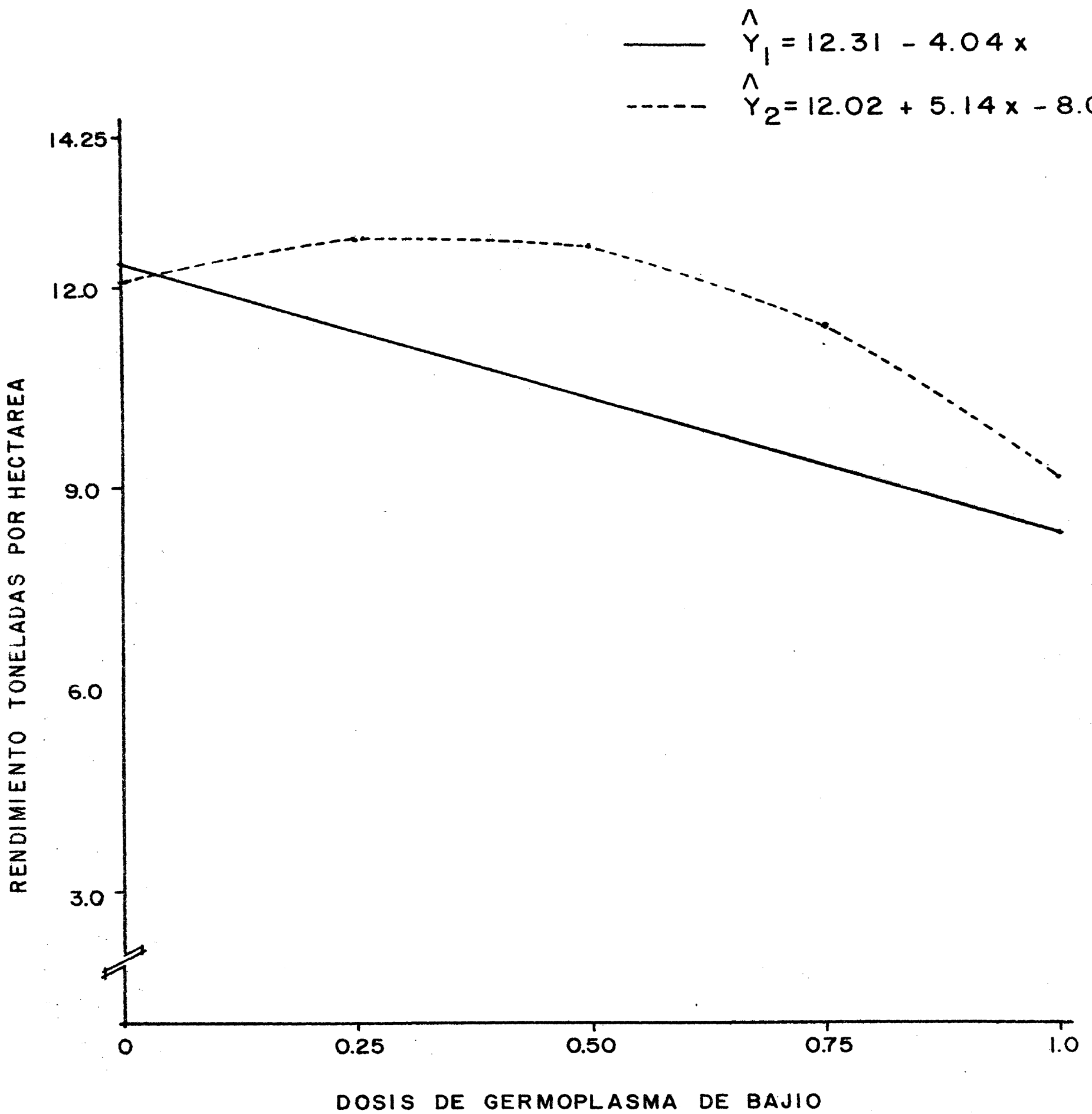
La respuesta de la dosis de germoplasma con la línea AN-119-1 (Gráficas 4.4, 4.5 y 4.6) fue de tipo lineal cuando ésta se evaluó en el probador del Bajío para las tres localidades de prueba. En el fondo genético del trópico se observa que las dosis de germoplasma tienen una respuesta cuadrática con marcada tendencia al descenso a medida de que se aumenta la dosis de Bajío; así, en Irapuato la dosis óptima es de 50.45 por ciento con un rendimiento de 10.99 toneladas -- por hectárea; para Torreón la dosis óptima es menor con -- 31.94 por ciento, pero se produce el mayor rendimiento predicho de 12.84 toneladas por hectárea; por último Apatzingán, muestra el menor rendimiento predicho de 7.26 toneladas por hectárea obtenido con un 38.78 por ciento de germoplasma del Bajío en un fondo genético del trópico. Considerando el comportamiento de las dos líneas se tiene que en el fondo genético del Bajío la respuesta de la dosis con respecto a rendimiento es de tipo lineal, para el otro fondo genético la respuesta es cuadrática a excepción de la línea AN-32 que no tuvo respuesta en Torreón y Apatzingán.

#### Análisis de Parámetros de Estabilidad

Como se apuntó en el Capítulo anterior, y a principios de éste, se determinó la homogeneidad de varianza en -- las tres localidades; con esta base y con el propósito de -- describir el comportamiento de las dosis de germoplasma a través de las localidades de prueba, se realizó un análisis de parámetros de estabilidad.

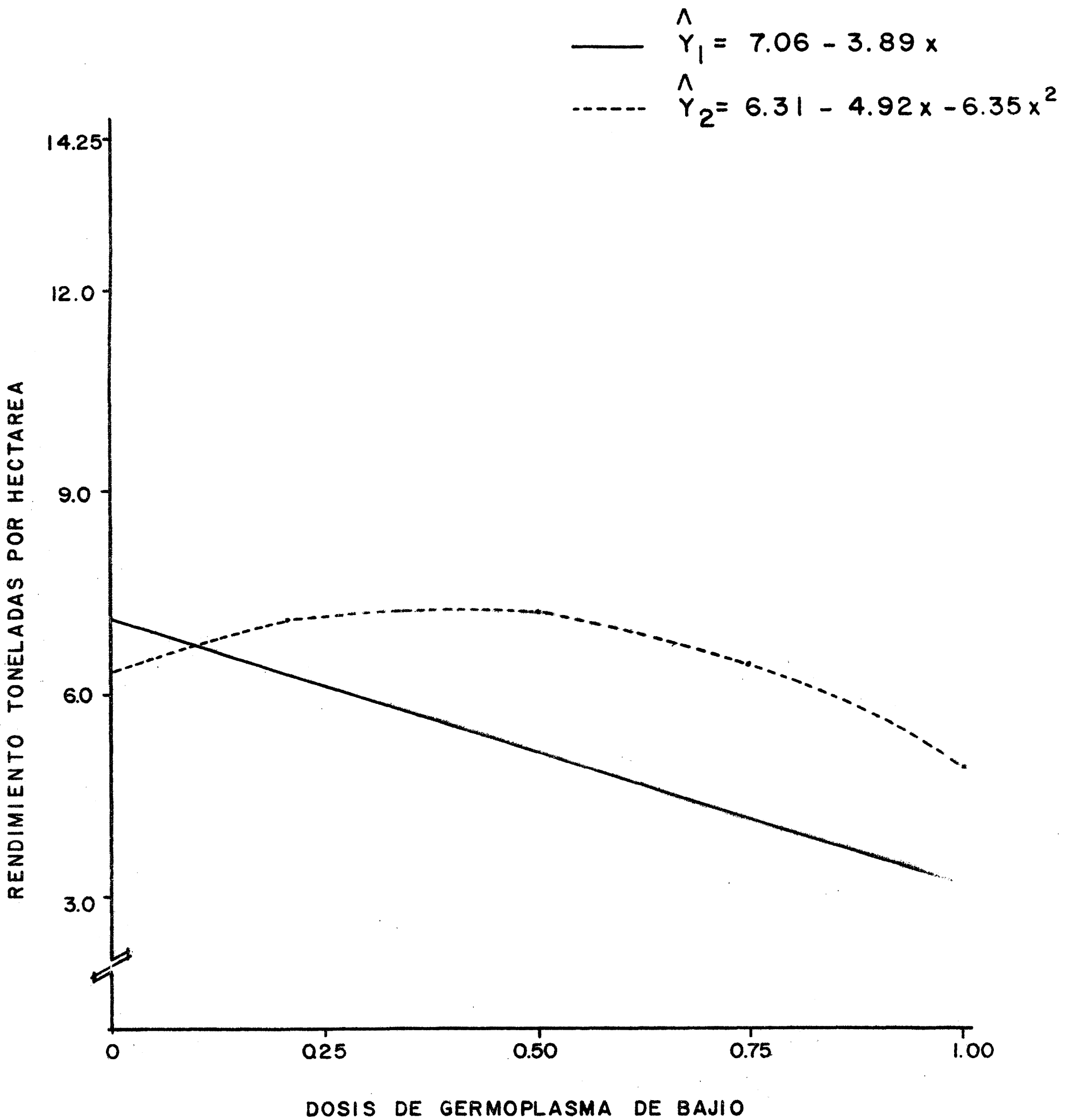


Grafica 4.4. Regresión del rendimiento sobre la dosis de germoplasma de Bajío en el fondo genético de Bajío (—) y trópico (-----) en Irapuato, Gto. Línea AN-119-1



Grafica 4.5. Regresión del rendimiento sobre la dosis de germoplasma de Bajío en el fondo genético de Bajío (—) y trópico (-----) en Torreon, Coah. Linea AN-119-1





Grafica 4.6. Regresión del rendimiento sobre la dosis de germoplasma de Bajío en el fondo genético de Bajío (—) y trópico (-----) en Apatzingan, Mich. Línea AN-119-1

El análisis de parámetros de estabilidad se trabajó para cada línea (Tablas 9.9A y 9.10A) en los cuales existieron diferencias altamente significativas para las cruza (línea por probador); como para la interacción de cruza por localidad. Los parámetros de estabilidad ( $\bar{X}$ , b y  $S^2d$ ) de Eberhart y Russell (1966) se calcularon para cada cruza (Tablas 9.11A y 9.12A) los cuales nos indican el comportamiento de cada una de ellas dentro de las dosis de germoplasma evaluadas en las tres localidades. La descripción de la situación para cada cruza es en base a la propuesta por Carballo y Márquez (1970).

Los parámetros de estabilidad para las dosis de germoplasma considerando la línea AN-32 se indican en la Tabla 4.10. Con el probador del Bajío, la dosis 0.00 del Bajío fue la de mayor rendimiento considerada como estable, las dosis 0.50 y 1.0 del Bajío presentan buena respuesta en todos los ambientes, pero inconsistente, además esta última tiene la media de rendimiento más baja. Para el probador del trópico a medida que aumenta la dosis de germoplasma del Bajío éstas tienden a ser más estables. Así, con 0.00 y 0.25 de germoplasma la respuesta es buena en todos los ambientes pero inconsistente, dosis superiores a 0.25 la respuesta tiende a la estabilidad.

Para la línea AN-119-1 se señalan los parámetros de estabilidad en la Tabla 4.11. Cuando las dosis de germoplasma se evalúan en un probador del Bajío se tiene que la media de rendimiento más alta es de 11.70 para la dosis de 0.00 de

Tabla 4.10 Estadísticos de parámetros de estabilidad y descripción de la situación de las dosis de germoplasma de Bajío. AN-32

Genealogía	Dosis de Bajío	Probador	$\bar{X}$	bi	S <sup>2</sup> di	Descrip.
AN-76	1.0	(AN-232xAN-255)	6.148	0.971	2.640*	b
(AN-76 x AN-32) F <sub>2</sub> -	0.75	(AN-232xAN-255)	8.520	0.984	1.437	a
AN-32	0.50	(AN-232xAN-255)	9.893	1.299	3.471*	b
(AN-32 x ANH-85) F <sub>2</sub> -	0.25	(AN-232xAN-255)	9.772	1.226	-0.0136	a
ANH-85	0.00	(AN-232xAN-255)	11.939	1.118	-0.767	a
AN-76	1.0	(AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )	8.688	1.001	-0.754	a
(AN-76xAN-32) F <sub>2</sub> -	0.75	(AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )	9.502	0.875	1.819	a
AN-32	0.50	(AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )	9.078	1.247	0.771	a
(AN-32 x ANH-85) F <sub>2</sub> -	0.25	(AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )	9.021	0.773	1.594**	b
ANH-85	0.00	(AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )	8.550	0.790	4.305**	b

\*,\*\* Significancia al nivel de probabilidad del 0.05 y 0.01, respectivamente.

Tabla 4.11 Estadísticos de parámetros de estabilidad y descripción de la situación de las dosis de germoplasma de Bajío. AN-119-1

Genealogía	Dosis de Bajío	Probador	$\bar{X}$	bi	$S^2 d_i$	Descrip.
AN-76	1.0	(AN-232 x AN-255)	6.054	1.104	3.904**	b
(AN-76xAN-119-1)F <sub>2</sub> -	0.75	(AN-232 x AN-255)	7.888	1.121	4.848	a
AN-119-1	0.50	(AN-232 x AN-255)	9.610	1.070	-0.689	a
(AN-119-1xANH-85)F <sub>2</sub> -	0.25	(AN-232 x AN-255)	9.238	1.061	19.275**	b
ANH-85	0.00	(AN-232 x AN-255)	11.704	1.139*	-0.777	e
AN-76	1.0	(AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )	8.393	1.045	-0.694	a
(AN-76xAN-119-1)F <sub>2</sub> -	0.75	(AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )	9.089	0.809	4.931	a
AN-119-1	0.50	(AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )	10.934	1.284	-0.089	a
(AN-119-1xANH-85)F <sub>2</sub> -	0.25	(AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )	10.205	0.943	21.113**	b
ANH-85	0.00	(AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )	8.391	0.740	2.219	a

\*,\*\* Significancia al nivel de probabilidad del 0.05 y 0.01, respectivamente.

germoplasma, además ésta tiene respuesta mejor en buenas ambientes y consistente. Las dosis de germoplasma evaluadas - en el probador del trópico tienen una respuesta de mayor estabilidad, solo la dosis 0.75 del Bajío presenta buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistente, la media de rendimiento más alta de 10.93 es para la dosis 0.50 del Bajío, siendo ésta además estable.

## 5. DISCUSION

### Variación de las Dosis de Germoplasma

Mediante la cruce de las líneas progenitoras macho de los híbridos triples AN-360 y AN-461 se obtuvieron las líneas AN-32 y AN-119-1. Con estas líneas, mediante cruzas y retrocruzas, con las líneas progenitoras de los híbridos triples, se formaron las diferentes dosis de germoplasma del Bajío para cada línea, las cuales variaron entre 0.0 a 1.0 con intervalos de 0.25. Estas dosis de germoplasma se evaluaron utilizando como probadores las cruzas simples progenitoras hembras de los híbridos triples antes mencionados, las cuales se designaron como probadores o fondos genéticos del Bajío y trópico.

Las dosis de germoplasma se evaluaron en tres ambientes representados cada uno por una localidad que fueron la de Irapuato para Bajío; Apatzingán para trópico y por último se consideró a la localidad de Torreón como un ambiente intermedio en cuanto a su altitud principalmente, entre Bajío y trópico.

Al considerar el efecto de la dosis de germoplasma sobre el rendimiento a través del análisis combinado de las tres localidades, observamos que estos efectos están altamente influenciados por el ambiente, debido a que existen dife--

rencias altamente significativas para las dosis dentro del fondo genético o probador del Bajío y diferencias no significativas en el fondo genético del trópico, pero sin embargo su interacción con el ambiente las vuelve no significativas y altamente significativas, respectivamente. Esto parece indicar que el efecto de dosis sobre el rendimiento está más influenciado por el ambiente cuando estas dosis se evalúan en el fondo genético del trópico y no así en el del Bajío. Para el caso de las dosis de germoplasma obtenidas para la línea AN-119-1 la situación es similar a la obtenida en la línea AN-32 cuando las dosis se evalúan en el fondo genético del Bajío, no así cuando las dosis se evaluaron en el fondo genético del trópico, debido a que el efecto de dosis sobre el rendimiento es altamente significativo y su interacción con el ambiente es no significativo.

De modo que los resultados conjuntos de las dos líneas parecen indicar que el efecto de la dosis sobre el rendimiento está influenciado por el ambiente y por el probador o fondo genético, utilizado para evaluar las dosis. Además, y no obstante que las líneas AN-32 y AN-119-1 presentan la misma constitución genética, podría considerarse que la existencia de variaciones en cuanto al tipo de respuesta se deba al muy probable muestreo de gametos paternos que estarían provocando que algunas de las líneas hayan acumulado más genes de uno u otro ambiente (Bajío o trópico).

Las dosis de germoplasma en esta investigación se obtuvieron a partir de las combinaciones entre un grupo de lí-

neas básicas. Este procedimiento pudo haber provocado la presencia de efectos epistáticos en las combinaciones de las líneas que condujeron a las dosis en estudio. Si esto se presentó estaremos encarando el fenómeno tal como lo indican los estudios de Sprague y Thomas (1967) y Sprague et al. (1962) - al encontrar que los efectos epistáticos son detectados por tanto en cruzas entre líneas élite de maíz como en cruzamientos entre líneas no seleccionadas.

Una medida útil de la importancia relativa de la epistasis lo indicaron Eberhart et al. (1964) y Moreno y Dudley (1981) como la desviación entre la producción observada en cruzas dobles y triples, y la producción predicha, cuando las medias de rendimiento de las cruzas simples y triples son utilizadas en las ecuaciones de predicción.

En base a lo anterior y a la característica genética de nuestro material podemos predecir ciertas dotaciones gemoplásmicas a partir de los rendimientos de las cruzas que involucren a las líneas incluidas en esta dosis o dotaciones, i.e. la dosis 0.75 de Bajío, considerando la línea AN-32, esta constituida por (AN76 x AN-32)F<sub>2</sub> - indicada como (A)F<sub>2</sub> - (Tabla 3.2), esta dosis puede ser estimada a partir de las dosis 1.0 + 0.50 de Bajío/2; lo que equivale al promedio de las cruzas AN-76 + AN-32; además, si tenemos que AN-76 + ANH-85 es igual a 1.0 + 0.0 de Bajío esperaremos que el promedio de estas cruzas equivaldría a (AN-76 x ANH-85) indicada como AN-32 lo que presenta a un 0.50 de dosis de Bajío; por último tenemos que (AN-32 x ANH-85) corresponde a 0.25 de dosis de Bajío



así el valor predicho estuviera en base a  $0.50 + 0.00$  de Bajío/2 = 0.25, lo que corresponde al promedio de AN-32+ ANH-85. Todas estas consideraciones son hechas bajo la suposición de efectos aditivos de los genes.

En este mismo sentido y utilizando las medias de rendimiento, podemos determinar las desviaciones existentes entre los rendimientos observados y las producciones predichas, las cuales serían una medida de los efectos epistáticos. Para lo cual solo se considerarán las medias obtenidas del promedio de las tres localidades, tomando en consideración las investigaciones de Darrah y Hallauer (1972), Otsuka et al. (1972) y Stuber y Moll (1974) en donde indican que es necesario que las cruzas que se utilicen en la predicción sean probadas en ensayos en varias localidades, puesto que la contribución de la epistasis podría ser igual a la contribución de la interacción genotipo por ambiente. Así, mediante el incremento de las localidades de prueba la contribución de la interacción es más pequeña. Los resultados indican que los valores de producción predichos para las dosis no tuvieron respuesta similar para las dos líneas incluidas en la investigación, no obstante que estas líneas presentan un mismo fondo genético.

Esta discrepancia pudiera deberse, de acuerdo con Eberhart et al. (1964) a que mediante el procedimiento de selección fueran fijadas en algunas de las líneas, combinaciones de loci, las cuales tienen efectos epistáticos favorables y a causa de la recombinación al azar en los cruzamientos es

muy probable la pérdida de algunas de estas combinaciones -- epistáticas favorables.

Considerando las dos líneas AN-32 y AN-119-1 y los dos fondos genéticos (Bajío y trópico), las desviaciones de los valores predichos y los valores observados fueron en un 75 por ciento de los casos, mayores los rendimientos observados que la producción predicha. Estas desviaciones pueden entonces deberse a una contribución de la epistasis a la heterosis.

#### Efecto de la Dosis sobre el Rendimiento

El análisis de regresión de las dosis de germoplasma del Bajío con respecto al rendimiento nos indica que existe una marcada tendencia de respuesta lineal de las dosis, para las dos líneas, en cada una de las tres localidades de prueba considerando el fondo genético del Bajío. Al evaluar las dosis en el fondo del trópico la respuesta de la dosis presenta un efecto cuadrático significativo para la línea AN-119-1 en los ambientes del trópico y Bajío, pero en el ambiente del Bajío la respuesta cuadrática es altamente significativa; en este mismo sentido, los efectos de dosis para la línea AN-32 fueron significativos en el ambiente Bajío, pero sin ningún tipo de respuesta en los ambientes intermedio y de trópico.

De manera concluyente los resultados muestran que -- independientemente del ambiente de prueba, cuando las dosis se evaluaron en el probador de Bajío, existió una respuesta

lineal; sin embargo, esta situación varía cuando las dosis de germoplasma de Bajío se evaluaron en el probador de trópico debido a que en el ambiente de Bajío la respuesta cuadrática es más consistente y en los ambientes intermedio y de trópico la respuesta cuadrática solo es significativa. Es importante observar que los mayores rendimientos basándose en la respuesta observada, se obtienen cuando las dosis fluctúan alrededor de 0.50 de Bajío con tendencia a incrementar el rendimiento cuando la dosis es menor, especialmente cuando las dosis se evaluaron en el fondo genético de Bajío.

La tendencia de las dosis de germoplasma (Gráficas 4.1 a 4.6) considerando las respuestas lineales, encontramos que éstas tienen una pendiente negativa, lo que indica que a medida que aumenta la dosis de Bajío en el probador de Bajío el rendimiento se reduce; así los mayores rendimientos se obtienen cuando la dosis de germoplasma de Bajío es de 0.00, esto muestra que la mayor heterosis se obtiene cuando en la cruce se involucra a las líneas más divergentes, lo cual coincide con los resultados de Lonquist y Gardner (1961), Moll et al. (1962) y Parterniani y Lonquist (1963). Es importante hacer notar que aunque existe el mismo tipo de respuesta lineal, la reducción del rendimiento por el aumento de la dosis de germoplasma del Bajío es mucho más marcada en el ambiente intermedio que en el de Bajío y trópico, esto nos indica que la endogamia resultante al aumentar la dosis de Bajío a un probador de Bajío afecta al rendimiento más en un ambiente intermedio y en el de trópico, aunque en una me-

nor proporción.

Analizando la tendencia de la dosis en el probador - de trópico, la respuesta es de tipo cuadrática, mostrando -- que a medida que aumenta la dosis de Bajío se incrementa el rendimiento, al parecer a causa de una mayor heterosis, pero este incremento en el rendimiento se reduce al aumentar la divergenencia genética de los materiales paternos, resultados - similares fueron obtenidos por Moll et al. (1965) en donde indican que la heterosis se incrementa dentro de un rango res-tringido de divergenencia.

Considerando los dos tipos de respuesta (lineal y cua-drático) observados, en el caso lineal la heterosis es mayor cuando existe la mayor divergenencia genética pero en la res--puesta cuadrática, obtenida en el fondo genético de trópico, la mayor heterosis se encuentra dentro de un rango restringido de divergenencia que oscila de 0.30 a 0.70; estas condicio-nes parecen compartir la idea de que la heterosis no se relaciona en general con la divergenencia paterna; Cress (1966) - indica que la mayor heterosis se manifiesta en base a las --contribuciones heterocigóticas positivas en ciertos loci y - además éstas pueden ser anuladas por las respuestas negati--vas en otros loci. Entonces la respuesta híbrida estará condicionada a la mayor acumulación de respuestas positivas presentes en el material paterno, y no necesariamente a la ma-yor divergenencia paterna.

Obtener mayor producción es un objetivo básico y de suma importancia, por lo que siempre se impondrá determinar la dosis de gemoplasma que maximice el rendimiento, como lo señalan Griffing y Lindstrom (1954), Eberhart (1971) y Hallauer y Sears (1972) al incorporar germoplasma exótico a la Faja Maicera de Estados Unidos.

En esta investigación se determinaron las dosis de germoplasma que maximizan al rendimiento para el caso de las respuestas cuadráticas, las cuales se presentaron cuando las dosis de Bajío se evaluaron dentro del fondo genético de trópico. Considerando a la línea AN-32 se obtuvo una sola estimación la cual fue para el ambiente de Bajío con un valor de 70.74 por ciento y un rendimiento predicho de 10.63 toneladas por hectárea, pero al incrementar la dosis se observa (Gráfica 4.1) que no disminuye drásticamente el rendimiento. Para la línea AN-119-1 de las dosis óptimas, solo una superó ligeramente el 50 por ciento de germoplasma de Bajío con un rendimiento de 10.99 toneladas por hectárea, ésta se presenta en el ambiente de Bajío. Esta estimación coincide con los resultados obtenidos por Espinoza (1977), Varela (1977), Alvarez (1979), Parga (1981) y López (1981) en donde observaron que los mayores rendimientos en cruzamientos entre materiales de Bajío y trópico se obtuvieron cuando las dosis involucradas fueron de 0.50 de germoplasma de Bajío, pero no se exploraron un rango más amplio de dosis, así entonces, tenemos que un incremento de la dosis disminuye en forma drástica el rendimiento.

En el ambiente intermedio, la dosis que maximiza el rendimiento es menor que la del ambiente de Bajío y de trópico, con un valor de 31.94 por ciento y un rendimiento mayor que los otros dos ambientes, de 12.84 toneladas por hectárea. Por último la dosis óptima obtenida en el ambiente de trópico es de 38.78 por ciento con un rendimiento predicho de 7.26 - toneladas por hectárea. Por lo tanto, podemos indicar que una dosis de 0.50 de germoplasma del Bajío no precisamente produce los mayores rendimientos, ésta varía de acuerdo al probador o fondo genético utilizado, debido a que en el fondo genético del Bajío la dosis que maximiza el rendimiento es de 0.00 de germoplasma de Bajío y cuando las dosis se evalúan en el fondo genético de trópico, éstas fluctúan entre 0.32 y 0.72. Además, cuando las dosis de germoplasma de Bajío se evalúan en el probador de trópico, la dosis óptima está en función del ambiente de prueba.

Las dosis óptimas determinadas coinciden en promedio con los resultados obtenidos por Sánchez et al. (1973) quienes al evaluar la incorporación de germoplasma exótico determinaron que para líneas las dosis óptimas que maximizan el rendimiento son mayores que para variedades y compuestos. Además, la dosis óptima están en función del ambiente de prueba. Nuestros resultados indican que en Bajío la dosis que optimiza el rendimiento es mayor que para el ambiente de trópico y ésta a su vez es mayor que la del ambiente intermedio. En general la mayor heterosis se obtiene al evaluar las dosis de germoplasma de Bajío en el probador de trópico a excepción de los resultados obtenidos en el ambiente de

Bajío.

### Estabilidad de las Dosis

Al considerar el comportamiento de las dosis en relación al ambiente, los resultados indican que para la línea AN-32, las medias de rendimiento son mayores al disminuir la dosis de Bajío cuando éstas son evaluadas en el probador de Bajío (Tabla 4.10); además a medida que disminuye la dosis de Bajío los materiales son más estables, o sea, que los materiales menos endogámicos presentan más estabilidad; esta tendencia es coincidente con la afirmación de Falconer (1981) que indica que los caracteres son más afectados por el ambiente en individuos endogámicos y que los individuos resultantes de cruzamientos son menos sensitivos. Las dosis en el fondo genético de trópico muestran buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistente, cuando éstas son menores de 0.25, obteniendo las medias de rendimiento mayores cuando la dosis de germoplasma fluctúa entre 0.50 a 0.75; además, éstas se comportan estables. Es importante notar que la dosis óptima estimada (Tabla 4.8) para la línea AN-32 coincide con la dosis de germoplasma de Bajío que produce la mayor estabilidad la cual es mayor o igual a 0.50, lo que parece indicar que existe cierta asociación entre el efecto de dosis que optimiza el rendimiento con la dosis que produce mayor estabilidad.

Considerando la línea AN-119-1 (Tabla 4.11) encontramos que en el probador de Bajío la dosis que produce la media de rendimiento más alta es la de 0.00 de germoplasma de

Bajío, lo cual apoya los resultados obtenidos con la línea - AN-32, además esta dosis se sitúa con una respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistente, así este resultado es de importancia de acuerdo con Scott (1967) que considera que la estabilidad del rendimiento es de importancia en híbridos de maíz, especialmente para aquellos que se desarrollan en áreas con problemas de producción. Al evaluar las dosis de germoplasma en el probador de trópico, éstas tienden a ser más estables a excepción de la dosis 0.25 de Bajío, la cual presenta buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistente. Las dosis óptimas obtenidas a través de la regresión considerando la línea AN-119-1 en el fondo genético de trópico, vuelven a presentar cierta asociación con respecto a estabilidad.



## 6. CONCLUSIONES

1. Existe cierto grado de dependencia del rendimiento, con respecto a la dosis de germoplasma a considerar, en los cruzamientos entre materiales de zonas ecológicas contrastantes (Bajío y trópico).
2. El efecto de la dosis de germoplasma de Bajío sobre el rendimiento al parecer está en función de las diferencias entre dosis, del ambiente y probador utilizados en la evaluación. Así las dosis óptimas oscilan entre 38.78 por ciento a 70.74 por ciento de germoplasma de Bajío, siendo la dosis mayores para el ambiente de Bajío que para el de trópico y ésta a su vez mayor que la del ambiente intermedio entre trópico y Bajío.
3. La respuesta del rendimiento en relación a la dosis de germoplasma es de tipo lineal con pendiente negativa, por lo que el rendimiento se reduce con el aumento de la dosis de Bajío en un fondo genético del mismo ambiente.
4. En el probador o fondo genético de trópico la respuesta en general es de tipo cuadrático, así el rendimiento tiende a aumentar en relación directa con el aumento de la dosis de Bajío dentro de un rango de 0.30 a 0.70, debido a que un aumento superior en la dosis el rendimiento disminuye.

5. La respuesta heterótica en cruzamientos entre materiales de zonas ecológicas del Bajío y trópico, específicamente entre líneas, al parecer no se encuentra, en general, -- asociada con la divergencia paternal, sino más bien podríamos suponer que está asociada con la presencia de -- ciertas combinaciones de genes favorables para el rendimiento. Estas contribuciones probablemente sean debidas a efectos epistáticos positivos, los cuales contribuyen a la expresión de la heterosis.
6. La mayor estabilidad del rendimiento nos permitimos suponer que esta condicionada por una mínima dosis de germoplasma de Bajío como 0.00, cuando éstas se evalúan en un fondo genético del mismo ambiente, y de 0.50 a 0.75 cuando las dosis son evaluadas utilizando un fondo genético de trópico.
7. Existe cierta asociación entre la dosis que optimiza el rendimiento con la dosis de germoplasma que produce la mayor estabilidad.

## 7. RESUMEN

Mediante una serie de cruzas y retrocruzas entre las líneas de maíz (*Zea mays* L.) de los híbridos triples AN-360 y AN-461 propios para la región del Bajío y trópico respectivamente, se obtuvieron grupos de materiales con dosis de germoplasma de Bajío que oscilaron de 0.0 a 1.0 con intervalos de 0.25. Las evaluaciones tuvieron como objetivos: (a) medir la respuesta de las diferentes combinaciones de germoplasma a través de ambientes y probadores del Bajío y trópico, (b) identificar las dosis que induzcan a una mayor estabilidad.

Los resultados indicaron que existe una dependencia del rendimiento con respecto a la dosis de germoplasma en cruzas entre maíces del Bajío y trópico. Esta dependencia está en función de las diferencias entre dosis; del ambiente y del probador utilizado en la evaluación. Así, las dosis óptimas oscilan entre 38.78 a 70.74 por ciento de germoplasma de Bajío, siendo ésta mayor para el ambiente del Bajío que para el de trópico y ésta a su vez mayor que la del ambiente intermedio, en cuanto a su altitud, entre Bajío y trópico representado por la localidad de Torreón, Coahuila.

La respuesta del rendimiento con respecto a la dosis de germoplasma del Bajío es de tipo lineal con pendiente ne-

gativa cuando estas dosis se evalúan en el probador de Bajío. En el probador de trópico la respuesta es de tipo cuadrático existiendo los mayores rendimientos dentro de un rango de -- 0.30 a 0.70 de germoplasma de Bajío.

Los resultados permiten suponer que la respuesta heterótica en cruzamientos de líneas de maíz adaptadas al Bajío y trópico se encuentra asociada con la presencia de ciertas combinaciones de genes favorables para el rendimiento, las que al parecer se deben a efectos epistáticos positivos que contribuyen a la expresión de la heterosis.

Por último, se observa una asociación positiva entre la dosis que optimiza el rendimiento con la que produce la mayor estabilidad, por ejemplo, la dosis 0.0 de germoplasma del Bajío es la que produce los mayores rendimientos cuando éstas se evalúan en el probador del mismo ambiente; y aquellas comprendidas entre 0.50 a 0.75 cuando las dosis son evaluadas utilizando el probador de trópico.

## 8. LITERATURA CITADA

- Allard, R.W. and P.E. Hansche. 1964. Some Parameters of Population Variability and their Implications in Plant Breeding. *Adv. Agron.* 16:281-325. United States of America.
- Alvarez G., I. 1979. Obtención de Híbridos de Maíz con alto Potencial de Rendimiento para Explotarse tanto en El Bajío como en el Trópico Seco Mexicano. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Buenavista, Coahuila, México. 58 p.
- Barrientos P., F. 1963. Posible Utilización de Cruces. Interraciales entre Maíces Locales e Introducidos. Mejoramiento de Maíz. 9a. Reunión Centroamericana PCC MCA, pp. 40-45. San Salvador, El Salvador.
- Bradshaw, A.D. 1965. Evolutionary Significance of Phenotypic Plasticity in Plants. *Adv. Genet.* 13:115-155. United States of America.
- Bucio A., L. 1954. Algunas Observaciones del Comportamiento de la F<sub>1</sub> de las Cruzas entre las Razas descritas en México. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 32 p.
- Carballo C., A. y F. Márquez S. 1970. Comparación de Variedades de Maíz de El Bajío y la Mesa Central por su Rendimiento y Estabilidad. *Agrociencia* 5(1):129-146. México.

- Castro G., M. 1964. Rendimiento y Heterosis con Cruzas Inter raciales de Maíz en México. Tesis Maestría. Colegio de Post-Graduados. Chapingo, México. 39 p.
- Castro G., M. 1973. Maíces Super Enanos para El Bajío. Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro". Universidad de Coahuila. Boletín Técnico. México.
- Castro G., C.O. Gardner and J.H. Lonquist. 1968. Cumulative Gene Effects and the Nature of Heterosis in Maize -- Crosses Involving Genetically Diverse Races. Crop -- Sci. 8(1):97-101. United States of America.
- Cress, C.E. 1966. Heterosis of the Hybrid related to Gene -- Frequency Differences Between two Population. Gene-- tics 53(2):269-274. United States of America.
- Crossa L., J. and C.O. Gardner. 1984. Introgression of Exo-- tic Germplasm for Improving Adapted Maize Breeding Po-- pulations. Agron. Abstracts p. 63. United States of America.
- Darrah, L.L. and A.R. Hallauer. 1972. Genetic Effects Estima-- ted from Generation Means in Four Diallel Sets of -- Maize Inbreds. Crop Sci. 12(5):615-621. United Sta-- tes of America.
- Eberhart, S.A. 1971. Regional Maize Diallels with US and Se-- mi-Exotic Varieties. Crop Sci. 11(3):911-914. Uni-- ted States of America.
- Eberhart, S.A. and W.A. Russell. 1966. Stability Parameters for Comparing Varieties. Crop Sci. 6(1):36-40. Uni-- ted States of America.
- Eberhart, S.A., W.A. Russell and L.H. Penny. 1964. Double - Cross Hybrid Prediction in Maize When Epistasis is Present. Crop Sci. 4(4):363-366. United States of America.

- Espinoza B., A. 1977. Germoplasma Tropical en el Programa de Maíces Superenanos del Bajío. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Buenavista, Saltillo, Coah., México. 51 p.
- Falconer, D.S. 1981. Introducción a la Genética Cuantitativa. 12 Ed. Continental. México. p. 162-167.
- Griffing, B. and E.W. Lindstrom. 1954. A Study of the Combining Abilities of Corn Inbreds Having Varying Proportions of Corn Belt and Non-Corn Belt Germplasm. Agron. J. 46(12):545-552. United States of America.
- Hallauer, A.R. 1985. Contributions of Genetics to Corn Improvement. Presented at the 20th Anniversary of the Mexican Society of Plant Genetics. Saltillo, Coahuila, México. 33 p.
- Hallauer, A.R. and J.H. Sears. 1972. Intergrating Exotic -- Germplasm into Corn Belt Maize Breeding Programs. Crop Sci. 12(2):203-206. United States of America.
- Lerner, I.M. 1954. Genetic Homeostasis. Oliver and Boyo. London.
- Lonnquist, J.H. and C.O. Gardner. 1961. Heterosis in Intervarietal Crosses in Maize and Its Implications in Breeding Procedures. Crop Sci. 1(3):179-183. Uni--ted States of America.
- López F., H.H. 1981. Predicción de Híbridos de Maíz para el Trópico Seco mediante la Evaluación de Cruzas entre Líneas Elite de diversas Areas Ecológicas. Tesis -- Profesional. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Buenavista, Coahuila, México. 56 p.

- Moll, R.H. and C.W. Stuber. 1974. Quantitative Genetics—Empirical Results Relevant to Plant Breeding. Adv. Agron. 26:277-313. United States of America.
- Moll, R.H., W.S. Salhuana and H.F. Robinson. 1962. Heterosis and Genetic Diversity in Variety Crosses of Maize. Crop Sci. 2(3):197-198. United States of America.
- Moll, R.H., J.H. Lonquist, J. Velez F. and E.C. Johnson. 1965. The Relationship of Heterosis and Genetic Divergence in Maize. Genetics 52:139-144. United States of America.
- Molina G., J. 1964. Comportamiento de Razas de Maíz y sus Cruzas con Tuxpeño Vandeño y Stiff Stalk Synthetic en Cotaxtla, Ver. Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 61 p.
- Otsuka, Y., S.A. Eberhart and W.A. Russell. 1972. Comparisons of Prediction Formulas for Maize Hybrids. Crop Sci. 12(3):325-331. United States of America.
- Ortega P., R. y A. Carballo C. 1983. Poblaciones de Maíz de Amplia Base Genética. Fitotecnia. Revista de la Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. No. 5:18-42. México.
- Parga T., V.M. 1981. Comportamiento de Híbridos de Maíz (*Zea mays* L.) (Trópico Seco x Bajío) Evaluados bajo tres Densidades de Población en Localidades Representativas del Origen de sus Progenitores. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Buenavista, Coahuila, México.
- Paterniani, E. and J.H. Lonquist. 1963. Heterosis in Interracial Crosses of Corn (*Zea mays* L.). Crop Sci. 3(6):504-507. United States of America.



- Robinson, H.F. y C.C. Cockerham. 1965. Estimación y Significancia de los Parámetros Genéticos. *Fitotecnia Latinoamericana*. ALAF 2(1):39-56. Costa Rica.
- Sánchez M., R., J. Molina G. y E. Casas D. 1973. Efecto de Dosis de Germoplasma Exótico y de Citoplasma Tropical sobre el Rendimiento de cruzamientos Trópico x Mesa Central en Maíz (*Zea mays* L.). *Agrociencia* 11(1):151-179. México.
- Scott, G.E. 1967. Selecting for Stability of Yield in Maize. *Crop Sci.* 7(6):549-551. United States of America.
- Sprague, G.F. and W.I. Thomas. 1967. Further Evidence of -- Epistasis in Single and Three Way Cross Yields of Maize. *Crop Sci.* 7(4):355-356. United States of -- America.
- Sprague, G.F., W.A. Russell, L.H. Penny, T.W. Horner and W. D. Hanson. 1962. Effect of Epistasis on Grain Yield in Maize. *Crop Sci.* 2(3):205-208. United States of America.
- Stuber, C.W. and R.H. Moll. 1974. Epistasis in Maize (*Zea mays* L.): IV Crosses Among Lines Selected for Superior Intervariety Single Cross Performances. *Crop Sci.* 14(2):314-317. United States of America.
- Varela G., E.J. 1977. Potencial de 6 líneas Tropicales de Maíz Enano para el Mejoramiento de Maíces del Bajío. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Buenavista, Coahuila, México. 36 p.
- Wellhausen, E.J. 1966. Germoplasma Exótico para el Mejoramiento del Maíz en los Estados Unidos. Folleto de Investigación O. 4. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. CIMMYT. México. 16 p.

Wellhausen, E.J., L.M. Roberts, E. Hernández X., en colaboración con P.C. Mangelsdorf. 1951. Razas de Maíz en México. Folleto Técnico No. 5. Oficina de Estudios Especiales. SAG, México.

# 9. APENDICE

cas de maíz. Irapuato, Gto. Línea AN-32 (N).

Fuentes de variación	g.l.	Mazorcas en 100 plantas	Días a flor masculina	Días a flor femenina	% de mazorcas nodridas	% de mala cobertura	Rendimiento mazorca ton/ha. <sup>1</sup>
Repeticiones (R)	2	99.628	3.442	2.544	486.004	810.212	7.340
Probadores (P)	1	373.399	52.355	35.507	7.382	9530.871**	69.853*
R x P	2	210.007	4.486	4.486	1.104	7.836	1.714
Líneas/P (L/P)	44	207.759	10.666**	11.005**	139.460*	227.466*	7.769**
Dosis/P (D/P)	8	251.182	30.980**	30.412**	314.948**	516.423**	15.320**
D/P <sub>1</sub>	4	235.734	7.034*	7.990*	293.156*	95.536	15.537**
D/P <sub>2</sub>	4	266.631	54.925**	52.835**	336.740**	937.310**	15.102**
L/D/P	36	198.109	6.152**	6.693**	100.462	163.253	6.091**
L/D <sub>2</sub> /P	18	90.907	7.263**	8.430**	114.077	230.158	3.714
L/D <sub>2</sub> /P <sub>1</sub>	9	120.893	6.152*	7.244**	103.960	133.421	4.980*
L/D <sub>2</sub> /P <sub>2</sub>	9	60.922	8.374**	9.615**	124.195	326.894*	2.449
L/D <sub>4</sub> /P	18	305.311*	5.041*	4.956*	86.847	96.348	8.468**
L/D <sub>4</sub> /P <sub>1</sub>	9	116.163	6.226*	6.000*	59.053	110.796	3.845
L/D <sub>4</sub> /P <sub>2</sub>	9	494.459**	3.856	3.911	114.642	81.900	13.090**
Error	88	143.691	2.494	2.454	84.787	140.957	2.230
C.V. (%)		11.7	2.0	2.0	43.7	46.4	14.2

<sup>1</sup> Al 15.5% de humedad.

\* Significativo al nivel de .05

\*\* Significativo al nivel de .01

Tabla 9.2A Cuadrados medios y significancia estadística para seis características agrónomicas de maíz. Torreón, Coah. AN-32 (N).

Fuentes de variación.	g.l.	Mazorcas en 100 plantas	Días a flor masculina	Días a flor femenina	% de mazorcas podridas	% de mala cobertura	Rendimiento mazorca ton/ha. <sup>1</sup>
Repeticiones (R)	2	532.551	3.442	3.413	834.795	28.792	61.632
Probadores (P)	1	842.616	128.181	134.029	2998.837	1836.579	8.311
R x P	2	336.725	13.703	17.225	275.812	479.853	10.307
Líneas/P (L/P)	44	237.760	5.598	5.839	79.912	299.316**	6.857**
Dosis/P (D/P)	8	490.257*	8.490	9.178*	152.097*	579.665**	19.620**
D/P <sub>1</sub>	4	794.844**	6.557	6.759	252.455**	377.479**	38.480**
D/P <sub>2</sub>	4	185.670	10.423	11.597*	51.739	781.851**	0.760
L/D/P	36	181.649	4.956	5.079	63.871	237.017**	4.020
L/D <sub>2</sub> /P	18	176.306	5.756	6.046	68.834	275.579**	4.170
L/D <sub>2</sub> /P <sub>1</sub>	9	166.004	4.015	4.089	87.106	384.854**	4.965
L/D <sub>2</sub> /P <sub>2</sub>	9	186.607	7.496	8.004	50.562	166.304	3.376
L/D <sub>4</sub> /P	18	186.993	4.156	4.148	58.909	198.455**	3.870
L/D <sub>4</sub> /P <sub>1</sub>	9	91.393	1.644	1.719	91.970	194.151*	3.162
L/D <sub>4</sub> /P <sub>2</sub>	9	282.593	6.667	6.578	25.847	202.758*	4.602
Error	88	193.357	4.322	4.372	64.329	87.678	3.279
C.V. (%)		13.3	3.4	3.3	54.0	33.4	15.7

<sup>1</sup> Al 15.5% de humedad.

\* Significativo al nivel de .05

\*\* Significativo al nivel de .01

Tabla 9.3A Cuadrados medios y significancia estadística para seis características agronómicas de maíz. Apatzingán, Mich. AN-32 (N).

Fuentes de variación	g.l.	Mazorcas en 100 plantas	Días a flor masculina	Días a flor femenina	% de mazorcas podridas	% de mala cobertura	Rendimiento mazorca ton/ha. <sup>1</sup>
Repeticiones (R)	2	298.370	20.051	20.529	2.045	1040.151	2.664
Probadores (P)	1	1194.464	102.616*	229.594*	1084.066*	42.471	35.652**
R x P	2	678.703	1.877	8.573	26.068	161.331	0.007
Líneas/P (L/P)	44	257.729	5.674**	11.296**	103.796**	150.615**	3.706**
Dosis/P (D/P)	8	389.678	10.382**	18.068**	158.500**	235.298**	7.921**
D/P <sub>1</sub>	4	635.369*	3.270	4.392	201.163**	377.292**	12.119**
D/P <sub>2</sub>	4	143.986	17.493**	31.744**	115.837	93.304	3.724
L/D/P	36	228.407	4.628	9.792**	91.640*	131.796**	2.770
L/D <sub>2</sub> /P	18	289.248	5.046	9.261*	90.183*	157.928**	3.828*
L/D <sub>2</sub> /P <sub>1</sub>	9	351.070	6.726*	13.485**	123.794*	158.926*	4.190*
L/D <sub>2</sub> /P <sub>2</sub>	9	227.426	3.367	5.037	56.572	156.929*	3.466
L/D <sub>4</sub> /P	18	167.567	4.209	10.322**	93.097*	105.665	1.711
L/D <sub>4</sub> /P <sub>1</sub>	9	211.870	3.737	9.944*	98.572	149.932*	2.170
L/D <sub>4</sub> /P <sub>2</sub>	9	123.263	4.681	10.700*	87.621	61.398	1.252
Error	88	222.460	3.153	4.786	51.493	65.391	1.850
C.V. (%)		18.1	3.0	3.6	23.0	50.1	24.7

<sup>1</sup> Al 15.5% de humedad.

\* Significativo al nivel de .05

\*\* Significativo al nivel de .01

Tabla 9.4A Cuadrados medios y significancia estadística para seis características agronómicas de maíz. Irapuato, Gto. AN-119-1 (E).

Fuentes de variación	g.l.	Mazorcas en 100 plantas	Días a flor masculina	Días a flor femenina	% de mazorcas podridas	% de mala cobertura	Rendimiento mazorca ton/ha. <sup>1</sup>
Repeticiones (R)	2	57.430	7.342	3.193	708.172	158.429	3.167
Probadores (P)	1	316.667	265.579**	303.474**	63.994	10266.272**	14.473
R x P	2	68.062	2.921	4.527	211.861	69.075	3.866
Líneas/P (L/P)	36	165.466	7.308**	6.526**	71.080	171.460**	4.620**
Dosis/P (D/P)	8	286.210*	25.711**	23.384**	136.417*	307.942**	8.414**
D/P <sub>1</sub>	4	94.910	9.128**	8.028**	245.836**	130.381	10.142**
D/P <sub>2</sub>	4	477.521**	42.294**	38.739**	26.998	485.504**	6.686**
L/D/P	28	130.966	2.050	1.710	52.413	132.465**	3.536*
L/D <sub>2</sub> /P	10	148.311	0.767	1.430	47.256	118.879	3.306
L/D <sub>2</sub> /P <sub>1</sub>	5	115.156	1.167	2.400	42.267	88.414	2.797
L/D <sub>2</sub> /P <sub>2</sub>	5	181.467	0.367	0.456	52.246	149.344	3.814
L/D <sub>4</sub> /P	18	121.330	2.763	1.867	55.277	140.014*	3.664*
L/D <sub>4</sub> /P <sub>1</sub>	9	142.107	2.874	1.422	64.430	53.782	4.408*
L/D <sub>4</sub> /P <sub>2</sub>	9	100.552	2.652	2.311	46.125	226.246**	2.919
Error	72	108.070	1.595	1.693	61.432	65.546	1.786
C.V. (%)		9.8	1.6	1.6	42.1	34.0	12.6

<sup>1</sup> Al 15.5% de humedad.

\* Significativo al nivel de .05

\*\* Significativo al nivel de .01

cas de maíz. Torreón, Coah. AN-119-1 (E).

Fuentes de variación	g.l.	Mazorcas en 100 plantas	Días a flor masculina	Días a flor femenina	% de mazorcas podridas	% de mala cobertura	Rendimiento mazorca ton/ha. <sup>1</sup>
Repeticiones (R)	2	275.509	4.167	5.798	382.857	233.258	74.232
Probadores (P)	1	2317.509	268.640*	277.930*	2104.253	6876.656*	92.459
R x P	2	1543.193	13.956	10.377	410.652	274.993	15.424
Líneas/P (L/P)	36	816.878**	4.730	5.160	117.252**	372.703**	7.771**
Dosis/P (D/P)	8	1668.678**	4.520	4.814	308.052**	963.822**	22.524**
D/P <sub>1</sub>	4	401.829	3.942	4.242	470.434**	374.368*	26.233**
D/P <sub>2</sub>	4	2935.527**	5.098	5.386	145.669	1553.276**	18.816**
L/D/P	28	573.507	4.790	5.259	62.738	203.812	3.556
L/D <sub>2</sub> /P	10	253.939	6.072	5.228	90.926	418.624**	2.915
L/D <sub>2</sub> /P <sub>1</sub>	5	265.022	6.356	6.089	62.476	211.040	2.128
L/D <sub>2</sub> /P <sub>2</sub>	5	242.856	5.789	4.367	119.375	626.207**	3.701
L/D <sub>4</sub> /P	18	751.044	4.078	5.276	47.078	84.472	3.917
L/D <sub>4</sub> /P <sub>1</sub>	9	600.089	4.004	4.833	70.703	88.115	3.850
L/D <sub>4</sub> /P <sub>2</sub>	9	902.000*	4.152	5.719	23.454	80.830	3.973
Error	72	384.369	5.821	5.930	60.353	143.214	3.484
C.V. (%)		16.9	3.9	3.8	56.0	42.7	16.7

<sup>1</sup> Al 15.5% de humedad.

\* Significativo al nivel de .05

\*\* Significativo al nivel de .01



cas de maíz. Apatzingán, Micho. AN-119-1 (E).

Fuentes de variación	g.l.	Mazorcas en 100 plantas	Días a flor masculina	Días a flor femenina	% de mazorcas podridas	% de mala cobertura	Rendimiento mazorca ton/ha. <sup>1</sup>
Repeticiones (R)	2	205.009	54.114	52.798	128.939	574.408	2.514
Probadores (P)	1	3832.640*	169.482	326.746*	665.339*	53.596	76.024*
R x P	2	184.062	16.220	15.798	23.690	228.749	1.579
Líneas/P (L/P)	36	365.448**	4.208*	8.119**	148.268**	80.282	4.840**
Dosis/P (D/P)	8	581.972**	9.580**	19.695**	432.233**	153.692*	12.276**
D/P <sub>1</sub>	4	795.174**	1.516	6.250	629.521**	168.172	19.834**
D/P <sub>2</sub>	4	368.770	17.644**	33.139**	234.944**	139.213	4.717*
L/D/P	28	303.585*	2.673	4.812	67.135	59.308	2.716**
L/D <sub>2</sub> /P	10	366.433*	1.267	3.806	57.249	46.627	1.976
L/D <sub>2</sub> /P <sub>1</sub>	5	141.700	1.200	6.222	80.037	61.339	0.758
L/D <sub>2</sub> /P <sub>2</sub>	5	591.167**	1.333	1.389	34.462	31.915	3.195*
L/D <sub>4</sub> /P	18	268.669	3.454	5.370	72.627	66.353	3.127**
L/D <sub>4</sub> /P <sub>1</sub>	9	294.152	4.652	6.311	57.022	72.261	2.755*
L/D <sub>4</sub> /P <sub>2</sub>	9	243.185	2.256	4.430	88.233	60.446	3.498*
Error	72	161.970	2.639	4.530	51.601	74.150	1.345
C.V. (%)		14.2	2.8	3.5	26.0	58.4	19.5

<sup>1</sup> Al 15.5% de humedad.

\* Significativo al nivel de .05

\*\* Significativo al nivel de .01

Fuentes de variación	g.l.	Mazorcas en 100 plantas	Días a flor masculina	Días a flor femenina	% de mazorcas podridas	% de mala cobertura	rendimiento mazorca ton/ha. <sup>1</sup>
Localidades (A)	2	20394.616**	15632.532**	13321.981**	9403.395**	5458.305*	1434.500**
Repeticiones/A (R/A)	6	310.063	8.978	8.829	440.948	626.385	23.878
Probadores (P)	1	653.140	274.321**	356.174**	2724.280**	5982.162**	0.082
P x A	2	878.669	4.416	21.479	683.003*	2713.880**	56.867**
P x R/A (Error a)	6	408.478	6.688	10.094	100.994	216.340	4.009
Líneas/P (L/P)	44	321.286**	12.335**	15.829**	170.394**	420.239**	11.299**
Dosis/P (D/P)	8	460.985*	35.688**	44.046**	370.776**	719.564**	30.490**
D/P <sub>1</sub>	4	749.109**	5.761	6.340	721.189**	275.675*	56.630**
D/P <sub>2</sub>	4	172.861	65.614**	81.751**	20.363	1163.452*	4.350
L/D/P	36	290.242*	7.145**	9.558**	125.864**	353.722**	7.035**
L/D <sub>2</sub> /P	18	243.213	9.312**	11.083**	137.196**	437.449**	6.776**
L/D <sub>2</sub> /P <sub>1</sub>	9	260.327	7.443*	9.537*	154.963*	463.523**	10.025**
L/D <sub>2</sub> /P <sub>2</sub>	9	208.099	11.180**	12.628**	119.429	411.375**	3.526
L/D <sub>4</sub> /P	18	346.270*	4.978	8.033**	114.533*	269.995**	7.294**
L/D <sub>4</sub> /P <sub>1</sub>	9	151.740	3.477	5.073	111.499	274.743**	3.637
L/D <sub>4</sub> /P <sub>2</sub>	9	540.801**	6.480*	10.994**	117.566	265.246**	10.950**

des para seis características de maíz. Línea AN-32 (N).

Fuentes de variación	g.l.	Mazorcas en 100 plantas	Días a flor masculina	Días a flor femenina	% de mazorcas podridas	% de mala cobertura	Rendimiento mazorca ton/ha. <sup>1</sup>
Localidades (A)	2	20394.616**	15632.532**	13321.981**	9403.395**	5458.305*	1434.500**
Repeticiones/A (R/A)	6	310.063	8.978	8.829	440.948	626.385	23.878
Probadores (P)	1	653.140	274.321**	356.174**	2724.280**	5982.162**	0.082
P x A	2	878.669	4.416	21.479	683.003*	2713.880**	56.867**
P x R/A (Error a)	6	408.478	6.688	10.094	100.994	216.340	4.009
Líneas/P (L/P)	44	321.286**	12.335**	15.829**	170.394**	420.239**	11.299**
Dosis/P (D/P)	8	460.985*	35.688**	44.046**	370.776**	719.564**	30.490**
D/P <sub>1</sub>	4	749.109**	5.761	6.340	721.189**	275.675*	56.630**
D/P <sub>2</sub>	4	172.861	65.614**	81.751**	20.363	1163.452*	4.350
L/D/P	36	290.242*	7.145**	9.558**	125.864**	353.722**	7.035**
L/D <sub>2</sub> /P	18	243.213	9.312**	11.083**	137.196**	437.449**	6.776**
L/D <sub>2</sub> /P <sub>1</sub>	9	260.327	7.443*	9.537*	154.963*	463.523**	10.025**
L/D <sub>2</sub> /P <sub>2</sub>	9	208.099	11.180**	12.628**	119.429	411.375**	3.526
L/D <sub>4</sub> /P	18	346.270*	4.978	8.033**	114.533*	269.995**	7.294**
L/D <sub>4</sub> /P <sub>1</sub>	9	151.740	3.477	5.073	111.499	274.743**	3.637
L/D <sub>4</sub> /P <sub>2</sub>	9	540.801**	6.480*	10.994**	117.566	265.246**	10.950**

Tabla 9.7A..... continuación

Fuentes de variación	g.l.	Mazorcas en 100 plantas	Días a flor masculina	Días a flor femenina	% de mazorcas podridas	% de mala cobertura	Rendimiento mazorca ton/ha. <sup>1</sup>
L x A/P	88	190.981	4.802**	6.156**	76.387	128.579*	3.516*
D x A/P	16	335.066*	7.082**	6.807*	127.384*	305.911**	6.186**
D x A/P <sub>1</sub>	8	458.419*	5.550	6.400	12.792	287.316**	4.753
D x A/P <sub>2</sub>	8	211.713	8.614**	7.213	241.977	324.506**	7.618**
L x A/D/P	72	158.962	4.295	6.012**	65.054	89.172	2.923
L x A/D <sub>2</sub> /P	36	161.124	4.377	6.327*	67.949	113.108	2.469
L x A/D <sub>2</sub> /P <sub>1</sub>	18	188.820	4.725	7.641*	79.948	106.839	2.055
L x A/D <sub>2</sub> /P <sub>2</sub>	18	133.428	4.028	5.014	55.950	119.376	2.882
L x A/D <sub>4</sub> /P	36	156.800	4.214	5.696	62.160	65.237	3.378
L x A/D <sub>4</sub> /P <sub>1</sub>	18	133.843	4.065	6.295	69.048	90.068	2.758
L x A/D <sub>4</sub> /P <sub>2</sub>	18	179.757	4.362	5.098	55.272	40.405	3.997
Error	264	186.503	3.323	3.870	66.870	98.009	2.453
C.V. (%)		14.2	2.8	2.9	36.6	42.6	17.1

<sup>1</sup> Al 15.5% de humedad.

\* Significativo al nivel de .05

\*\* Significativo al nivel de .01

TABLA 3.04 Cuadrados medios y significancia estadística, análisis combinado de tres localidades para seis características de maíz. Línea AN-119-1 (E).

Fuentes de variación	g.l.	Mazorcas en 100 plantas	Días a flor masculina	Días a flor femenina	% de mazorcas podridas	% de mala cobertura	Rendimiento mazorca ton/ha. <sup>1</sup>
Localidades (A)	2	20645.091**	13635.898**	12188.196**	5567.222**	5274.210**	946.092**
Repeticiones (R/A)	6	179.316	21.874	20.597	406.656	322.031	26.638
Probadores (P)	1	5448.026*	696.327**	907.161**	1351.148*	10434.421	70.377*
P x A	2	509.395	3.687	0.494	741.220	3381.052	56.289*
P x R/A (Error a)	6	598.439	11.032	10.234	215.401	190.939	6.957
Líneas/P (L/P)	36	625.838**	9.179**	11.751**	210.437**	353.567	10.651**
Dosis/P (D/P)	8	1475.691**	25.581**	31.134**	691.310**	1050.191**	37.434**
D/P <sub>1</sub>	4	874.783**	2.363	2.784	1118.363**	423.382**	52.956**
D/P <sub>2</sub>	4	2076.599**	48.799**	59.484**	264.257**	1677.000**	21.912**
L/D/P	28	383.023*	4.493	6.213	73.045	154.531*	3.000
L/D <sub>2</sub> /P	10	322.898	4.357	6.350	91.251	315.405**	3.074
L/D <sub>2</sub> /P <sub>1</sub>	5	262.567	4.507	8.578	90.509	284.914*	3.176
L/D <sub>2</sub> /P <sub>2</sub>	5	383.230	4.207	4.122	91.993	345.895**	2.971
L/D <sub>4</sub> /P	18	416.425*	4.569	6.136	62.931	65.157	2.958
L/D <sub>4</sub> /P <sub>1</sub>	9	389.630	6.668*	7.537	84.990	63.089	2.397
L/D <sub>4</sub> /P <sub>2</sub>	9	443.221*	2.469	4.736	40.871	67.224	3.518

Tabla 9.8A..... CONTINUACION

Fuentes de variación	g.l.	Mazorcas en 100 plantas	Días a flor masculina	Días a flor femenina	% de mazorcas podridas	% de mala cobertura	Rendimiento mazorca ton/ha. <sup>1</sup>
L x A/P	72	360.977**	3.533	4.027	63.082	135.440	3.290**
D x A/P	16	530.588**	7.115**	8.379*	92.695	187.633*	2.890
D x A/P <sub>1</sub>	8	208.565	6.111	7.868	113.714	124.769	1.627
D x A/P <sub>2</sub>	8	852.610**	8.119*	8.890*	71.677	250.496**	4.153
L x A/D/P	56	312.517*	2.510	2.784	54.620	120.527	3.404*
L x A/D <sub>2</sub> /P	20	222.893	1.874	2.056	52.090	134.362	2.561
L x A/D <sub>2</sub> /P <sub>1</sub>	10	129.656	2.107	3.067	47.135	37.940	1.253
L x A/D <sub>2</sub> /P <sub>2</sub>	10	316.130	1.641	1.044	57.045	230.785**	3.870
L x A/D <sub>4</sub> /P	36	362.309*	2.863	3.188	56.026	112.841	3.872**
L x A/D <sub>4</sub> /P <sub>1</sub>	18	323.359	2.431	2.515	53.582	75.534	4.308*
L x A/D <sub>4</sub> /P <sub>2</sub>	18	401.258*	3.295	3.862	58.470	150.148	3.436
Error	216	218.136	3.351	4.051	57.795	94.303	2.205
C.V. (%)		14.2	2.8	2.9	37.9	43.7	16.1

<sup>1</sup> Al 15.5% de humedad.

\* Significativo al nivel de .05

\*\* Significativo al nivel de .01

Tabla 9.9A Análisis de varianza de parámetros de estabilidad; 46 cruzas (32 líneas x 2 probadores); tres localidades, característica rendimiento. Línea AN-32.

Fuentes de variación	g.l.	C.M.
Cruzas (C)	45	3.683 **
Localidades (L)	92 2	11.928 **
C x L	90	4.702 **
Total	137	
L (Lineal)	1	956.333
C x L (Lineal)	45	1.542 NS
Desviación conjunta	46	1.558 **
Dosis-Probador = cruza		
1 1 1	1	3.469*
2 1 19	1	0.131
2 1 20	1	1.717
2 1 21	1	3.698 *
2 1 22	1	0.136
2 1 33	1	3.317 *
2 1 35	1	0.172
2 1 38	1	1.498
2 1 40	1	0.195
2 1 43	1	0.149
2 1 44	1	3.936 *
3 1 45	1	4.306 *
5 1 46	1	0.063
4 1 47	1	0.131
4 1 48	1	1.457
4 1 49	1	0.940
4 1 50	1	0.118
4 1 51	1	0.141
4 1 52	1	1.742
4 1 53	1	0.741
4 1 54	1	0.015
4 1 55	1	0.745
4 1 56	1	1.180

Tabla 9.9A..... continuación

Fuentes de variación			g.l.	C.M.
Dosis-Probador = cruza				
1	2	57	1	0.075
2	2	58	1	0.062
2	2	59	1	0.072
2	2	60	1	0.111
2	2	61	1	0.088
2	2	72	1	0.001
2	2	74	1	0.197
2	2	77	1	0.097
2	2	79	1	1.026
2	2	82	1	0.360
2	2	83	1	5.673 **
4	2	90	1	2.505
4	2	91	1	2.020
4	2	92	1	2.502
4	2	93	1	0.853
4	2	94	1	1.210
4	2	95	1	0.263
4	2	96	1	12.018 **
4	2	97	1	2.341
4	2	98	1	1.209
4	2	99	1	2.246
3	2	110	1	1.600
5	2	112	1	5.134 **
Error conjunto			270	0.829

N.S. (No significativo al 0.05 de probabilidad).

\*, \*\* Significancia al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente.

$D_1 = 1.0$  Bajío;  $D_2 = 0.75$ ;  $D_3 = 0.50$ ;  $D_4 = 0.25$ ;  $D_5 = 0.0$



Tabla 9.10A Análisis de varianza de parámetros de estabilidad; 38 cruzas (19 líneas x 2 probadores), tres localidades, característica rendimiento. Línea AN-119-1 (E).

Fuentes de variación			g.l.	C.M.
Cruzas (C)			37	4.089*
Localidades (L)			76 2	9.832**
C x L			74	4.722**
Total			113	
L (Lineal)			1	630.730
C x L (Lineal)			37	0.932NS
Desviación conjunta			38	2.158**
D <sub>1</sub>	Cruza	1	1	4.682**
D <sub>2</sub>	"	2	1	0.195
D <sub>2</sub>	"	3	1	1.640
D <sub>2</sub>	"	4	1	2.642
D <sub>2</sub>	"	5	1	0.224
D <sub>2</sub>	"	6	1	0.233
D <sub>2</sub>	"	7	1	4.580*
D <sub>3</sub>	"	8	1	0.089
D <sub>4</sub>	"	9	1	4.710**
D <sub>4</sub>	"	10	1	1.428
D <sub>4</sub>	"	11	1	1.817
D <sub>4</sub>	"	12	1	3.517*
D <sub>4</sub>	"	13	1	0.171
D <sub>4</sub>	"	14	1	11.678**
D <sub>4</sub>	"	15	1	0.010
D <sub>4</sub>	"	16	1	2.410
D <sub>4</sub>	"	17	1	0.099
D <sub>4</sub>	"	18	1	1.212
D <sub>5</sub>	"	46	1	0.003
D <sub>1</sub>	"	57	1	0.084
D <sub>2</sub>	"	84	1	4.539*
D <sub>2</sub>	"	85	1	2.027
D <sub>2</sub>	"	86	1	1.252
D <sub>2</sub>	"	87	1	1.381

Tabla 9.10A..... continuación

Fuentes de variación			g.l.	C.M.
Desviación conjunta				
D <sub>2</sub>	Cruza	88	1	0.059
D <sub>2</sub>	"	89	1	0.338
D <sub>3</sub>	"	111	1	0.689
D <sub>4</sub>	"	100	1	0.026
D <sub>4</sub>	"	101	1	1.573
D <sub>4</sub>	"	102	1	2.999*
D <sub>4</sub>	"	103	1	9.622**
D <sub>4</sub>	"	104	1	0.921
D <sub>4</sub>	"	105	1	0.387
D <sub>4</sub>	"	106	1	2.390
D <sub>4</sub>	"	107	1	4.058*
D <sub>4</sub>	"	108	1	0.327
D <sub>4</sub>	"	109	1	4.995**
D <sub>5</sub>	"	112	1	2.996*
Error conjunto			222	0.778

NS No significancia al 0.05 de probabilidad.

\*,\*\* Significancia al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente.

D<sub>1</sub>= 1.0 Bajío; D<sub>2</sub>= 0.75; D<sub>3</sub>= 0.50; D<sub>4</sub>= 0.25; D<sub>5</sub>= 0.0

Tabla 9.11A Estadísticos de parámetros de estabilidad y descripción de la situación de 46 cruzas de maíz en tres localidades. AN-32.

Dosis-probador-cruza			$\bar{X}$	b	S <sup>2</sup> d	Descripción (1)
1	1	1 (AN-76o)	6.148	0.971	2.640*	b
2	1	19	7.960	0.906	-0.698	a
2	1	20	6.497	0.994	0.888	a
2	1	21	10.178	1.129	2.868*	b
2	1	22	9.292	0.767	-0.694	a
2	1	33	8.731	0.952	2.488*	b
2	1	35	9.208	1.116	-0.657	a
2	1	38	9.404	1.085	0.669	a
2	1	40	8.186	0.898	-0.635	a
2	1	43	7.764	1.309	-0.680	a
2	1	44	7.978	0.680	3.107*	b
3	1	45 (AN-32)	9.893	1.300	3.477**	b
4	1	47	9.063	1.073	-0.699	a
4	1	48	10.162	1.603	0.628	a
4	1	49	9.394	1.246	0.111	a
4	1	50	10.364	1.682	-0.712	a
4	1	51	9.789	1.104	-0.689	a
4	1	52	10.833	1.094	0.913	a
4	1	53	8.653	1.004	-0.088	a
4	1	54	9.838	0.948	-0.814	a
4	1	55	10.036	1.302	-0.084	a
4	1	56	9.584	1.208	0.351	a
5	1	46 (ANH-85)	11.939	1.118	-0.767	a
1	2	57 (AN-76o)	8.688	1.001	-0.754	a
2	2	58	10.027	0.744	-0.767	a
2	2	59	9.843	1.336	-0.758	a
2	2	60	9.234	0.531	-0.718	a
2	2	61	9.287	1.207	-0.741	a
2	2	72	8.406	0.871*	-0.828	c
2	2	74	10.465	0.923	-0.632	a
2	2	79	9.961	0.915	0.197	a
2	2	82	8.727	1.156	-0.470	a

Tabla 9.11A..... continuación

Dosis-probador-cruza			$\bar{X}$	b	$S^2d$	Descripción (1)
2	2	83	9.341	1.065	4.844**	b
3	2	110 (AN-32)	9.078	1.247	0.771	a
4	2	90	9.314	0.543	1.676	a
4	2	91	8.272	0.675	1.191	a
4	2	92	9.051	0.877	1.673	a
4	2	93	8.905	1.010	0.024	a
4	2	94	9.093	0.624	0.381	a
4	2	95	10.654	1.154	-0.566	a
4	2	96	6.860	0.334	11.189**	b
4	2	97	9.436	1.037	1.511	a
4	2	98	10.452	1.041	0.380	a
4	2	99	8.168	0.431	1.417	a
5	2	112 (ANH-85)	8.550	0.790	4.305**	b

\*,\*\* Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente.

(1) Clasificación según Carballo y Márquez (1970).

$\bar{X}$  = media de rendimiento; b = coeficiente de regresión;  
 $S^2d$  = desviación de regresión.

$D_1 = 1.0$  Bajío;  $D_2 = 0.75$ ;  $D_3 = 0.50$ ;  $D_4 = 0.25$ ;  $D_5 = 0.0$

Tabla 9.12A Estadísticos de parámetros de estabilidad y descripción de la situación de 38 cruza de maíz en tres localidades. AN-119-1 (E).

Dosis - cruza		$\bar{X}$	b	$S^2d$	Descripción (1)
D <sub>1</sub>	1	6.054	1.104	3.904**	b
D <sub>2</sub>	2	8.758	1.138	-0.583	a
D <sub>2</sub>	3	8.138	1.275	0.863	a
D <sub>2</sub>	4	7.872	1.266	1.865	a
D <sub>2</sub>	5	7.674	1.102	-0.554	a
D <sub>2</sub>	6	6.941	0.919	-0.545	a
D <sub>2</sub>	7	7.944	1.025	3.802*	b
D <sub>3</sub>	8	9.610	1.070	-0.689	a
D <sub>4</sub>	9	9.611	1.178	3.932**	b
D <sub>4</sub>	10	9.780	0.834	0.651	a
D <sub>4</sub>	11	9.071	0.836	1.039	a
D <sub>4</sub>	12	8.762	0.894	2.740*	b
D <sub>4</sub>	13	9.405	1.467	-0.607	a
D <sub>4</sub>	14	9.655	1.109	10.900**	b
D <sub>4</sub>	15	9.679	1.159	-0.768	a
D <sub>4</sub>	16	9.510	0.752	1.632	a
D <sub>4</sub>	17	8.411	1.246	-0.679	a
D <sub>4</sub>	18	8.491	1.132	0.435	a
D <sub>5</sub>	46	11.704	1.139*	-0.777	e
D <sub>1</sub>	57	8.393	1.045	-0.694	a
D <sub>2</sub>	84	9.970	0.789	3.762*	b
D <sub>2</sub>	85	8.717	0.653	1.250	a
D <sub>2</sub>	86	8.926	1.094	0.475	a
D <sub>2</sub>	87	9.410	0.828	0.603	a
D <sub>2</sub>	88	8.317	0.961	-0.719	a
D <sub>2</sub>	89	9.193	0.529	-0.440	a
D <sub>3</sub>	111	10.934	1.284	-0.089	a
D <sub>4</sub>	100	10.220	0.972	-0.751	a
D <sub>4</sub>	101	10.463	1.425	0.795	a
D <sub>4</sub>	102	10.067	0.988	2.221	a
D <sub>4</sub>	103	11.390	0.866	8.844**	b

Tabla 9.12A..... continuación

Dosis - cruza		$\bar{X}$	b	$S^2d$	Descripción (1)
D <sub>4</sub>	104	9.895	1.360	0.143	a
D <sub>4</sub>	105	9.984	0.582	-0.391	a
D <sub>4</sub>	106	11.012	0.956	1.613	a
D <sub>4</sub>	107	10.115	0.661	3.280*	b
D <sub>4</sub>	108	9.671	1.031	-0.450	a
D <sub>4</sub>	109	9.236	0.590	4.217**	b
D <sub>5</sub>	112	8.391	0.740	2.219	a

\*, \*\* Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente.

(1) Clasificación según Carballo y Márquez (1970).

$\bar{X}$  = media de rendimiento; b = coeficiente de regresión;  
 $S^2d$  = desviación de regresión.

D<sub>1</sub> = 1.0 Bajío; D<sub>2</sub> = 0.75; D<sub>3</sub> = 0.50; D<sub>4</sub> = 0.25; D<sub>5</sub> = 0.0