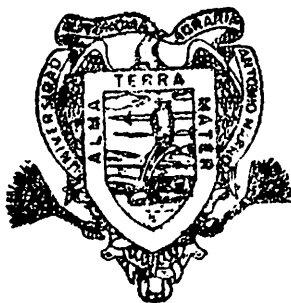


ESTABILIDAD DE RENDIMIENTO DE GRANO Y SUS  
COMPONENTES EN TRITICALE (X. Triticoseccle  
Wittmack) EN DIFERENTES AMBIENTES DEL NORTE  
DE MEXICO.

MA. DE LOS ANGELES LARA ALVARADO

T E S I S

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



Universidad Autónoma Agraria  
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

JUNIO DE 1990

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

MAESTRO EN CIENCIAS EN  
FITOMEJORAMIENTO



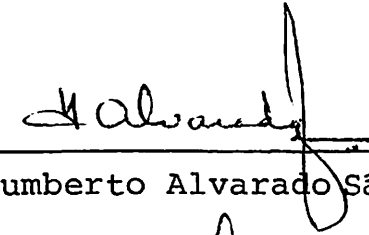
BIBLIOTECA  
EGIDIO G. REBONATO  
BANCO DE TESIS  
U.A.A.A.N.

COMITE PARTICULAR

Asesor Principal:

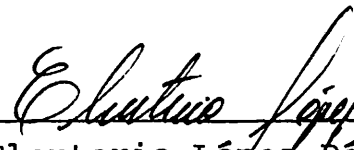
  
M.C. Alejandro Javier Lozano del Río

Asesor:

  
M.C. Humberto Alvarado Sánchez

Asesor:

  
M.C. Emilio Padrón Corral

  
Dr. Eleuterio López Pérez  
Subdirector de Asuntos de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Junio de 1990.

## DEDICATORIA

Con mucho cariño y respeto a mis Padres:

Sr. Macario Lara Ruíz  
Sra. Paula Alvarado de Lara

Por la paciencia, dedicación y apoyo que me han brindado  
para la terminación de mis estudios de Postgrado

A mis Hermanos:

Julieta  
Adalberto  
Macario  
Paula  
María del Carmen  
Genoveva  
Rosa María  
José Jaime  
Norma Leticia

Quienes con su cariño y unión me estimularon a continuar  
con mis estudios

A mis cuñados y sobrinos

Por el gran cariño que aportan a la familia.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente al Biol. M.C. Alejandro Javier Lozano Del Río, por el gran apoyo brindado desde el inicio al término de mis estudios de postgrado, así como la gran experiencia que me permitió obtener dentro del Programa de Cereales.

Mi agradecimiento al Lic. en Estadística Emilio Padrón Corral, por permitirme aprender los aspectos estadísticos aplicables a la agronomía.

Al Ing. Humberto Alvarado Sánchez, por su valiosa colaboración en mi formación académica y culminación de este trabajo.

A la U.A.A.A.N., por facilitar la infraestructura y personal adecuado para lograr mi objetivo: "Grado de Maestro en Ciencias en Fitomejoramiento".

Al CONACYT, por su gran ayuda económica, la cual me permitió concluir con satisfacción mis estudios de Postgrado.

Al personal de Postgrado, por su gran apoyo desinteresado en la revisión de tesis, en especial a Ana Elizabeth.

Mi sincero agradecimiento a los Señores: Modesto, Víctor, Jesús, Margarito, José, Juan, Rubén y Matty, y demás personal del Programa de Cereales, que incondicionalmente hicieron posible la realización de este trabajo.

Al Sr. Amado Casillas Pérez, María de la Luz Martínez, María de la Paz Hinojosa, Hipólita de Santiago, Ramón Ramírez y Francisca Ramírez, por el apoyo y estímulo brindado durante mis estudios.

A todos aquellos que de una u otra manera me brindaron su apoyo.

Mil gracias y que Dios los bendiga.

## COMPENDIO

Estabilidad de rendimiento de grano y sus componentes en Triticale (X. triticosecale Wittmack) en diferentes ambientes del Norte de México

POR

MA. DE LOS ANGELES LARA ALVARADO

MAESTRIA

FITOMEJORAMIENTO

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. JUNIO DE 1990.

M.C. Alejandro Javier Lozano del Rio - Asesor -

Palabras clave: Triticale, estabilidad, interacción genotipo-ambiente, rendimiento, componentes de rendimiento.

En el presente estudio se evaluaron siete genotipos de Triticale en varios ambientes del Norte de México, con el objetivo de conocer su comportamiento con respecto a su adaptación y sensibilidad a los cambios ambientales, estimando la interacción genotipo - ambiente en este cultivo.

El análisis de varianza y estimación de parámetros de estabilidad identificaron a la variedad Panche 7287 como la de mayor estabilidad en rendimiento y sus componentes, no rechazándose la hipótesis nula ( $H_0$ ) planteada al principio,

la cual establece que dentro del grupo de genotipos de Triti-cale algunos poseen la condición de estabilidad.

El mismo análisis identificó a la variedad BGL-CIN x MUS"S" como la que mostró mayor rendimiento relativo a través de todos los ambientes, pero presentando la desventaja de ser inconsistente, sin embargo, en la expresión de sus componentes ocurre lo contrario. Por otro lado, se encontró que la variedad Stier"S" fue la que mostró superioridad en cuanto a rendimiento y sus componentes, ya que los cambios ambientales no influyeron para alterar significativamente la expresión de los mismos, mostrando estabilidad en los caracteres de mayor importancia, a excepción del componente número de espiguillas/espiga.

Estas dos variedades sobresalieron al haber superado al testigo comercial Eronga 83 en rendimiento y la mayoría de sus componentes.

ABSTRACT

Stability of grain yield and its components in Triticale  
(X. Triticosecale Wittmack) in different environments of  
Northern Mexico'

By

MA. DE LOS ANGELES LARA ALVARADO

MASTER OF SCIENCE

PLANT BREEDING

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. JUNE, 1990.

M.C. Alejandro Javier Lozano Del Rio - Adviser -

Key words: Triticale, stability, genotype-environment -  
interaction, yielding, yielding components.

In this study seven triticale genotypes were evaluated in several environments of Northern Mexico, with the objective to know its behaviour with respect to its adaptation and sensibility to environmental changes, estimating the genotype - environment interaction in this -  
cultive.

The variance analysis and estimation of stability - parameters identified to Panche 7287 variety as the higher - stability in yield and its components, outlined that nule hypothesis (Ho) planed initially, is not challenge, which

established that inside the triticales genotype group, some hold the stability condition.

Same analysis identified to BGL-CIN x MUS"S" -  
variety as showed higher yielding related through all -  
environments, but presenting the disadvantage that is -  
inconsistent; however, in the expression of its components  
occur the contrary. In other hand, was finded that Stier"s"  
variety showed superiority in yielding and its evaluated -  
components, since the environmental changes not influence -  
to alterate significativelly the expression of same, showing  
stability in the characters of high importance, to exception  
of number of spiky/spike component.

These two varieties stand out when have superated to  
comercial witness Eronga 83, in yielding and the majority  
of its components.



# INDICE DE CONTENIDO

	PAGINA
INDICE DE FIGURAS .....	xi
INDICE DE CUADROS.....	xiv
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	2
CONCEPTOS BASICOS.....	3
INTERACCION GENOTIPO AMBIENTE.....	3
INTERACCION GENOTIPO AMBIENTE Y ESTABILIDAD DE RENDIMIENTO EN ALGUNOS CEREALES...	13
MATERIALES Y METODOS.....	22
MATERIAL GENETICO .....	22
AMBIENTES.....	22
NAVIDAD, NUEVO LEON.....	25
EMILIANO ZAPATA, COAHUILA .....	25
SAN ISIDRO DE GOMEZ, COAHUILA....	28
ZARAGOZA, COAHUILA.....	28
DISEÑO EXPERIMENTAL.....	31
ESTABLECIMIENTO Y PRACTICAS DE CULTIVO...	31
VARIABLES REGISTRADAS.....	35
ANALISIS ESTADISTICO.....	36
ANALISIS DE VARIANZA INDIVIDUAL..	36
ANALISIS DE VARIANZA COMBINADO...	37
ANALISIS DE VARIANZA PARA ESTIMAR PARAMETROS DE ESTABILIDAD.....	41

	PAGINA
RESULTADOS Y DISCUSION.....	46
ANALISIS DE VARIANZA INDIVIDUALES.....	46
RENDIMIENTO DE GRANO.....	46
LONGITUD DE ESPIGA.....	48
NUMERO DE ESPIGUILLAS/ESPIGA...	48
NUMERO DE GRANOS/ESPIGA.....	51
PESO DE 1000 GRANOS.....	51
PESO HECTOLITRICO.....	51
ANALISIS DE VARIANZA COMBINADOS.....	55
PRUEBA DE COMPARACION DE MEDIAS.....	55
RENDIMIENTO.....	55
LONGITUD DE ESPIGA.....	58
NUMERO DE ESPIGUILLAS/ESPIGA...	60
NUMERO DE GRANOS/ESPIGA.....	65
PESO DE 1000 GRANOS.....	68
PESO HECTOLITRICO.....	71
ESTABILIDAD.....	74
RENDIMIENTO DE GRANO.....	74
LONGITUD DE ESPIGA.....	77
NUMERO DE ESPIGUILLAS/ESPIGA...	82
NUMERO DE GRANOS POR ESPIGA....	86
PESO DE 1000 GRANOS.....	92
PESO HECTOLITRICO.....	92
CONCLUSIONES.....	104
RESUMEN.....	106
LITERATURA CITADA.....	107

## INDICE DE FIGURAS

NUMERO		PAGINA
3.1.	UBICACION GEOGRAFICA DE LAS LOCALIDADES DE EVALUACION DE 7 GENOTIPOS DE TRITICALE....	24
3.2.	TEMPERATURA Y PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES REGISTRADAS EN EL CAMPO AGRICOLA EXPERIMENTAL DE LA U.A.A.A.N., UBICADO EN EL EJIDO NAVIDAD, MUNICIPIO DE GALEANA, N.L..	26
3.3.	TEMPERATURAS Y PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES REGISTRADAS EN EL CAMPO AGRICOLA EXPERIMENTAL DE LA U.A.A.A.N., UBICADO EN EL EJIDO NAVIDAD, MUNICIPIO DE GALEANA, N.L..	27
3.4.	TEMPERATURAS Y PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES REGISTRADAS EN EL CAMPO AGRICOLA EXPERIMENTAL DE LA SIERRA DE ARTEAGA, COAH.-(CAESIÁ).....	29
3.5.	TEMPERATURAS Y PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES REGISTRADAS EN EL EJIDO SAN ISIDRO DE GOMEZ, MUNICIPIO DE SALTILLO, COAHUILA.	30
3.6.	TEMPERATURA Y PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES REGISTRADAS EN EL CAMPO AGRICOLA EXPERIMENTAL DE ZARAGOZA, COAH. CAEZAR.....	33
4.1.	LINEAS DE REGRESION PARA RENDIMIENTO DE SETE GENOTIPOS DE TRITICALE EVALUADOS EN SIETE AMBIENTES DEL NORTE DE MEXICO.....	78

4.2.	LINEAS DE REGRESION PARA RENDIMIENTO DE CUATRO GENOTIPOS DE TRITICALE EVALUADOS EN SIETE AMBIENTES DEL NORTE DE MEXICO.....	79
4.3.	LINEAS DE REGRESION PARA LONGITUD DE ESPIGA DE TRES GENOTIPOS DE TRITICALE EVALUADOS EN SIETE AMBIENTES DEL NORTE DE MEXICO.....	83
4.4.	LINEAS DE REGRESION PARA LONGITUD DE ESPIGA DE CUATRO GENOTIPOS DE TRITICALE EVALUADOS EN SIETE AMBIENTES DEL NORTE DE MEXICO.....	84
4.5.	LINEAS DE REGRESION PARA EL NUMERO DE ESPIGUILLAS/ESPIGA DE TRES GENOTIPOS DE TRITICALE EVALUADOS EN SIETE AMBIENTES DEL NORTE DE MEXICO.....	88
4.6.	LINEAS DE REGRESION PARA EL NUMERO DE ESPIGUILLAS/ESPIGA DE CUATRO GENOTIPOS DE TRITICALE EVALUADOS EN SIETE AMBIENTES DEL NORTE DE MEXICO.....	89
4.7.	LINEAS DE REGRESION PARA EL NUMERO DE GRANOS/ESPIGA DE TRES GENOTIPOS DE TRITICALE EVALUADOS EN SIETE AMBIENTES DEL NORTE DE MEXICO.....	93
4.8.	LINEAS DE REGRESION PARA EL NUMERO DE GRANOS/ESPIGA DE CUATRO GENOTIPOS DE TRITICALE EVALUADOS EN SIETE AMBIENTES DEL NORTE DE MEXICO.....	94
4.9.	LINEAS DE REGRESION PARA EL PESO DE 1000 GRANOS DE TRES GENOTIPOS DE TRITICALE EVALUADOS EN SIETE AMBIENTES DEL NORTE DE MEXICO.....	97

4.10. LINEAS DE REGRESION PARA EL PESO DE 1000 -  
 GRANOS DE CUATRO GENOTIPOS DE TRITICALE EVA  
 LUADOS EN SIETE AMBIENTES DEL NORTE DE MEXI  
 CO..... 98

4.11. LINEAS DE REGRESION PARA EL PESO HECTOLITRI-  
 CO DE TRES GENOTIPOS DE TRITICALE EVALUADOS  
 EN SIETE AMBIENTES DEL NORTE DE MEXICO..... 102

4.12. LINEAS DE REGRESION PARA EL PESO HECTOLITRI-  
 CO DE CUATRO GENOTIPOS DE TRITICALE EVALUA-  
 DOS EN SIETE AMBIENTES DEL NORTE DE MEXICO. 103

## INDICE DE CUADROS

NUMERO		PAGINA
3.1.	MATERIAL GENETICO EVALUADÓ EN SIETE AMBIENTES DE PRUEBA PARA LA DETERMINACION DE ESTABILIDAD DE RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES.....	23
3.2.	CARACTERISTICAS DE LOS AMBIENTES DE PRUEBA PARA LA ESTIMACION DE ESTABILIDAD DE RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES EN SIETE - GENOTIPOS DE TRITICALE.....	32
3.3.	FECHA DE SIEMBRA Y FORMULA DE FERTILIZACION EN LOS DIFERENTES AMBIENTES DE PRUEBA.....	34
3.4.	ANALISIS DE VARIANZA INDIVIDUAL PARA DETECTAR LAS DIFERENCIAS ENTRE VARIEDADES PARA CADA UNO DE LOS AMBIENTES CONSIDERADOS.....	38
3.5.	ANALISIS DE VARIANZA COMBINADO, PARA EL MODELO CON AMBIENTES AL AZAR Y VARIEDADES FIJAS.....	40
3.6.	ANALISIS DE VARIANZA PARA ESTIMAR LOS - PARAMETROS DE ESTABILIDAD (EBERHART Y - RUSSELL, 1966).....	43
3.7.	SITUACIONES QUE DEFINEN EL COMPORTAMIENTO DE UNA VARIEDAD AL PROBARSE EN DIFERENTES AMBIENTES (CARBALLO, 1970).....	45

NUMERO		PAGINA
4.1.	RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO EN LOS SIETE AMBIENTES.	47
4.2.	RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE VARIANZA - PARA LONGITUD DE ESPIGA EN LOS SIETE AM- BIENTES.....	49
4.3.	RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE VARIANZA - PARA NUMERO DE ESPIGUILLAS/ESPIGA EN LOS SIETE AMBIENTES.....	50
4.4.	RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE VARIANZA - PARA NUMERO DE GRANOS/ESPIGA EN LOS SIE- TE AMBIENTES.....	52
4.5.	RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE VARIANZA PA RA PESO DE 1000 GRANOS EN LOS SIETE AM - BIENTES.....	53
4.6.	RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA PESO HECTOLITRICO EN LOS SIETE AMBIENTES.	54
4.7.	RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA COMBI NADO PARA RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES..	56
4.8.	COMPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO DE - SIETE GENOTIPOS DE TRITICALE, EVALUADOS - EN SIETE AMBIENTES DEL NORTE DE MEXICO...	57
4.9.	COMPARACION DE AMBIENTES CONSIDERANDO LA PRODUCCION MEDIA DE CADA LOCALIDAD PARA EL ANALISIS COMBINADO.....	59

NUMERO		PAGINA
4.10.	COMPARACION DE MEDIAS DEL COMPONENTE - LONGITUD DE ESPIGA DE SIETE GENOTIPOS DE TRITICALE EVALUADOS EN SIETE AMBIEN TES DEL NORTE DE MEXICO.....	61
4.11.	COMPARACION DE AMBIENTES, CONSIDERANDO LA MEDIA DE LONGITUD DE ESPIGA POR LO- CALIDAD.....	62
4.12.	COMPARACION DE MEDIAS DEL COMPONENTE - NUMERO DE ESPIGUILLAS/ESPIGA DE SIETE GENOTIPOS DE TRITICALE, EVALUADOS EN - SIETE AMBIENTES DEL NORTE DE MEXICO...	63
4.13.	COMPARACION MEDIA DE AMBIENTES, CONSI- DERANDO LA MEDIA DEL NUMERO DE ESPI - GUILLAS/ESPIGA POR AMBIENTE.....	64
4.14.	COMPARACION DE MEDIAS DEL NUMERO DE - GRANOS/ESPIGA DE SIETE GENOTIPOS DE - TRITICALE, EVALUADOS EN SIETE AMBIEN - TES DEL NORTE DE MEXICO.....	66
4.15.	COMPARACION MEDIA DE AMBIENTES DE GRA- NOS/ESPIGA EN CADA AMBIENTE.....	67
4.16.	COMPARACION DE MEDIAS DEL PESO DE 1000 GRANOS DE SIETE GENOTIPOS DE TRITICALE, EVALUADOS EN SIETE AMBIENTES DEL NORTE DE MEXICO.....	69
4.17.	COMPARACION MEDIA DE AMBIENTES DEL PESO DE 1000 GRANOS EN CADA AMBIENTE.....	70



NUMERO		PAGINA
4.18.	COMPARACION DE MEDIAS DE PESO HECTOLITRICO DE SIETE GENOTIPOS DE TRITICALE EVALUADOS EN SIETE AMBIENTES DEL NORTE DE MEXICO.....	72
4.19.	COMPARACION DE AMBIENTES, CONSIDERANDO LA MEDIA POR LOCALIDAD, EN EL COMPONENTE PESO HECTOLITRICO.....	73
4.20.	ANALISIS DE VARIANZA PARA ESTIMAR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD EN RENDIMIENTO (EBERHART Y RUSSELL, 1966).....	75
4.21.	VALOR MEDIO DE RENDIMIENTO Y PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE SIETE GENOTIPOS DE TRITICALE DEL PROGRAMA DE CEREALES DE LA UAAAN., EVALUADOS EN SIETE AMBIENTES DEL NORTE DE MEXICO.....	76
4.22.	ANALISIS DE VARIANZA PARA ESTIMAR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD EN LONGITUD DE ESPIGA (EBERHART Y RUSSELL, 1966).....	80
4.23	VALOR MEDIO DE LONGITUD DE ESPIGA Y PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE SIETE GENOTIPOS DE TRITICALE DEL PROGRAMA DE CEREALES DE LA U.A.A.A.N., EVALUADOS EN SIETE AMBIENTES DEL NORTE DE MEXICO.....	81
4.24.	ANALISIS DE VARIANZA PARA ESTIMAR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD EN NUMERO DE ESPIGUILLAS/ESPIGA (EBERHART Y RUSSELL, 1966).....	85
4.25.	VALOR MEDIO DEL NUMERO DE ESPIGUILLAS/ESPIGA Y PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE SIETE GENOTIPOS DE TRITICALE DEL PROGRAMA DE CEREALES DE LA UAAAN., EVALUADOS Y AMBIENTES DEL NORTE DE MEXICO.....	87

4.26.	ANALISIS DE VARIANZA PARA ESTIMAR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD PARA GRANOS/ESPIGA - (EBERHART Y RUSSELL, 1966).....	90
4.27.	VALOR MEDIO DE GRANOS/ESPIGA Y PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE SIETE GENOTIPOS DE TRITICALE DEL PROGRAMA DE CEREALES DE LA UAAAN., EVALUADOS EN SIETE AMBIENTES DEL NORTE DE MEXICO.....	91
4.28.	ANALISIS DE VARIANZA PARA ESTIMAR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD EN PESO DE 1000 GRANOS (EBERHART Y RUSSELL, 1966).....	95
4.29.	VALOR MEDIO DEL PESO DE 1000 GRANOS Y PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE SIETE GENOTIPOS DE TRITICALE DEL PROGRAMA DE CEREALES DE LA U.A.A.A.N., EVALUADOS EN SIETE AMBIENTES DEL NORTE DE MEXICO.....	96
4.30.	ANALISIS DE VARIANZA PARA ESTIMAR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD EN PESO HECTOLITRICO (EBERHART Y RUSSELL, 1966).....	99
4.31.	VALOR PROMEDIO DEL PESO HECTOLITRICO Y PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE SIETE GENOTIPOS DE TRITICALE DEL PROGRAMA DE CEREALES DE LA U.A.A.A.N., EVALUADOS EN SIETE AMBIENTES DEL NORTE DE MEXICO.....	101

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

El triticales (X. Triticosecale Wittmack) es un anfi-  
ploide formado a partir del cruzamiento entre el trigo y el  
centeno. Esta nueva especie es un cultivo relativamente re-  
ciente, sin embargo, en la actualidad, la superficie sembra-  
da mundialmente es de aproximadamente 1'500,000 ha y gradualmen-  
te deberá ser mayor, ya que posee un alto grado de adaptabi-  
lidad, característica que le permite mostrar un potencial  
de rendimiento mayor que el trigo y otros cereales en condi-  
ciones ambientales adversas.

En 1965 el Centro Internacional de Mejoramiento de  
Maíz y Trigo (CIMMYT) inició un programa en gran escala de  
mejoramiento del triticales, con el propósito de explotar su  
potencial genético y poder establecerlo como un cultivo co-  
mercial, tratando de desarrollar genotipos con amplia adapta-  
bilidad, lo cual se considera como una meta universal entre  
los investigadores; es por esto que desde hace más de 20  
años, se realizan esfuerzos importantes en el mejoramiento  
genético del triticales en México, principalmente para corre-  
gir la tendencia al acame, acortar el ciclo vegetativo, au-  
mentar su fertilidad y también mejorar el llenado y calidad  
industrial del grano.

De 1973 a la fecha se ha ejercido mayor énfasis en desarrollar métodos para evaluar el potencial de rendimiento y adaptabilidad de los genotipos en diferentes ambientes que permitan estimar las interacciones genotipo - ambiente y que han sido ampliamente difundidos a través de los programas donde se realiza selección.

En base a lo mencionado anteriormente, se planteó - el presente trabajo con el objetivo general de conocer la respuesta de siete genotipos de triticales en diferentes ambientes del Norte de México para identificar su comportamiento con respecto a su adaptación y sensibilidad a los cambios ambientales estimando la interacción genotipo - ambiente y - con los objetivos específicos de determinar la magnitud de - la varianza genotipo - ambiente relativa en los siete genotipos, así como examinar las implicaciones de la adaptación amplia y específica de variedades de triticales en el Norte de México, bajo la hipótesis de que dentro del grupo de genotipos de triticales algunos poseen la condición de estabilidad de rendimiento dentro de la gama de ambientes considerados en este estudio.

## CAPITULO II

### REVISION DE LITERATURA

#### Conceptos Básicos

En todos los programas de mejoramiento de plantas, existen muchos genotipos con potencialidad, los cuales son evaluados en diferentes ambientes (localidades y años), antes de seleccionar a los deseables por sus características cuantitativas por ejemplo: rendimiento, el comportamiento relativo de diferentes genotipos varía de un ambiente a otro, o sea que existe interacción genético ambiental.

#### Interacción Genotipo-Ambiente

Falconer (1960) define el concepto de interacción genotipo - ambiente como un punto de partida de los efectos - significantes lineales e independientes genotípico y ambiental, asumiendo que cada factor contribuye un efecto del genotipo.

Este tipo de interacción estadística resulta a causa del cambio en el orden relativo de los genotipos, o cambio - en la magnitud de la diferencia entre ellos de un ambiente - a otro. Este cambio en el orden relativo, hace difícil para

un mejorador decidir cuáles de los genotipos deben ser seleccionados. El avance de selección también se reduce a causa del efecto de la interacción genético ambiental.

La estabilidad de rendimiento se ha definido por lo general como la aptitud de un genotipo para evitar fluctuaciones substanciales en rendimiento sobre un rango de ambientes, lo cual es un objetivo no muy fácil de lograr. Las causas de inestabilidad de rendimiento, algunas veces no son muy claras y los mecanismos fenotípicos los que imparten estabilidad son diversos. Asimismo, hay una cantidad considerable de evidencias que favorecen la idea de que la estabilidad y la adaptación están correlacionadas y sugiere que la condición donde hay ausencia de plasticidad se incluye el término estabilidad (Comstock y Moll, 1963).

Según Bradshaw (1965), plasticidad es la expresión del genotipo que es alterada por influencias ambientales y sugiere que la plasticidad morfológica y fisiológica están estrechamente relacionadas. La estabilidad de comportamiento desde el punto de vista de los mejoradores, puede deberse a la estabilidad intrínseca de la especie y a la plasticidad de los componentes del rendimiento final.

Por lo general los mecanismos de estabilidad se pueden agrupar en cuatro categorías:

1. heterogeneidad genética
2. compensación entre componentes de rendimiento
3. tolerancia a sequía
4. capacidad de recuperación de estrés

Tolerancia a los suelos problemáticos y resistencia de las enfermedades y plagas, son ejemplos de tolerancia a estrés que aumentan la estabilidad (Mahadeuappa et al., 1979; Webster, 1972).

Márquez (1974) reporta que la interacción genotipo x ambiente no es sino el comportamiento relativo diferencial que exhiben los genotipos cuando se les somete a diferentes medios ambientales, por lo que define a la estabilidad como una condición intrínseca (genética) de los individuos de una población homogénea determinada, por la constitución genética de los individuos que la integran y su interacción entre éstos.

Investigaciones realizadas con arroz, indicaron que donde existen problemas de sequía periódica, ambos, la resistencia a sequía y la capacidad para recuperarse de la misma, son necesarios para la estabilidad de rendimiento (International Rice Research Institute (IRRI) 1977). El efecto de un estrés particular puede depender del genotipo y la etapa de crecimiento de la planta.

Hasta ahora se han desarrollado varios procedimientos estadísticos para medir la adaptabilidad; todos los métodos intentan analizar el grado de respuesta diferencial de los genotipos a diversos ambientes o, en otras palabras, la interacción entre éstos. Estos métodos se pueden clasificar principalmente en tres grupos:

1. Análisis de regresión. Este fue propuesto por primera vez por Yates y Cochran (1938); más tarde fue ampliado por Finlay y Wilkinson (1963).

Ellos usaron el principio de regresión logarítmica - lineal del rendimiento varietal contra el rendimiento promedio por localidad. La pendiente de regresión varietal fue el criterio de la estabilidad del comportamiento de diversos ambientes.

Eberhart y Russell (1966), refinaron este procedimiento, ellos propusieron un modelo de regresión en donde el cuadrado medio de la desviación de regresión del rendimiento varietal sobre el rendimiento promedio por localidad (índice ambiental), se puede utilizar como el índice de estabilidad, siempre y cuando en las regresiones se utilicen datos de las repeticiones en lugar de los promedios varietales. En este caso, el índice de estabilidad es una medida de la misma estabilidad espacial, puesto que mide la desviación de las repeticiones en forma individual de las líneas de regresión; esta técnica presenta la partición de la interacción genética ambiental de cada genotipo en dos partes:

- a. la porción de la interacción genético - ambiental debida a la respuesta del comportamiento del genotipo en ambientes de distintos niveles de productividad
- b. la porción debida a las desviaciones de regresión, la cual no es explicada

Hill (1975) sugirió que la principal ventaja de estudiar las técnicas de regresión en la interacción genético - ambiental es la capacidad de reducir interacciones complejas



en una serie ordenada de respuestas lineales. Campbell y Lafever (1980) mencionaron que las técnicas de regresión son útiles en caracterizar genotipos con respecto a sus rangos de adaptación y en identificar cualesquier comportamiento poco común en localidades específicas. Otros investigadores que han utilizado los métodos de regresión con algunas modificaciones son: Freeman (1973) y otros.

Otro de los parámetros utilizados para medir la respuesta de las variedades es el coeficiente de determinación ( $r^2$ ). Pinthus (1973), al describir las diferencias genotípicas en rendimiento entre líneas avanzadas y variedades, propuso el uso del coeficiente de determinación, el cual indica la proporción de las variaciones en rendimiento que son debidas a la regresión lineal.

2. Análisis de dominancia estocástica. Anderson (1974) discutió las bases teóricas para la utilización de la dominancia estocástica en la evaluación de los resultados de la experimentación agrícola. En este caso el método se puede utilizar para evaluar las introducciones que sean estocásticamente eficientes o eficientes al riego, basándose en una serie de reglas de dominancia aplicadas a funciones acumulativas de probabilidad para cada introducción con respecto al rendimiento (por repetición); describió tres grados de dominancia.

3. Análisis combinado de varianza. Plaisted (1960) descubrió un método mediante el cual se puede calcular "el grado de dependencia" de un material en particular en una

serie de ensayos varietales; el método incluye la estimación de la contribución varietal en la interacción variedad por localidad en su análisis combinado de varianzas combinado (ANVA) de todas las localidades. Amézquita y Muñoz (1979), usaron este método en el Centro de Investigación en Agricultura Tropical en el mismo, cada variedad se somete secuencialmente al ANVA combinado y se obtiene un estimativo de la contribución varietal a la interacción variedad por localidad (CI), al CI de cada variedad se le aplica una prueba de significancia utilizando la de F. En base a la contribución varietal a la interacción será una medida del grado de dependencia de cada material con relación al grupo.

En papa, Plaisted y Peterson (1959) utilizaron el método estadístico de análisis de varianzas combinado para todas las combinaciones posibles de pares de variedades de un año y concluyeron que existía diferencia entre variedades en cuanto a su habilidad para producir; sin embargo, la aplicación de este método es demasiado tedioso, dado que se necesita realizar un análisis de varianzas para cada par de materiales.

Miller et al. (1959) en estudios realizados en algodón, observaron que la interacción de segundo orden (variedad por localidad por año) para rendimiento fue significativa, aún cuando las interacciones de primer orden (variedad por año y variedad por localidad) no lo fueron. Aparentemente, ni localidades ni años tuvieron efecto consistente sobre la respuesta de las diferentes variedades.

Palomo y Prado (1975), utilizando siete variedades y cuatro ambientes con diferentes grados de infestación de *Verticillium*, concluyeron que la variedad Acala 570110 tiene mejores características de adaptación y mayor rendimiento en los diferentes ambientes. También encontraron que las variedades Deltaphine 16 Coker 310 estaban condicionadas a los suelos con mayor grado de infestación, por lo que tuvieron una respuesta inestable en rendimiento.

Alanís (1966) adaptó un patrón para calcular los valores de  $B_i$  por medios de regresión, la diferencia entre ellos contra la media ambiental, menos la media total, los cuales proporcionan una solución perfectamente logarítmica al problema; dependiendo la validez del análisis de regresión, principalmente de la suposición en que los errores unidos a los coeficientes de regresión individual sean homogéneos, provocando el fracaso de la misma, problemas relacionados con la estabilidad de respuesta, la cual hace difícil su interpretación.

Las interacciones genotipo - ambiente en un análisis de varianza pueden ser causadas por un gran número de razones: a) las diferencias entre las varianzas ambientales para cada genotipo; b) diferencias en el manejo de los ambientes para cada genotipo. Empleando un análisis multivariado adicional, los grupos pueden ser formados de acuerdo al valor medio y varianzas usadas simultáneamente para decidir la homogeneidad de un grupo (Lefkovitch, 1985).

Wricke (1962, 1964), propuso un análisis donde la contribución de un genotipo a la suma de cuadrados de la interacción en un análisis de varianza de doble entrada (genotipos y ambientes) se usa como un indicador de su inestabilidad. El método consiste en asignar un índice a cada genotipo en base a sus desviaciones de regresión de la unidad; además, estima y define a la descomposición de la interacción genotipo - ambiente como "ecovalencia" (parámetros que miden la estabilidad) y determina que los genotipos que contribuyeron más a la suma de cuadrados GE presentan mayor interacción, por lo que serán menos estables.

Los estudios de regresión se han realizado en especies forrajeras perennes, los que incluyen orchard grass (Dactylis glomerata L.) (Hill y Samuel, 1971); small brome grass (Bromus inermis Leyss) (Tan et al., 1979); tall fescue (Festuca arundanaceae Sehreb) (Nguyen et al., 1980), más recientemente, Gray (1982), estudió la interacción genética ambiental y analizó para estabilidad de rendimiento de forraje en clones de Orchard grass (Dactylis glomerata L.), ambos coeficientes de determinación ( $r^2$ ) e índice de estabilidad de covalencia (W) variaron en clones dentro de cada experimento, lo que indicó diferencias marcadas en estabilidad entre clones sobre ambientes. Dada la predominancia de la interacción genético - ambiental, la utilización de índices de respuesta dió información adicional, lo que permitió hacer comparaciones más efectivas para rendimiento y adaptación.

Shukla (1972) menciona que la naturaleza de las interacciones genotipo - ambiente y la consistencia de la formación de variedades fueron investigadas usando la varianza de estabilidad, siendo esta la esperanza de un mejor entendimiento de las interacciones genotipo x ambiente en oleaginosas, reportando así sus objetivos, los cuales fueron:

- a. estimar las diferentes varianzas de la interacción genotipo - ambiente
- b. determinar los efectos de interacción genotipo - ambiente, sobre el error estandar de variedades de oleaginosas.

Kaṃbal y Mahmoud (1978) en sus trabajos con sorgo - observaron que la interacción variedad por año fue pequeña y no significativa, mientras que las de variedad por localidad y variedad por localidad por año lo fueron altamente significativas; con las evidencias presentadas sugirieron que los años de prueba pueden reducirse incrementándose las localidades.

Tai et al. (1982) estimaron la interacción cultivar por ambiente y evaluaron los cultivares por su estabilidad fenotípica por medio del coeficiente de regresión (b) y el cuadrado medio de las desviaciones de regresión ( $S^2_d$ ). Las estimaciones de los componentes de varianza para cultivares, cultivares por localidad y cultivares por año, fueron significativamente diferentes a cero. El análisis de regresión - demostró diferencias significativas en estabilidad entre cultivares.

Lin et al. (1986) mencionan que un incremento concierne con la importancia homeostática de los organismos estimulada por los fitomejoradores que ven la necesidad de desarrollar genotipos que amortiguen las condiciones ambientales. Por lo que aclaran la aparente confusión presente en la diversidad de estadísticos que miden la estabilidad y la relación de éstos con el agrupamiento de genotipos que tienen una respuesta similar a los ambientes y donde estos grupos demuestran tres conceptos de estabilidad de genotipos relacionados, los cuales son:

- a. cuando la varianza entre ambientes es pequeña, un genotipo se considera estable.
- b. si la respuesta a los ambientes es paralela a la media de respuesta de todos los genotipos en el experimento,
- c. si el cuadrado medio del error del modelo de regresión sobre el índice ambiental es pequeño.

Faris et al. (1981) en estudios con 10 selecciones de sorgo forrajero encontraron interacciones genéticas ambientales altamente significativas; sin embargo, observaron variación lineal, utilizaron datos transformados a escala logarítmica, dando éstos un mejor ajuste a las líneas de regresión. Los resultados indicaron una mejor interpretación de datos al ser transformados a la mencionada escala; concluyeron que los parámetros de estabilidad deben tomarse en cuenta en la selección de cultivares de alto rendimiento.

Más recientemente, Heinrich et al. (1983) reportaron que los híbridos de sorgo difieren en su capacidad de rendimiento en los ambientes; en este estudio los híbridos con mayor estabilidad mantuvieron a un nivel relativamente alto - los caracteres de espigas por metro cuadrado, semillas por espiga y peso de grano en medios ambientes adversos. Para el caso de genotipos estables, la tolerancia a condiciones de estrés y el mantenimiento de los componentes de rendimiento a un buen nivel, parecen ser más importantes que el mecanismo compensatorio. Según ellos, el mejoramiento para más semillas por espiga y mayor peso de grano, sería más útil para desarrollar genotipos estables.

#### Interacción Genotipo - Ambiente y Estabilidad de Rendimiento en Algunos Cereales

Kibite et al. (1988) reportan que ocho genotipos de avena desarrollados en 27 localidades durante 1980, 1981, 1982, 1983 y 1984, fueron utilizados para estudiar las interacciones genotipo - ambiente y sus implicaciones en cultivos de avena probados y recomendados para Alberta. El estudio demostró que el número de localidades, años y repeticiones que fueron frecuentemente usadas en algunos de los ensayos de Alberta no fueron suficientes para detectar un 5 por ciento del rendimiento diferencial entre la cantidad contenida y los genotipos de prueba.

Según Pahlen (1974) al estudiar el rendimiento y estabilidad de mezclas de líneas isogénicas de cebada, menciona que la variedad Maltera Heda y cinco de sus mutantes, fueron usados para formar mezclas con seis niveles de variabilidad durante un período de cuatro años. Las mezclas tendieron a producir más altos rendimientos que el promedio de sus componentes, aunque ninguna mezcla fue mejor que el mejor componente. Las mezclas de tres y seis líneas fueron significativamente más estables que las mezclas de dos líneas que las de las líneas puras.

Johnson et al. (1968) mencionan que la adaptación general de 12 trigos duros de invierno (Triticum aestivum L.) fue estudiada a través de un análisis de regresión, donde los coeficientes de regresión lineal fueron computarizados sobre el rendimiento de cada genotipo, así como la producción media de cada ambiente en cada año, permitiendo el anterior análisis comparar la formación de genotipos predichos sobre un rango de ambientes.

Baker (1969) ilustra que los análisis de regresión son susceptibles solamente si una gran porción de la variación de la suma de cuadrados de la interacción genotipo - ambiente es atribuible a la heterogeneidad entre regresiones.

Varias alternativas estadísticas se aprovechan para analizar la interacción genotipo - ambiente determinada en un experimento de trigo, el cual fue diseñado para probar la habilidad de estos análisis que satisfactoriamente describen la contribución significativa donde el ambiente sólo



difiere en el factor estatus nitrógeno del suelo; donde el efecto general de la aplicación de nitrógeno sobre componentes de rendimiento fue un incremento en el número de espigas, número de grano/espiga y un descenso en peso de grano permaneciendo constante la segunda variable mencionada (Easton y Clements, 1973).

Bhatt y Derera (1975), desarrollaron un experimento en el cual establecieron tres grupos de trigo duro de primavera (Triticum aestivum L.), comparándolos con variedades comerciales y líneas mejoradas, las cuales fueron estudiadas en seis ambientes diferentes, para determinar las interacciones genotipo - ambiente y heredabilidad y correlaciones entre nueve factores de calidad en trigos, encontrando diferencia significativa para todas las características en estudio.

La heredabilidad de rendimiento/ha, en 25 genotipos desarrollados en varios sitios donde la interacción genotipo x ambiente fue poco significativa, pero encontrándose diferencias significativas en los parámetros de estabilidad (Bi coeficiente de regresión lineal de cada genotipo sobre el índice ambiental y  $S^2$  di las desviaciones de linealidad). La estabilidad de cada genotipo permaneció ligeramente constante a través de los años, ellos sugirieron que el desarrollo de unas cuantas variedades con adaptabilidad general sobre una gran escala; pero que es preferible usar variedades con adaptabilidad general sobre una gran escala, pero que es preferible usar variedades con adaptación específica en determinado ambiente (Borghetti et al., 1977).

Los datos obtenidos de variedades del Sur de Brasil en ensayos de líneas tardías y precoces establecidas de 1969 - 1971, indicaron que las interacciones genotipo - ambiente fueron de considerable importancia, aunque la selección de líneas siempre ha sido en base a diferencias entre las regiones fueron más evidentes en líneas precoces, ya que en las tardías existen similitudes morfológicas y fisiológicas que las primeras variedades de trigo desarrolladas en el altiplano del Río Grande y que pueden ser heredadas en un amplio grado de caracteres adaptados para esta área (Rosito, 1977).

Brennan y Byth (1979) al evaluar el rendimiento de genotipos de trigo de Queensland detectaron varianza en la interacción genotipo - ambiente, reportan que la utilidad de un modelo lineal explica que esta interacción fue examinada en 100 genotipos diferentes de trigo establecidos en nueve ambientes de prueba, incluyendo cuatro localidades y tres años del Suroeste de Queensland y mencionan que menos del 40 por ciento de la interacción se encontró en el modelo lineal que proporcionan una indicación general de la respuesta de los genotipos en los diferentes ambientes.

Ghaderi et al. (1980) experimentaron con 41 genotipos (siete variedades y 34 líneas mejoradas) de trigo de invierno (Triticum aestivum L.) los cuales fueron sembrados en ocho ambientes durante dos años. Los datos de peso fueron usados en grupos de acuerdo a sus efectos similares de interacción genotipo - ambiente a través de un análisis

multivariado. Los resultados indicaron que la cancelación de un ambiente del análisis de varianza resultó en un grupo donde la interacción genotipo - ambiente no fue significativa, siendo empleado tal análisis en la selección de sitios de prueba para generaciones tempranas y el desarrollo de genotipos con amplia y específica adaptabilidad, calculándose para cada genotipo los parámetros de estabilidad entre los que se encuentran la media, coeficiente de regresión y desviaciones de regresión.

Camacho (1981) evaluó en seis localidades del Norte de México un grupo de 39 genotipos de trigo (ocho mezclas, 25 líneas puras y seis testigos), y así estimar los parámetros de estabilidad varietal por medio del método de Eberhart y Russell (1966). Los resultados indicaron que las mezclas y sus componentes respondieron igual a los cambios ambientales y que la predicibilidad de una mezcla fue semejante a la de sus componentes. En general, observó que las mezclas más rendidoras estuvieron compuestas por las líneas que también presentaban altos rendimientos.

De Pauw et al. (1981), desarrollaron durante cuatro años en cinco localidades del Noroeste de Canadá, tres genotipos de trigo (Triticum aestivum L.), Avena (Avena sativa L.) y Cebada (Hordeum vulgare L.), los cuales tuvieron altas diferencias significativas entre los efectos medios y las interacciones. La interacción genotipo - ambiente de especies y genotipos fue bastante complicada, a tal grado que no pudo estimarse ninguno de los estadísticos (estabilidad de varianzas o coeficientes de regresión). Sin embargo, la

variabilidad en un período libre de heladas entre años y localidades contribuyó a la interacción genotipo - ambiente, porque algunos genotipos rindieron bien. Un ejemplo de ello, lo es Pitic 62, sólo en aquellos ambientes con un período - relativamente libre de heladas, mientras que otras con maduración precoz (Olli), se desarrollaron bien en un ambiente con un período corto de heladas.

Borojevic y Williams (1982) reportan que las interacciones genotipo x ambiente que caracterizan la fuente de los parámetros y los efectos sobre el rendimiento del grano de tres genotipos diferentes de trigo (Triticum aestivum). Sava, Bezostaia y Bankut, fueron estudiados durante un período de más de 15 años (años donde los cuadrados medios del número de espigas/m<sup>2</sup>), debida a la interacción genotipo x año fue mayor que el cuadrado medio de años o genotipos en forma individual, señalando que la variedad Bezostaia demostró la mayor estabilidad en rendimiento, pero Sava dió los más altos rendimientos en todos los años.

Carver et al. (1987) condujo un estudio para comparar las respuestas de rendimiento de un híbrido y líneas puras a través de un rango de ambientes, donde se aplicó una regresión y un análisis multivariado para obtener datos de cuatro ensayos de trigo de invierno, donde tuvieron diferente respuesta, la cual fue correlacionada, reflejándose diferencia significativa en la interacción genotipo - ambiente.

Sharma et al. (1987) señalan que las interacciones genotipo - ambiente son de mayor importancia para los investigadores que desarrollan cultivares mejorados, donde su -

objetivo es establecer genotipos en un amplio rango de ambientes y detectar la presencia de interacciones que reducen la correlación entre el fenotipo y genotipo, lo cual hace más difícil juzgar el potencial genético de un genotipo.

Baker (1988) reporta dos pruebas estadísticas para sobreponerse a las interacciones genotipo - ambiente, siendo una de ellas apropiada para investigar dos factores de interacción en experimentos factoriales, por lo que se usó para demostrar que las interacciones entre los genotipos de trigo y las temperaturas durante un tiempo de germinación media no involucran cambios significantes en orden. Una segunda prueba se empleó para comparar rendimientos de tres genotipos de trigo de primavera evaluados en nueve ambientes.

El Centro Internacional de Mejoramiento en Maíz y Trigo (CIMMYT) (1988), reportan que un análisis subsecuente que muestra una pendiente estadísticamente igual a 1.0, se clasifica como estable en el análisis global. Además, señalan que al examinar la posición de las desviaciones de la regresión, resulta que las desviaciones más grandes se relacionan con las variedades que presentan un rendimiento alto (que se considera deseable y señal de una buena adaptación), mientras que las desviaciones a favor de un rendimiento bajo (la determinan como no deseable y con adaptación deficiente).

Kaltsikes (1971), reporta que tres cultivares de trigo común (Triticum aestivum L.) uno de triticale (Triticosecale hexaploide), fueron estudiados por su habilidad de consistencia en rendimiento sobre un rango de ambientes, considerando esta habilidad como una medida de la contribución -

de cultivares a la interacción de la suma de cuadrados, reportándose a la variedad "Rosner" de triticales que fue menos estable que las de trigo duro. Sin embargo, un segundo experimento con cinco genotipos de triticales probados durante dos años en cinco localidades, sólo la interacción genotipo x ambiente x año fue significativa.

Lozano (1980) en una evaluación del germoplasma de triticales en ensayos que incluyeron trigos harineros y duros como testigos, encontró que en general del 62.5 al 71.1 por ciento de las variedades rindieron más que los mejores trigos testigos. En este mismo trabajo, el autor, probando diferentes parámetros para determinar la estabilidad de rendimiento en triticales, llegando a la conclusión de que la media de rendimiento y el coeficiente de regresión son los parámetros más importantes en un programa de selección y señala que éstos dos parámetros por su alta repetibilidad y su estrecha asociación probablemente estén gobernados por el mismo sistema genético.

Sethi et al. (1981) analizaron 31 genotipos de triticales para la determinación de rendimiento de grano y otros caracteres demostrando que el componente de mayor importancia fue el número de espigas por planta.

De acuerdo a Atale y Joshi (1981) al comparar un total de 30 variedades de triticales con tres genotipos de Triticum aestivum y cinco de Triticum durum en 12 ambientes involucraron varias combinaciones de sitio, tales como: aplicación de fertilizante, riego y fecha de siembra y donde el

análisis de varianza de cada ensayo en base a los datos, revela que en general las interacciones genotipo - ambiente - fueron más significativas en los triticales que en los trigos. De estos ensayos se evaluó el componente peso de 1000 granos que se comportó más estable que el número de espigas/planta. Los triticales demostraron tener mejor capacidad de potencial de retención bajo condiciones desfavorables que los trigos, mientras que los trigos fueron en general más eficientes al aprovechar el potencial del suelo, siendo las variedades de trigo las que más ampliamente se adaptaron.

Chabi et al. (1982) al analizar 14 líneas de triticales señalan que los efectos genotípico, ambiental y genotipo x ambiente, fueron altamente significativos para los caracteres de rendimiento, número de granos/espiga, peso de granos, altura de planta y contenido de proteína, determinando que el rango de rendimiento fue de 389 a 4375 kg/ha, siendo las líneas más estables y productivas AM 3694 y OK 77803.

CIMMYT (1987) ha realizado cruzamientos interespecíficos que les han permitido comprobar que es posible, en cierto grado, transferir la estabilidad del trigo al triticales; señalando que estos cruzamientos constituyen un medio de lograr adelantos importantes en el mejoramiento del triticales, con miras a que éste llegue a convertirse en un cultivo tan importante al igual que el trigo en la producción de grano. No obstante, señalan que si el triticales realmente tiene un potencial de rendimiento superior al del trigo, debe corregirsele todo lo que sea necesario para aprovechar al máximo esta capacidad.

### CAPITULO III

#### MATERIALES Y METODOS

##### Material Genético

El material genético que se empleó en el presente - experimento fueron siete líneas avanzadas de triticales del - Programa de Cereales de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", los cuales fueron evaluados en siete ambientes del Norte de México (Cuadro 3.1.).

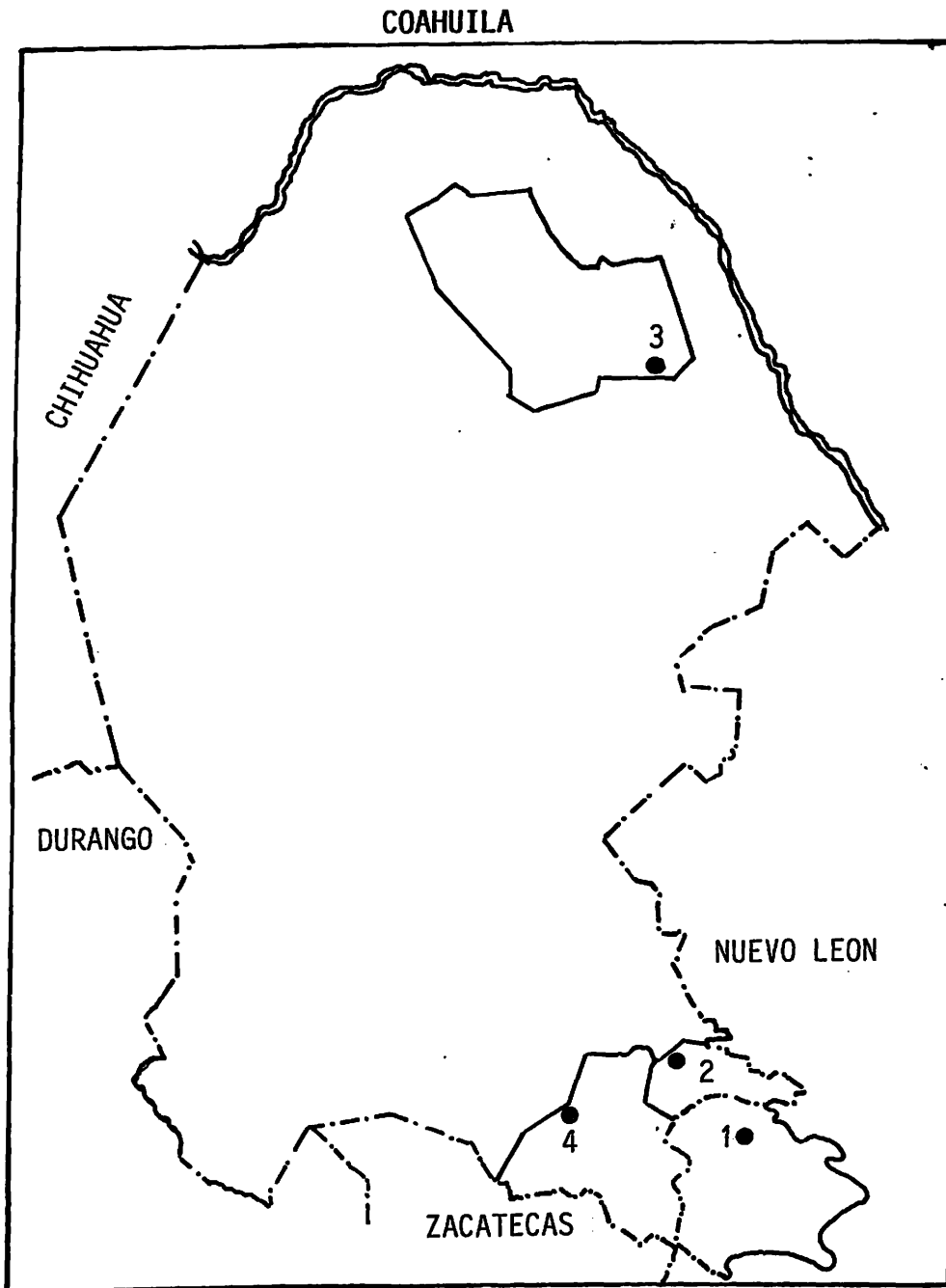
##### Ambientes

Los sitios experimentales utilizados fueron: El - Campo Agrícola Experimental de la U.A.A.A.N., ubicado en el Ejido Navidad, Municipio de Galeana, N.L. (con diferentes ciclos de prueba, siendo éstos NV 86-87, NV 87 y NV 87-88); el Campo Agrícola Experimental de la Sierra de Arteaga (con dos ciclos diferentes de prueba: CAESIA 86-87 y CAESIA - 87); el Campo Agrícola Experimental de Zaragoza, Coah. (CAEZAR, 87-88) y un lote establecido en el Ejido San Isidro de Gómez - del Municipio de Saltillo, Coahuila (San Isidro 86-87), siendo éstos descritos a continuación: (Figura 3.1).



CUADRO 3.1.1. Material genético evaluado en siete ambientes de prueba para la determinación de estabilidad de rendimiento y sus componentes.

Genotipo Número	Genealogía	Pedigree
1	BGL - CIN x IRA - BGL	B - 2681 - 514
2	PANCHE 7287	B - 2671 - OY - 117
3	BGL - CIN x MUS "S"	B - 2686 - OY
4	WHALE "S"	X-33470-C-1Y-3M-2Y-2M-0Y
5	RHINO "S"	CIT-1367-5Y-2Y-3M-0Y
6	STIER "S"	B-266712-171-11Y-4Y-0M
7	ERONGA 83	Testigo comercial



1. Campo agrícola experimental de la U.A.A.A.N. ubicado en el ejido Navidad, Municipio de Galeana, Nuevo León.
2. Campo agrícola experimental de la Sierra de Arteaga, Coah.
3. Campo agrícola experimental de Zaragoza, Coah.
4. Ejido San Isidro, Municipio de Saltillo, Coah.

**Fig. 3.1** Ubicación geográfica de las localidades de evaluación de 7 genotipos de triticale.

### Navidad, Nuevo León

El Campo Agrícola Experimental de la U.A.A.A.N., se encuentra ubicado al Sureste de la Ciudad de Saltillo, Coah., a 87 km por la carretera México - Piedras Negras; geográficamente situado entre las coordenadas 20° 04' Latitud Norte y 100° 36' Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich y una altitud de 1895 msnm. Esta Unidad Experimental de acuerdo al Departamento de Agrometeorología de la U.A.A.A.N., presenta una temperatura media anual de 14.3 C, así como una precipitación total media anual de 516.2 mm., reportando un régimen de lluvias todo el año, siendo los meses de Mayo, Junio y Julio los más lluviosos y Marzo el más seco, considerándose en general un clima semi-seco, templado, muy extremo, presentando una topografía con muy poca pendiente, suelo ligero, cuya textura es migajón, de buena profundidad, con un pH de 7.5 - 7.6, evaluándose en esta localidad los tres siguientes ciclos de prueba: NV 86-87, NV 87 y NV 88-87. (Figura 3.2. y 3.3.).

### Emiliano Zapata, Coahuila

Otra de las localidades donde se establecieron dos ensayos más corresponde al Campo Agrícola Experimental de la Sierra de Arteaga del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, donde se consideraron dos ciclos de prueba para la evaluación de los genotipos de triticale mencionados con anterioridad, siendo éstos CAESIA 86-87 y CAESIA - 87; El campo se encuentra ubicado a 45 km de

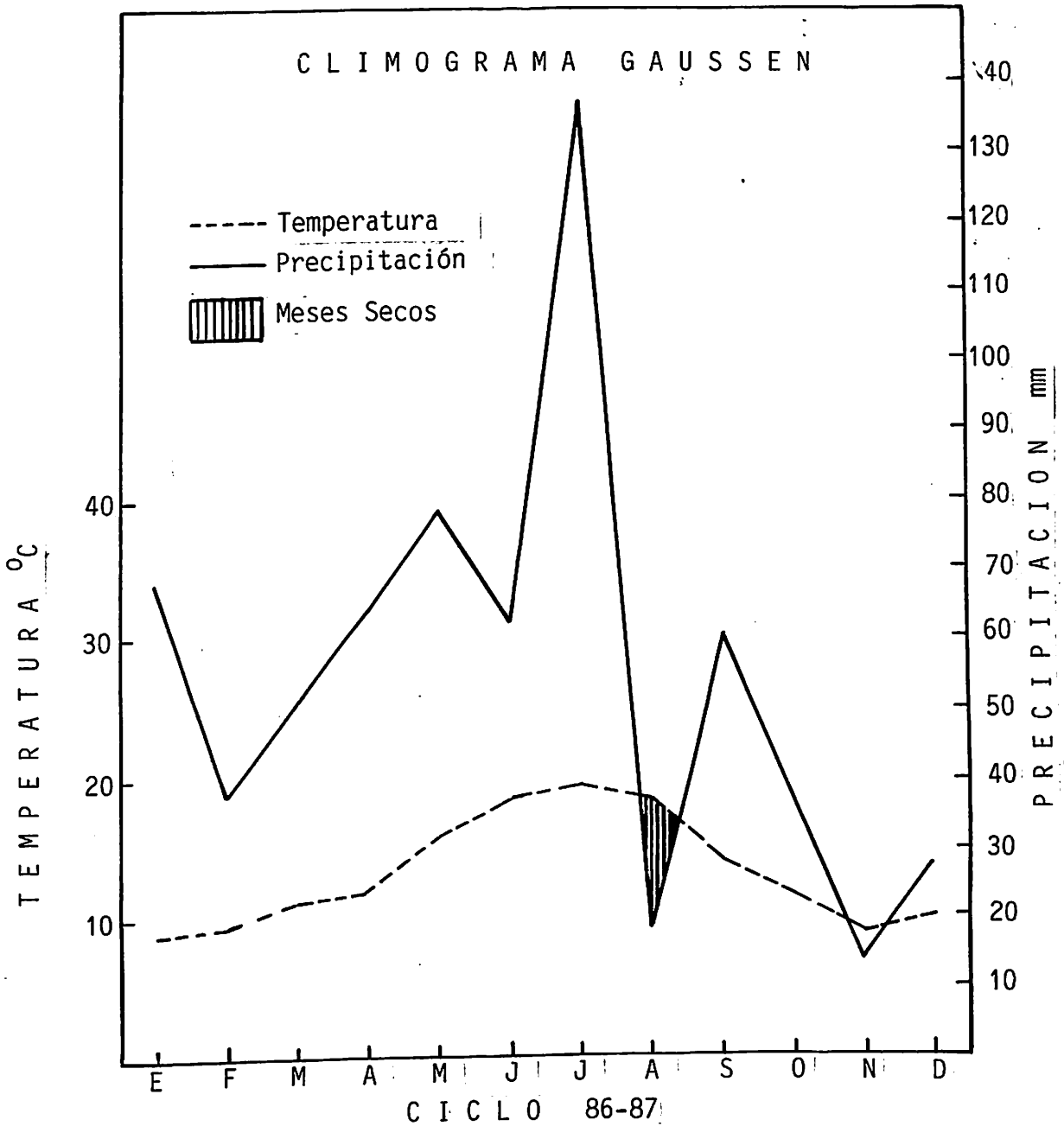


Fig. 3.2 Temperatura y precipitaciones medias mensuales registradas en el campo agrícola experimental de la U.A.A.A.N., ubicado en el Ejido Navidad, Municipio de Galeana, N.L.

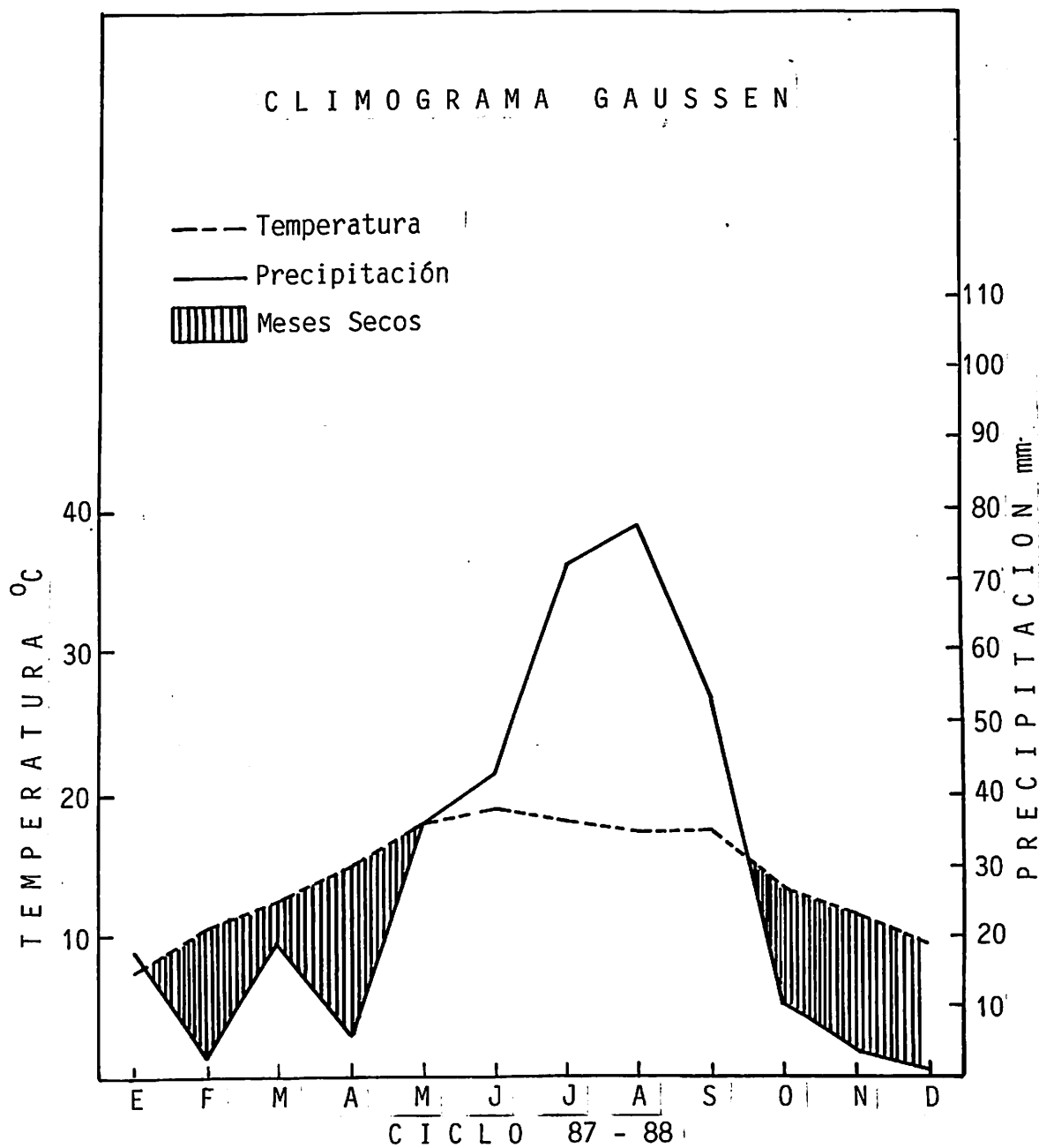


Fig.3.3 Temperaturas y precipitaciones medias mensuales registradas en el campo agrícola experimental de la U.A.A.A.N., ubicado en el Ejido Navidad, municipio de Galeana, N.L.

la ciudad de Saltillo, Coah., entre las coordenadas 25° 16' Latitud Norte y 100° 46' Longitud Oeste, con una altitud de 2140 msnm, caracterizándose por la presencia de un clima seco muy extremo, con una temperatura media anual de 22.8 C y precipitaciones anuales de 339.1 mm, presentando una pendiente poco pronunciada, con suelo de textura poco profunda y un pH de 7.6, rico en elementos minerales. (Figura 3.4).

#### San Isidro de Gómez, Coah.

Pequeña propiedad, situada a 34 km al Suroeste de la ciudad de Saltillo, Coah., entre las coordenadas geográficas de 25 ° 02' Latitud Norte y 101° Longitud Oeste, con una altitud de 1830 msnm. Esta región se caracteriza por la presencia de una temperatura media anual de 19.2 C; precipitaciones anuales de 396.9 mm, generalizándose como clima seco, semicálido con lluvias de verano, presentando una pendiente poco pronunciada, de textura media y poca profundidad. El ciclo de siembra para esta localidad fue el 86 - 87. (Figura 3.5)

#### Zaragoza, Coahuila

El ciclo de siembra correspondiente para esta localidad fue el ciclo otoño - invierno 87 - 88, establecido en el Campo Agrícola Experimental de Zaragoza, Coahuila (CAEZAR), situado a los 28° 23' Latitud Norte y 100° 55' Longitud Oeste a una altitud de 350 msnm, donde las precipitaciones pluviales por año son de 374 mm y una frecuencia de temperatura

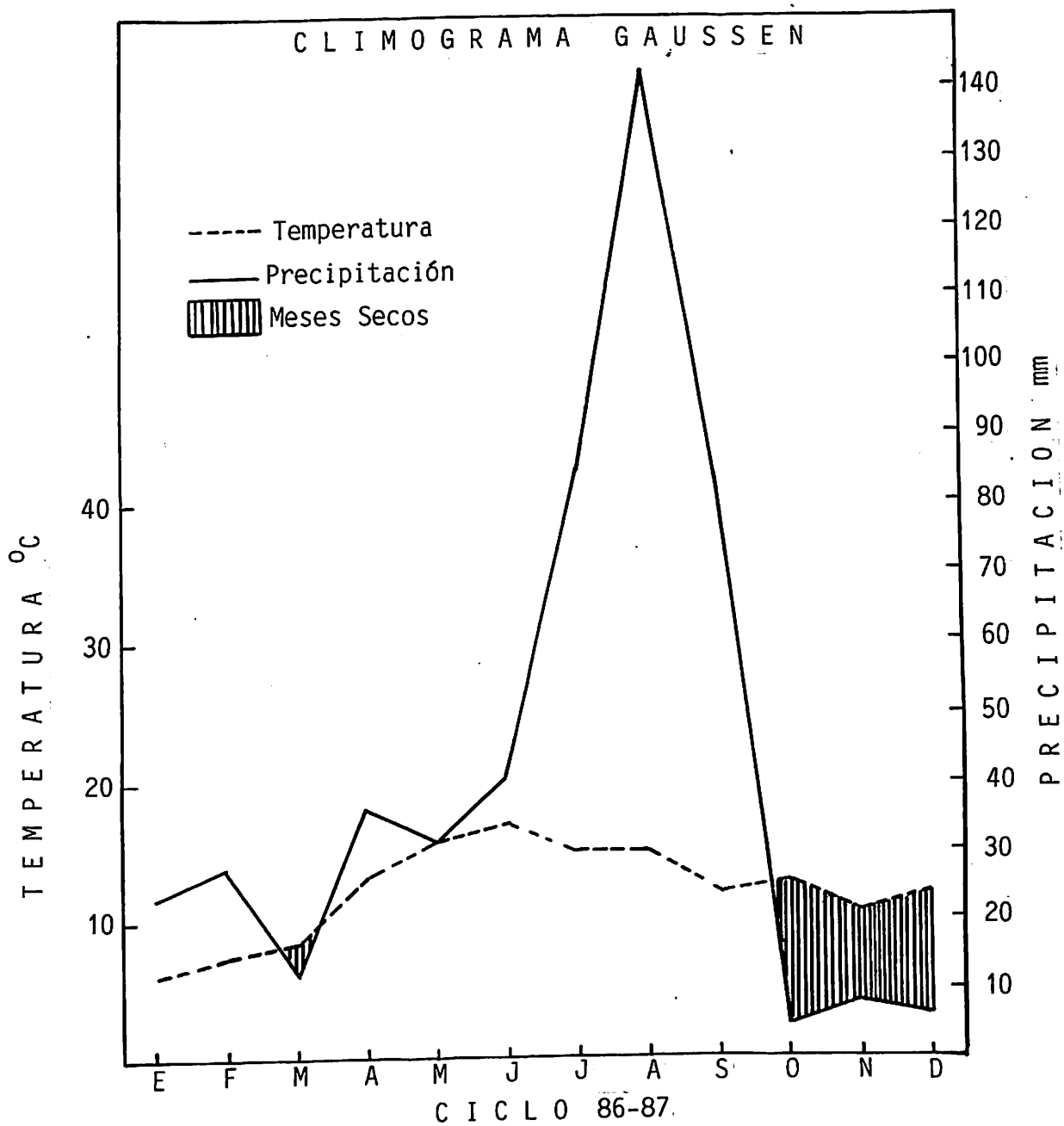


Fig. 3.4 Temperaturas y precipitaciones medias mensuales registradas en el campo agrícola experimental de la Sierra de Arteaga, Coah. (CAESIA).

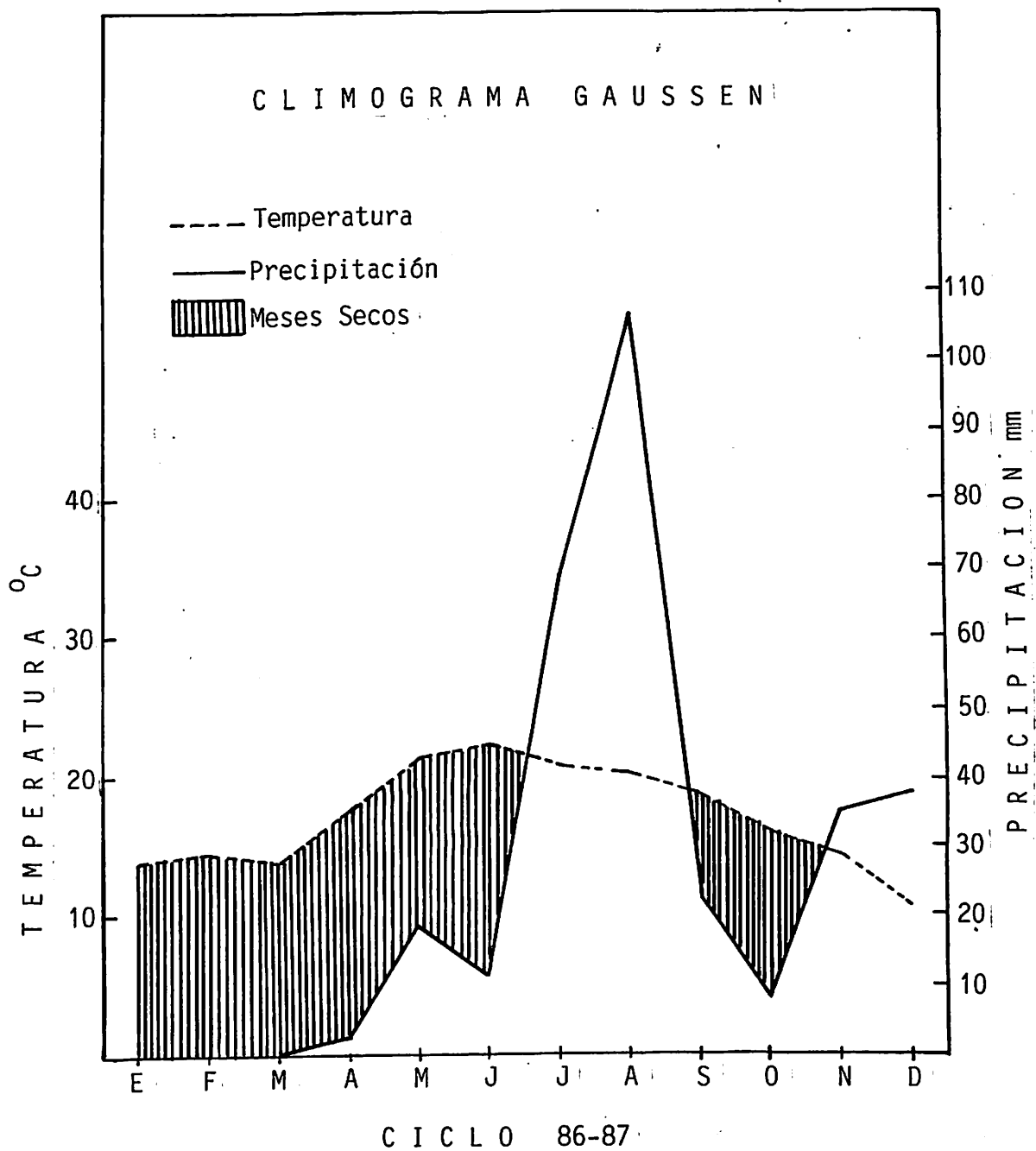


Fig.3.5 Temperaturas y precipitaciones medias mensuales registradas en el Ejido San Isidro de Gómez, Municipio de Saltillo, Coah.



media de 21.4 C, reportándose un régimen de lluvias más abundante durante el mes de Septiembre, considerándose como el mes más seco Marzo. Los suelos predominantes de esta región son los xerosolcálcico con un pH de 8.3 y xerosolháplico con un pH de 8.1 a 8.3 (Cuadro 3.2). (Figura 3.6).

### Diseño Experimental

El diseño seleccionado para la ejecución del presente trabajo fue un bloques completos al azar con tres repeticiones, lo cual permite facilitar el cálculo para el análisis de varianza combinado. La parcela experimental estuvo formada de seis surcos de 3 m de largo y 30 cm entre surcos, dando un área de  $5.4 \text{ m}^2$ , cosechándose como parcela útil los cuatro surcos centrales ( $3.6 \text{ m}^2$ ), siendo la densidad de siembra para todos los ambientes de 140 kg/ha.

### Establecimiento y Prácticas de Cultivo

La siembra de los experimentos de temporal estuvo condicionada por el inicio del período de lluvias, mientras que los de riego estuvieron sujetos al ciclo normal de siembra de este cereal, siendo las fechas de siembra para los diferentes ambientes, así como su respectiva fertilización basada en las recomendaciones para cada localidad mostradas en el Cuadro 3.3., realizándose la siembra en forma manual y a chorrillo con una densidad de siembra de 140 kg/ha.

CUADRO 3.2. Características de los ambientes de prueba para la estimación de estabilidad de rendimiento y sus componentes en siete genotipos de Triticale.

Ambientes	Latitud	Longitud	Altitud
CAESIA 86-87	25° 16 N	100° 76' W	2140
NV 87-88	20° 04 N	100° 36' W	1895
CAEZAR 87-88	28° 33 N	100° 55' W	350
NV 87 (verano)	20° 04 N	100° 36' W	1895
CAESIA 87 (verano)	25° 16 N	100° 46' W	2140
NV 86-87	20° 04 N	100° 36' W	1895
San Isidro 86-87	25° 02' N	101° W	1830

Fuente: Departamento de Agrometeorología U.A.A.A.N. (1987 - 1988).

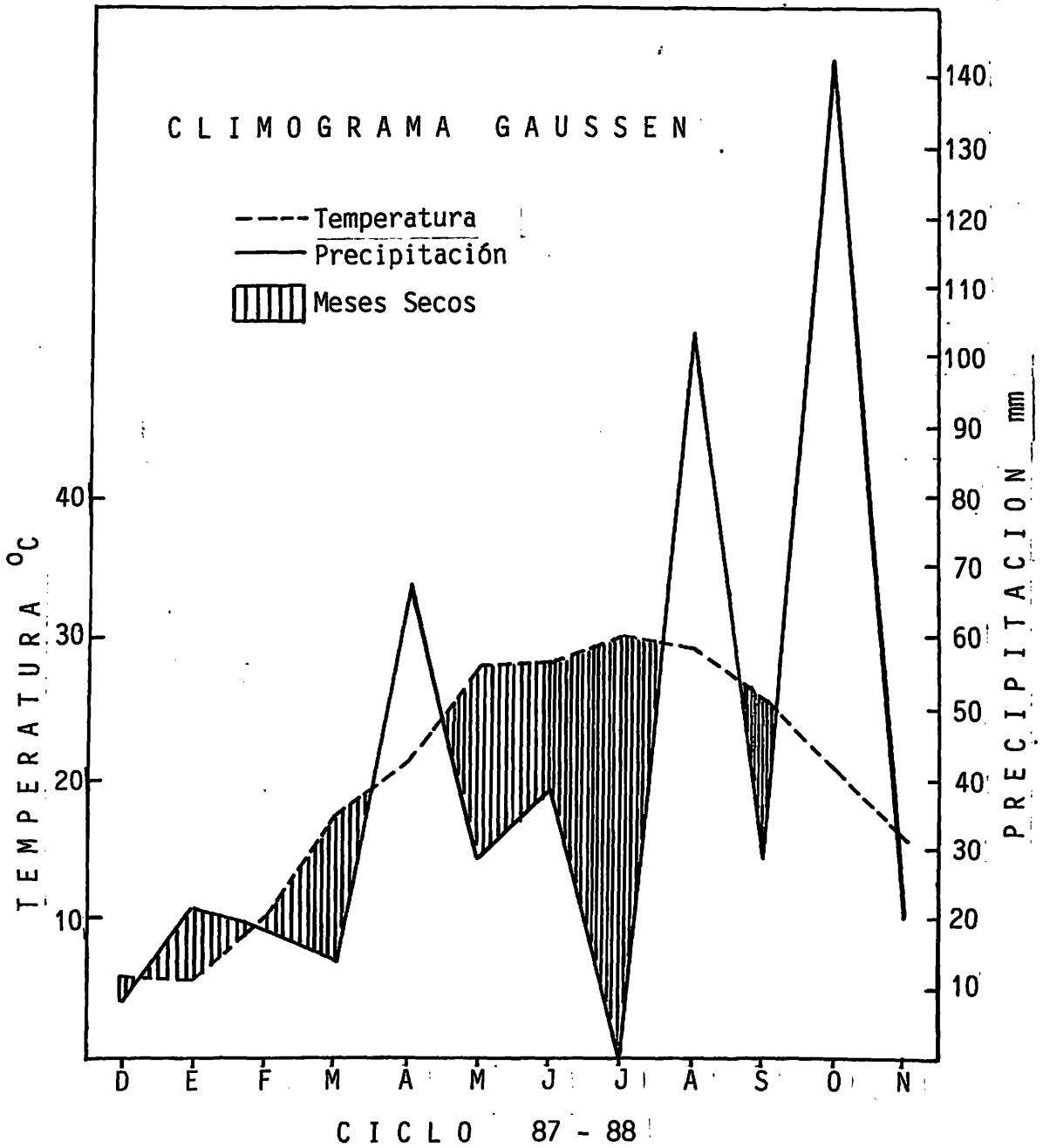


Fig. 3.6 Temperatura y precipitaciones medias mensuales registradas en el campo agrícola experimental de Zaragoza, Coah. CAEZAR.

CUADRO 3.3. Fecha de siembra y fórmula de fertilización en los diferentes ambientes de prueba.

Número	Localidad	Fecha de siembra	Condición de siembra	Fórmula de fertilización
1	CAESIA 86-87	4/Marzo/87	Riego	120-80-00
2	NV-87-88	28/Enero/88	Riego	150-100-00
3	CAEZAR 87-88	9/Diciembre/87	Riego	85-46-00
4	NV-87 (verano)	9/Junio/87	Temporal	sin fertilización
5	CAESIA 87 (verano)	11/Junio/87	Temporal	sin fertilización
6	NV-86-87	2/Febrero/87	Riego	150-100-00
7	San Isidro 86-87	28/Enero/87	Riego	120-80-00

## Variables Registradas

a) Rendimiento. El registro de esta variable se realizó en peso en gramos/parcela, cuando el porcentaje de humedad del grano fue de un 13 por ciento; transformándose el peso posteriormente en toneladas/hectárea.

b) Longitud de Espiga. Para registrar el valor promedio de este componente se tomaron al azar 10 espigas de cada parcela, las cuales se midieron en centímetros, obteniéndose así la longitud media de espigas/parcela.

c) Número de espiguillas/espiga. El valor promedio de este componente se obtuvo contando el número de espiguillas/espiga de las 10 espigas seleccionadas para la evaluación del componente anterior.

d) Número de granos/espiga. Las 10 espigas/parcela ya mencionadas se trillaron y el total de granos obtenido se dividió entre el número de espigas para así obtener el promedio.

e) Peso de 1000 granos. De cada parcela se tomaron 1000 granos al azar, los cuales fueron pesados en una balanza analítica, registrándose el peso en gramos.

f) Peso hectolítrico. La estimación de este componente se realizó en una balanza diseñada para este propósito en base a la semilla limpia para la determinación de la relación peso - volumen, siendo las unidades de medición kilogramo/hectolitro.

## Cosecha

En los siete ambientes de prueba, la cosecha se realizó con una cosechadora combinada experimental, diseñada para este fin, cuando la humedad del grano oscilaba entre 13 y 14 por ciento.

### Análisis Estadístico

Los análisis estadísticos del presente experimento fueron:

- a. análisis de varianza individuales
- b. análisis de varianza combinados
- c. análisis de varianza para estimar los parámetros de estabilidad.

### Análisis de Varianza Individual

Este análisis se utilizó para detectar las diferencias entre genotipos (en base a las seis variables estudiadas) para cada uno de los ambientes considerados, siendo el modelo estadístico el siguiente:

$$Y_{ij} = u + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

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

$\mu$  = media general

$T_i$  = Efecto de los tratamientos (genotipos)

$B_j$  = Efecto de los bloques (repeticiones)

$E_{ij}$  = Efecto del error experimental

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

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

El análisis de varianza se desarrolló según el Cuadro 3.4.

#### Análisis de Varianza Combinado

El análisis de varianza combinado se realizó a partir de los análisis de varianza individuales para detectar la variabilidad entre genotipos, estimar la diferencia entre ambientes de prueba y la interacción de los genotipos con los ambientes. Utilizándose la prueba de comparación de medias de Duncan al 5 por ciento de probabilidad al detectar diferencias significativas, siendo el modelo estadístico el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \pi_i + \beta_i(j) + T_k + (\pi t)_{ik} + E_{ijk}$$

CUADRO 3.4. Análisis de varianza individual para detectar las diferencias entre variedades para cada uno de los ambientes considerados.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados
Tratamientos	$(t - 1)$	$\sum_{i=1}^t \frac{y_{i..}^2}{r} - \frac{y_{...}^2}{tr}$
Repeticiones	$(r - 1)$	$\sum_{j=1}^r \frac{\sum_i y_{ij}^2}{t} - \frac{y_{...}^2}{tr}$
Error	$(t-1)(r-1)$	S.C. Total - S.C. Bloques - S.C. Tratamientos
Total	$tr - 1$	$\sum_{ij} y_{ij}^2 - \frac{y_{...}^2}{tr}$



Donde:

- $Y_{ijk}$  = Es el valor de la característica estudiada en la localidad  $i$ , en el bloque  $j$  y con el tratamiento  $k$ .
- $u$  = Efecto común a todas las observaciones
- $\pi$  = Efecto de la localidad  $i$
- $\beta_i(j)$  = Efecto del bloque  $j$  dentro de la localidad  $i$
- $T_k$  = Efecto del tratamiento  $k$
- $(\pi_t)_{ik}$  = Efecto de la interacción entre el tratamiento  $k$  y la localidad  $i$
- $E_{ijk}$  = Error de observación sobre la unidad experimental ( $ijk$ )
- $i = 1, 2, \dots, l$  (Localidad)
- $j = 1, 2, \dots, b$  (bloque)
- $k = 1, 2, \dots, t$  (tratamiento)

En este modelo los errores se consideran como variables aleatorias normales no correlacionadas con media cero y varianza constante  $S_e^2$  sobre todas las unidades experimentales; las localidades se consideran como una muestra aleatoria de lugares donde es factible el cultivo de este cereal y las variedades fijas. En base a esto, se obtiene el análisis de varianza del Cuadro 3.5.

CUADRO 3.5. Análisis de varianza combinado, para el modelo con ambientes al azar y variedades fijas.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados
Ambientes	$(1 - 1)$	$\frac{1}{l} \sum_{i=1}^l \frac{y_i^2}{rt} - \frac{y_{...}^2}{rtl}$
Bloques/ambientes	$(r - 1)$	$\sum_{ij} \frac{y^2_{ij.}}{t} - \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l \frac{y_i^2}{rt}$
Tratamientos	$(t - 1)$	$\sum_{k=1}^t \frac{y^2_{..k}}{rl} - \frac{y^2_{...}}{rtl}$
Trat x Amb.	$(t-1) (l-1)$	$\sum_{ik} \frac{y^2_{ilk}}{r} - \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l \frac{y_i^2}{rt} - \sum_{k=1}^t \frac{y^2_{..k}}{rtl} + \frac{y^2_{...}}{rtl}$
Error	$l(r-1) (t-1)$	$\sum_{ijk} y^2_{ijk} - \frac{y^2_{...}}{rtl} - S.C.L. - S.C.B.D.I. - S.C.T. - S.C.T. \times L.$
Total	$rtl - 1$	$\sum_{ijk} y^2_{ijk} - \frac{y^2_{...}}{rtl}$

Análisis de Varianza para Estimar Parámetros de Estabilidad

La estabilidad de rendimiento y sus componentes en los siete genotipos de triticale fue calculada por medio - del modelo de estabilidad propuesto por Eberhart y Russell (1966), el cual se describe a continuación:

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

Donde:

$Y_{ij}$  = es el promedio de la variedad  $i$  en el ambiente  $j$

$\mu_i$  = es el promedio de la variedad  $i$  en todos los ambientes

$\beta_i$  = es el coeficiente de regresión de la variedad  $i$  a través de todos los ambientes

$\delta_{ij}$  = son las desviaciones de la regresión de la variedad  $i$  en el ambiente  $j$ .

$I_j$  = índice ambiental que resulta de restar la media general a la media del ambiente  $j$ .

$$I_j = \left( \frac{\sum Y_{ij}}{v} \right) - \left( \frac{\sum \sum Y_{ij}}{vn} \right); \sum I_j = 0$$

Los parámetros que definieron fueron los siguientes

1) El coeficiente de regresión estimado por:

$$b_i = \frac{\sum Y_{ij} I_j}{\sum I_j^2}$$

U. A. A. A. N.

00556

2) Las desviaciones de regresión que se estiman como:

$$\delta^2_{di} = \left[ \sum_j S^2_{ij} / (n-2) \right] - S^2_{e/r}$$

Donde  $S^2_{e/r}$  es el estimador del error ponderado;  $r$  es el número de repeticiones y  $S^2_e$  el promedio ponderado de los errores de todos los experimentos involucrados en la estimación de los parámetros de estabilidad.

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

El análisis de varianza de este modelo se presenta en el Cuadro 3.6. Para cada variedad puede predecirse su comportamiento mediante los estimadores de los parámetros - con la fórmula presentada a continuación:

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

Donde:

$\bar{X}_i$  = es una estimación de la media varietal

$b_i$  = el coeficiente de regresión de la variedad

$I_j$  = índice ambiental

Las hipótesis que se probaron y las pruebas correspondientes fueron las siguientes:

1) la significancia de la diferencia entre medias -  
varietales

$H_0: u_1 = u_2 = \dots = u_v$ , la cual fue probada aproximadamente mediante la prueba de F:

CUADRO 3.º. Análisis de varianza para estimar los parámetros de estabilidad (Eberhart y Russell, 1966).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios
Total	(NV-1)	$\sum_i \sum_j Y^2_{ij} - F, C,$	
Variedades (V)	(V-1)	$\frac{1}{n} \sum_i Y^2_{i.} - F.C.$	CM <sub>1</sub>
Ambientes (A)	(n-1)	$\sum_i \sum_j Y^2_{ij} = \sum_i Y^2_{i.}/n$	
+ (V-1)	(n-1)		
Var. x amb.			
Ambiente. (lineal)	V-1	$\frac{1}{V} \left( \sum_j Y_{ij} I_j \right)^2 / \sum_j I_j^2$	
Var. x amb. (lineal)	v-1	$\sum_j [(\sum_i Y_{ij} I_j)^2 / \sum_i I_i^2] - S.C. \text{ Amb. (lineal)}$	CM <sub>2</sub>
Desviación conjunta	v(n-2)	$\sum_i \sum_j s^2_{ij}$	CM <sub>3</sub>
Variedad 1	n-2	$[\sum_j Y^2_{ij} - \frac{(Y_{i.})^2}{n}] - \frac{(\sum_j Y_{ij} I_j)^2}{\sum_j I_j^2}$	
⋮			
Variedad v	n-2	$\sum_j Y^2_{vj} - \frac{(Y_{v.})^2}{n} - \frac{(\sum_j Y_{vj} I_j)^2}{\sum_j I_j^2}$	
Error conjunto	n(r-1)(v-1)	$\sum s^2_{vj}$	

$$F = CM_1 / CM_3$$

2) Hipótesis nula (Ho) de que no existen diferencias genéticas entre variedades, para su regresión sobre los índices ambientales.

Ho:  $B_1 = B_2 = \dots = B_v$ , la cual será probada mediante una prueba aproximada de F:

$$F = CM_2 / CM_3 \quad (\text{Cuadro 3.6.}).$$

3) Hipótesis nula (Ho) de que el coeficiente de regresión para cada variedad no es diferente de la unidad

Ho:  $B_i = 1$ , Para  $i = 1, 2, \dots, v$ ; la cual fue probada mediante una prueba de t.

$$t = \frac{b_i - 1}{S_{b_i}} \quad \text{donde } S_{b_i} = \sqrt{S_d^2 i / \sum_j I_j^2}$$

4) Hipótesis nula (Ho) de que las desviaciones de regresión para cada variedad es cero.

Ho :  $S^2 d_i = 0$  para  $i = 1, 2, \dots, v$ ; esta hipótesis puede ser probada mediante:

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

Tomando como base los valores de los parámetros considerados ( $B_i$  y  $S^2 d_i$ ) de cada uno de los genotipos, se clasificaron éstos según las situaciones propuestas por Carballo (1970) mostrada en el Cuadro 3.7.

CUADRO 3.7. Situaciones que definen el comportamiento de una variedad al probarse en diferentes ambientes (Carballo, 1970).

Situación	Coefficiente de regresión	Desviaciones de regresión	Descripción
A	$b_i = 1.0$	$s^2_{di} = 0$	Variedad estable
B	$b_i = 1.0$	$s^2_{di} > 0$	Buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistente
C	$b_i < 1.0$	$s^2_{di} = 0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistente
D	$b_i < 1.0$	$s^2_{di} > 0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables e inconsistente
E	$b_i > 1.0$	$s^2_{di} = 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes y consistente
F	$b_i > 1.0$	$s^2_{di} > 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes e inconsistentes.

CAPITULO IV  
RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis de Varianza Individuales

Rendimiento de grano

En el Cuadro 4.1. se muestran los resultados de los análisis de varianza en los siete ambientes considerados, - en el cual se pueden observar diferencias existentes para las fuentes de variación genotipos y bloques, determinándose como la de mayor interés la primera antes mencionada, - siendo la localidad de CAESIA 86 - 87 sembrada bajo condiciones de riego, la que presentó alta significancia estadística entre los genotipos, mientras que CAESIA 87, cuyas condiciones de siembra fueron bajo temporal, sólo reportó diferencias significativas, no detectándose diferencias entre los genotipos en el resto de los ambientes.

En el caso de los bloques, se detectaron diferencias altamente significativas en las localidades de NV 87-88, NV 87 y San Isidro 86-87, razón por la cual se considera que - las condiciones de siembra, así como las ambientales prevalientes durante el desarrollo del cultivo contribuyeron -



CUADRO 4.1. Resultados de los análisis de varianza para rendimiento en los siete ambientes.

F.V.	G.L.	Cuadrados medios						
		1	2	3	4	5	6	7
Genotipos	6	1.13**	0.25	0.12	0.06	0.40*	0.54	0.16
Bloques	2	0.28	1.01**	0.25	0.17**	0.04	0.17	3.16**
Error	12	0.16	0.14	0.10	0.02	0.13	0.20	0.17
C.V. (%)		9.83	9.10	6.79	14.58	23.66	10.02	13.84

\* Significativo al 5 % de probabilidad

\*\* Significativo al 1 % de probabilidad

al diverso comportamiento de genotipos y bloques en los ambientes de prueba.

### Longitud de Espiga

Los resultados del ANVA para los siete ambientes, mostrados en el Cuadro 4.2., para este componente de rendimiento reportaron diferencias altamente significativas entre los genotipos y bloques en NV 87-88 y San Isidro 86-87. Por otro lado, en CAESIA 86-87, CAESIA 87 y NV 86-87, se detectaron diferencias significativas entre los genotipos. Por último, los ambientes donde las dos fuentes de variación antes mencionados no reportaron diferencias estadísticas fueron CAEZAR 87-88 y NV 87.

### Número de Espiguillas/Espiga

Para este componente sólo se reportaron diferencias significativas en los ambientes de CAESIA 87 y NV 86-87 y altamente significativas para CAESIA 86-87 entre los genotipos, lo cual puede ser atribuido a las condiciones prevalentes durante el ciclo vegetativo del cultivo; cabe mencionar que el ambiente de CAESIA 87 se sembró bajo condiciones de temporal, mientras que NV 86-87 y CAESIA 86-87 se sembraron bajo riego (Cuadro 4.3).

CUADRO 4.2. Resultados de los análisis de varianza para longitud de espiga en los siete ambientes.

F.V.	G.L.	Cuadrados medios ambientes						
		1	2	3	4	5	6	7
Genotipos	6	3.55*	1.21**	1.21	0.38	1.78*	2.09*	0.94**
Bloques	2	0.14	1.12**	0.58	0.64	1.24	0.42	0.54**
Error	12	0.74	0.16	3.16	0.18	0.56	0.57	0.03
C.V. (%)		7.25	3.99	16.96	4.67	7.51	6.57	1.66

\* Significativo al 5 % de probabilidad

\*\* Significativo al 1 % de probabilidad

CUADRO 4.3. Resultados de los análisis de varianza para número de espiguillas/espiga en los siete ambientes.

F.V.	G.L.	Cuadrados medios ambientes						
		1	2	3	4	5	6	7
Genotipos	6	6.08**	0.77	4.59	1.12	10.11*	1.70*	0.83
Bloques	2	0.06	2.68	5.83	0.85	7.24	1.81	0.13
Error	12	0.80	1.46	2.70	0.88	2.75	1.73	0.27
C.V. (%)		3.29	5.21	7.14	4.60	7.33	5.12	2.13

\* Significativo al 5 % de probabilidad

\*\* Significativo al 1 % de probabilidad

Número de Granos/Espiga

Al efectuarse los análisis de varianza de cada ambiente (Cuadro 4.4.), se encontró que en las localidades Nv 87-88 y San Isidro 86-87 hubo diferencia altamente significativa entre genotipos, siendo el resto de los ambientes no significativos para esta característica.

Peso de 1000 granos

En el Cuadro 4.5 se muestran los resultados correspondientes al análisis de varianza de los siete ambientes, donde pueden observarse diferencias significativas entre los genotipos en los ambientes de CAEZAR 87-88, NV 87-88 y CAE SIA 87.

Por otro lado, en la localidad de San Isidro 86-76 se encontraron diferencias altamente significativas entre los genotipos y significativas entre bloques.

Peso Hectolítrico

Los resultados del ANVA en los siete ambientes de prueba para este componente se muestran en el Cuadro 4.6, registrándose diferencias estadísticas entre genotipos y bloques en la mayoría de las localidades.

CUADRO 4.4. Resultados de los análisis de varianza para número de granos/espiga en los siete ambientes.

F.V.	G.L.	Cuadrados medios						
		1	2	3	4	5	6	7
Genotipos	6	67.98	72.27**	84.83	24.95	63.81	79.54	57.27**
Bloques	2	7.34	36.33	43.0	14.14	54.56	82.54	5.05
Error	12	51.26	11.22	48.78	11.04	23.04	38.36	2.15
C.V. (%)		11.02	6.92	15.77	9.44	8.97	10.44	2.55

\*\* Significativo al 1 % de probabilidad

CUADRO 4.5. Resultados de los análisis de varianza para peso de 1000 granos en los siete ambientes.

F.V.	G.L.	Cuadrados medios						
		1	2	3	4	5	6	7
Genotipos	6	26.27	16.69*	37.54*	16.64	45.21*	22.64	30.39 **
Bloques	2	10.70	4.01	7.79	12.02	24.74	1.50	9.39 *
Error	12	12.58	4.76	8.43	6.74	12.63	14.77	2.37
C.V. (%)		8.89	4.83	7.08	8.05	9.02	9.10	4.06

\* Significativo al 5 % de probabilidad

\*\* Significativo al 1 % de probabilidad

CUADRO 4.6. Resultados del análisis de varianza para peso hectolítico en los siete ambientes.

F.V.	G.L.	Cuadrados medios ambientes						
		1	2	3	4	5	6	7
Genotipos	6	6.17	12.35**	9.55**	22.19**	11.16*	9.45*	9.75**
Bloques	2	2.41	3.12*	0.16	5.34	12.33*	3.38	3.19**
Error	12	2.33	0.68	0.76	1.67	2.61	2.93	0.15
C.V. (%)		2.26	1.23	1.21	1.93	2.33	2.57	0.55

\*\* Significativo al 1 % de probabilidad

\* Significativo al 5 % de probabilidad



## Análisis de Varianza Combinados

Los resultados de los análisis de varianza combinados para los siete ambientes evaluando el rendimiento y sus componentes: longitud de espiga, número de espiguillas/espiga, número de granos/espiga, peso de 1000 granos y peso hectolítrico, se muestran en el Cuadro 4.7, donde los resultados indican que la fuente de variación ambientes, no reportó diferencias significativas para ninguna de las variables en estudio; mientras que para los bloques dentro de localidades se presentó el caso contrario, presentando diferencia altamente significativa para la fuente de variación antes mencionada. Por otro lado, se encontró diferencia altamente significativa entre genotipos para la mayoría de los componentes, excepto para el componente número de espiguillas/espiga. Por último, para la fuente de variación genotipo x ambiente, ésta fue altamente significativa para el rendimiento; el número de espiguillas/espiga y el peso hectolítrico. no así para la longitud de espiga, número de granos/espiga y peso de 1000 granos.

### Prueba de Comparación de Medias

#### Rendimiento

La prueba utilizada para comparar las medias combinadas de rendimiento de los genotipos y ambientes fue la de Duncan al 5 por ciento. En el Cuadro 4.8 se presentan los

CUADRO 4.7. Resultados del análisis de varianza combinado para rendimiento y sus componentes.

F.V.	G.L.	Rendimiento	Longitud de espiga	No. de espigu llas / espiga	No. de granos/ espiga	Peso de 1000 granos	Peso hectolítrico
Ambientes	6	44.83	20.69	104.31	2133.26	377.77	95.36
Blog/amb	14	20.27**	9.54**	47.36**	944.42**	154.79**	46.41**
Genotipos	6	1.02**	4.72**	2.89	251.85**	109.26**	59.81**
Gen x Amb	36	0.27**	1.07	3.72**	33.13	14.35	3.47**
Error	84	0.08	0.77	1.51	27.31	8.90	1.38
Total	46						
C.V. (%)		13.94	8.41	5.50	10.25	7.62	2.02

\*\* Significativos al 1 % de probabilidad

CUADRO 4.8. Comparación de medias de rendimiento de siete genotipos de triticale, evaluados en siete ambientes del Norte de México.

Genotipo número	Genealogía	Rendimiento medio ton/ha	Comparación de medias *
3	BGL-CIN x MUS "S"	3.425428	a
6	STIER "S"	3.424190	a
7	ERONGA 83	3.357952	a b
4	WHALE "S"	3.321905	a b c
2	PANCHE 7287	3.205571	b c
1	BGL-CIN x IRA-BGL	3.072048	c
5	RHINO "S"	2.822286	d

\* Medias unidas por la misma letra son estadísticamente iguales (Duncan al 5 % de probabilidad)

resultados de esta prueba, así como su producción media, -  
 formándose cuatro grupos de significancia estadística, in -  
 cluyéndose a los genotipos, tres, seis, siete y cuatro como los  
 de mayor rendimiento con respecto al resto de los genotipos. -  
 En base a estos resultados, cabe mencionar que los genotipos  
 que formaron el primer grupo que presentaron dicha caracterís-  
 tica sobresaliente se podrían considerar como candidatos -  
 a utilizarse en programas de cruzamiento si en ellos se deter-  
 minaran otras características agronómicas deseables y así po-  
 derlas establecer como variedades deseables.

Por otro lado, es importante mencionar que el compor-  
 tamiento de los ambientes en cuanto a la producción media de-  
 terminan a la localidad de CAEZAR 87-88, como la que mostró  
 superioridad al resto de los ambientes, sobresaliendo el am-  
 biente de NV 86-87 por comportarse en forma semejante en pro-  
 ducción al anterior ambiente y considerándose también a los  
 ambientes de CAESIA 86-87, San Isidro 86-87 y CAESIA 87 den-  
 tro del mismo rango estadístico. Por último, se encuentra  
 la localidad de NV 87, que demostró la producción más baja y  
 diferente estadísticamente del resto de los ambientes (Cua-  
 dro 4.9).

#### Longitud de Espiga

Para el componente longitud de espiga, se efectuó -  
 también la prueba de comparación de medias de Duncan al ni-  
 vel del 5 por ciento de probabilidad, donde los resultados  
 fueron los siguientes:

CUADRO 4.9. Comparación de ambientes considerando la producción media de cada localidad para el análisis combinado.

Ambiente número	Ambiente	Producción media ton/ha	Comparación de medias*
3	CAEZAR 87-88	4.585334	a
6	NV-86-87	4.438952	a
2	NV-87-88	4.117953	a b
1	CAESIA 86-87	4.007952	a b
7	San Isidro 86-87	3.001286	a b
5	CAESIA 87 (verano)	1.501191	a b
4	NV - 87 (verano)	0.976714	b

\* Medias unidas por la misma letra son estadísticamente iguales, según (Duncan al 5 % de probabilidad)

Para el caso de los genotipos se encontró que la variedad "Stier"s" presentó el valor superior del componente en estudio comportándose estadísticamente diferente al resto de los genotipos, mientras que la variedad BGL-CIN x MUS"S" se comportó diferente a la variedad Whale"s" y al testigo comercial Eronga 83, pero estadísticamente igual al resto de los genotipos con los que fue comparado.

Es importante mencionar que los dos primeros genotipos antes mencionados incluyendo también a la variedad Panche 7287 sobresalen por ser superiores al valor medio general. Esto puede observarse en el Cuadro 4.10. Por otro lado, en el Cuadro 4.11 se muestran los valores correspondientes a la prueba de comparación de ambientes que indican que el ambiente de NV 87 por presentar el valor más bajo en longitud de espiga fue inferior estadísticamente al resto de los ambientes; sobresaliendo los ambientes de CAESIA 86-87 y NV 86-87, sembrados bajo riego.

#### Número de Espiguillas/Espiga

Los resultados indicaron que los genotipos dos, seis, cuatro y tres superaron el valor de la media general, comportándose en forma semejante, mientras que los genotipos uno y siete (testigo comercial Eronga 83), tuvieron un valor inferior a la media, pero - siendo estadísticamente igual a los antes mencionados, determinándose por último a la variedad "Rhino"s" como inferior estadísticamente al resto de los genotipos; estos resultados se observan en el Cuadro 4.12. Posteriormente, en el Cuadro 4.13 se -

CUADRO 4.10. Comparación de medias del componente longitud de espiga de siete genotipos de Triticale evaluados en siete ambientes del Norte de México.

Genotipo número	Genotipo	Longitud media (cm)	Comparación de medias *
6	STIER "S"	11.32	a
3	BGL-CIN x MUS "S"	10.74	b
2	PANCHE 7287	10.46	b c
1	BGL-CIN x IRA-BGL	10.36	b c
5	RHINO "S"	10.31	b c
7	ERONGA 83	10.02	c
4	WHALE "S"	9.90	c

\* Medias unidas por la misma letra son estadísticamente iguales (Duncan al 5 % de probabilidad)

CUADRO 4.11. Comparación de ambientes, considerando la media de longitud de espiga por localidad.

Ambiente número	Ambiente	Longitud media (cm)	Comparación de medias
1	CAESIA 86-87	11.87	a
6	NV 86-87	11.54	a
3	CAEZAR 87-88	10.47	a b
7	San Isidro de Gómez 86-87	10.33	a b
2	NV 87-88	9.96	a b
5	CAESIA 87	9.93	a b
4	NV-87	8.99	b

\* Medias unidas por la misma letra son estadísticamente iguales (Duncan al 5 % de probabilidad)



CUADRO 4.12. Comparación de medias del componente número de espiguillas/espiga de siete genotipos de Triti-cale, evaluados en siete ambientes del Norte de México.

Genotipo número	Genotipo	Valor medio del número de espiguillas/espiga	Comparación de medias*
2	PANCHE 7287	24.16	a
6	STIER "S"	24.11	a
4	WHALE "S"	24.02	a
3	BGL-CIN x MUS "S"	24.00	a
1	BGL-CIN x IRA -BGL	23.69	a b
7	ERONGA 83	23.52	a b
5	RHINO "S"	23.13	b

\* Medias unidas por la misma letra son estadísticamente iguales, (Duncan al 5 % de probabilidad)

CUADRO 4.13. Comparación media de ambientes, considerando la media del número de espiguillas/espiga por ambiente.

Ambiente número	Ambiente	No. de espiguillas/espiga	Comparación de medias *
1	CAESIA 86-87	27.26	a
6	NV 86-87	25.72	a
7	SAN ISIDRO 86-87	24.40	a b
2	NV 87-88	23.14	a b
3	CAEZAR 87-88	23.03	a b
5	CAESIA 87	22.60	a b
4	NV-87	20.43	b

\* Medias unidas por la misma letra son estadísticamente iguales, (Duncan, al 5 % de probabilidad)

muestra la producción media de ambientes al ser comparados, sobresaliendo las unidades experimentales de CAESIA 86-87, NV 86-87 y San Isidro 86-87 por superar el valor medio general, pero encontrándose también que presentaron una producción estadísticamente igual a NV 87-88; CAEZAR 87-88 y CAESIA 87, sólo diferenciándose de todos ellos Nv 87 que resultó ser el ambiente que presentó el más bajo valor que fue de 20.43 espiguillas/espiga, considerándose como causa principal el hecho de haber sido sembrado bajo condiciones de temporal y que durante este ciclo se presentó un período de sequía 45 días después de la fecha de siembra, el cual prevaleció 30 días aproximadamente, por lo cual no hubo la suficiente humedad que es un factor importante en la fenología de los cereales.

#### Número de Granos/Espiga

Al aplicar la prueba de comparación de medias de Duncan al 5 por ciento de probabilidad, se obtuvieron resultados que muestran que la variedad Panche 7287 fue estadísticamente superior a la mayoría de los genotipos, a excepción de la variedad Stier"s".

Las comparaciones de los genotipos restantes en estudio no mostraron ninguna diferencia estadística, observándose los resultados antes mencionados en el Cuadro 4.14. Otra comparación fue la de los ambientes de prueba, cuyos resultados se observan en el Cuadro 4.15, indicando que la localidad

CUADRO 4.14. Comparación de medias del número de granos/espiga de siete genotipos de Triticale, evaluados en siete ambientes del Norte de México.

Genotipo número	Genealogía	Valor medio de granos / espiga	Comparación de medias *
2	PANCHE 7287	57.36	a
6	STIER"S"	54.47	a b
3	BGL-CIN x MUS"S"	53.97	b c
1	BGL-CIN x IRA-BGL	50.59	c d
4	WHALE"S"	50.41	c d
5	RHINO"S"	48.36	d
7	ERONGA 83	48.05	d

\* Medias unidas por la misma letra son estadísticamente iguales (Duncan al 5 % de probabilidad)

CUADRO 4.15. Comparación media de ambientes de granos/ espiga en cada ambiente.

Ambiente número	Ambiente	Número de granos/ espiga	Comparación de medias *
1	CAESIA 86-87	64.98	a
6	NV 86-87	59.34	a
7	SAN ISIDRO 86-87	57.52	a b
5	CAESIA 87	53.50	a b
2	NV 87-88	43.38	a b
3	CAEZAR 87-88	44.29	a b
4	NV-87	35.21	b

\* Medias unidas por la misma letra son estadísticamente iguales  
(Duncan al 5 % de probabilidad)

de NV 87, la cual se sembró bajo condiciones de temporal fue estadísticamente inferior a los ambientes de CAESIA 86-87 y NV 86-87.

#### Peso de 1000 granos

En los Cuadros 4.16 y 4.17 se muestran los resultados de la prueba de comparación de medias del componente peso de 1000 granos de cada genotipo en los ambientes de prueba, así como la producción media para cada uno de éstos. Al efectuar la comparación entre genotipos, los resultados indicaron que el genotipo 7, que corresponde al testigo comercial Eronga 83 fue significativamente superior al resto de los genotipos. Por último, se tiene a los genotipos tres y cuatro que únicamente presentan diferencia significativa con el genotipo seis, pero comportándose estadísticamente igual al resto de los genotipos, con los cuales fueron comparados. Por otro lado, comparando la producción entre ambientes se obtuvieron resultados que indicaron que el ambiente dos, correspondiente a la localidad de NV 87-88, fue significativamente superior al resto de los ambientes, pero comportándose estadísticamente igual al de NV 86-87, los cuales fueron sembrados bajo condiciones de riego. No obstante, los ambientes de CAEZAR 87-88, CAESIA 86-87, CAESIA 87 y San Isidro 86-87, estadísticamente tuvieron los mismos valores medios, pero más bajos que las dos localidades antes mencionadas. Por último, el valor más bajo lo presentó el ambiente de NV 87, atribuyéndose al hecho que haya sido sembrado bajo condiciones de temporal.

CUADRO 4.16. Comparación de medias del peso de 1000 granos de siete genotipos de triticale, evaluados en siete ambientes del Norte de México.

Genotipo número	Genealogía	Valor medio de peso de 1000 granos	Comparación de medias *
7	ERONGA 83	43.96	a
2	PANCHE 7287	41.08	b
4	WHALE "S"	39.61	b c
3	BGL-CIN x MUS "S"	39.60	b c
1	BGL-CIN x IRA-BCL	38.42	c d
5	RHINO "S"	38.22	c d
6	STIER "S"	36.99	d

\* Medias unidas por la misma letra son estadísticamente iguales  
(Duncan al 5 % de probabilidad)

CUADRO 4.17. Comparación media de ambientes del peso de 1000 granos en cada ambiente.

Ambiente número	Ambiente	Peso de 1000 granos	Comparación de medias *
2	NV 87-88	45.13	a
6	NV 86-87	42.23	a
3	CAEZAR 87-88	41.05	a b
1	CAESIA 86-87	39.90	a b
5	CAESIA 87	39.40	a b
7	SAN ISIDRO 86-87	37.92	a b
4	NV 87	32.25	b

\* Medias unidas por la misma letra son estadísticamente iguales (Duncan al 5 % de probabilidad)



Peso Hectolítrico

En los Cuadros 4.18 y 4.19 se presentan los valores medios del componente peso hectolítrico en el genotipo en todos los ambientes de prueba, así como la producción de éstos, respectivamente. La prueba empleada para la comparación de medias es la misma que se aplicó para los anteriores componentes; en base a la comparación se tienen los siguientes resultados para el caso de los genotipos se tiene que el testigo comercial Eronga 83 presentó el valor más bajo y fue estadísticamente igual a las variables Whale"s" y BGL-CIN x IRA-BGL, pero diferente a los demás con los cuales fue comparado; los genotipos antes mencionados también tuvieron un comportamiento semejante al ser comparados entre sí, incluyendo a la variedad PANCHE 7287. El resto de los genotipos al ser comparados demostraron una diferencia estadística entre ellos. Una vez aplicada esta prueba a los genotipos también se efectuó en los ambientes donde se establecieron los experimentos donde los resultados reportan que sólo hubo diferencia estadística del ambiente NV-86-87, con respecto a todas las restantes localidades, determinándose así a CAEZAR 87-88 en el cual se obtuvieron los máximos valores, mientras que entre el resto de los ambientes de prueba no hubo diferencia significativa.

CUADRO 4.18. Comparación media de peso hectolítrico de siete genotipos de Triticale, evaluados en siete ambientes del Norte de México.

Ambiente número	Genealogía	Peso hectolítrico kg/hl	Comparación de medias *
5	RHINO"S"	70.99	a
3	BGL-CIN x MUS"S"	69.44	b
6	STIER"S"	69.13	c
2	PANCHE 7287	68.46	d
1	BGL-CIN x IRA BGL	68.45	d
4	WHALE"S"	68.17	d
7	ERONGA 83	65.40	e

\* Medias unidas con la misma letra son estadísticamente iguales (Duncan al 5 % de probabilidad)

CUADRO 4.19. Comparación de ambientes considerando la media por localidad en el componente peso hectolítrico.

Genotipo número	Ambiente	Producción media	Comparación de medias*
3	CAEZAR 87-88	71.94	a
7	SAN ISIDRO 86-87	70.77	a b
5	CAESIA 87	69.38	a b
1	CAESIA 86-87	67.47	a b
2	NV - 87-88	66.94	a b
4	NV - 87	66.90	a b
6	NV 86-87	66.62	b

\* Medias unidas con la misma letra son estadísticamente iguales  
(Duncan al 5 % de probabilidad)

## Estabilidad

Los resultados de los análisis de varianza y parámetros de estabilidad se discuten para cada variable.

### Rendimiento de Grano

Los resultados del análisis de varianza de estabilidad para esta característica se presentan en el Cuadro 4.20, encontrándose alta significancia estadística entre variedades, indicando diferencias de comportamiento entre los genotipos.

Se encontró diferencia entre las localidades, indicada por la alta significancia estadística en la fuente de variación ambientes lineal. La no significancia de la fuente de variación variedades x ambientes lineal, indica que no hubo diferencias significativas entre los coeficientes de regresión de las variedades.

Asímismo, la significancia estadística de la desviación conjunta, indica que una parte de la suma de cuadrados de la interacción genotipo por ambiente es no lineal.

En base a los valores de los parámetros de estabilidad (Cuadro 4.21), se encontró que las siete variedades, excepto una (tratamiento 4) tuvieron un coeficiente de regresión estadísticamente igual a uno ( $b = 1$ ), estas variedades se consideran estables para este carácter a través de los ambientes estudiados; asímismo, sólo uno de los siete genotipos (tratamiento 1), presentó un valor de desviaciones de

CUADRO 4.20. Análisis de varianza para estimar los parámetros de estabilidad en rendimiento (Eberhart y Russell, 1966).

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios
Total	48	
Variedades (V) $CM_1$	6	0.342**
Ambientes (A) + Ambiente residual	42	2.214
Var. x Amb. residual		
Ambiente lineal	1	89.67 **
Var. x Amb. lineal $CM_2$	6	0.143
Desviación conjunta $CM_3$	35	0.0697 *
Variedad 1	5	0.128*
Variedad 2	5	0.38
Variedad 3	5	0.072
Variedad 4	5	0.002
Variedad 5	5	0.082
Variedad 6	5	0.070
Variedad 7	5	0.096
Error conjunto	84	0.043

\* Diferencia significativa al 0.05  
 \*\* Diferencia altamente significativa al 0.01

CUADRO 4.21. Valor medio de rendimiento y parámetros de estabilidad de siete genotipos de Triticale del Programa de Cereales de la U.A.A.A.N., evaluados en siete ambientes del Norte de México.

Genotipo número	Valor medio de rendimiento (ton/ha)	Coefficiente de regresión (bi)	Desviación de regresión $s^2_{di}$	Situación según Carballo (1970)
3	3.43	0.89849	0.02908	A
6	3.42	1.13168	0.02740	A
7	3.36	1.06399	0.05303	A
4	3.32	1.08155 **	-0.04105	E
2	3.21	1.05148	-0.00596	A
1	3.07	0.88121	0.08372*	B
5	2.82	0.89162	0.03802	A

\* Diferencia significativa al 0.05

\*\* Diferencia altamente significativa al 0.01

A Variedad estable

B Buena respuesta en todos los ambientes, pero inconsistente

E Responde en buenos ambientes, consistente.

regresión diferente de cero, indicando un comportamiento inconsistente al probarse en diferentes ambientes, según la clasificación de Carballo (1970).

En las Figuras 4.1 y 4.2 se presentan las líneas de regresión de las siete variedades y su dispersión en comparación con la línea de regresión media. Así, tomando en cuenta los parámetros antes mencionados, las variedades que presentaron estabilidad y consistencia, es decir, consideradas "deseables" para rendimiento de grano, fueron los tratamientos 2, 3, 5, 6 y 7, sobresaliendo el tratamiento 3, por presentar la media más alta de rendimiento a través de ambientes, combinada con las dos características antes mencionadas

#### Longitud de Espiga

En el Cuadro 4.22 se presentan los resultados del análisis de varianza para estabilidad en esta característica, encontrándose, al igual que en rendimiento de grano, alta significancia estadística en la fuente de variación variedades la no significancia en la fuente de variación variedades x ambiente lineal indica que no hay diferencias significativas entre los coeficientes de regresión de las variedades para esta característica a través de los diferentes ambientes, los cuales fueron significativamente diferentes.

Asímismo, en el Cuadro 4.23, se presentan los valores de los parámetros de estabilidad en los siete genotipos probados, encontrándose que la totalidad de los tratamientos

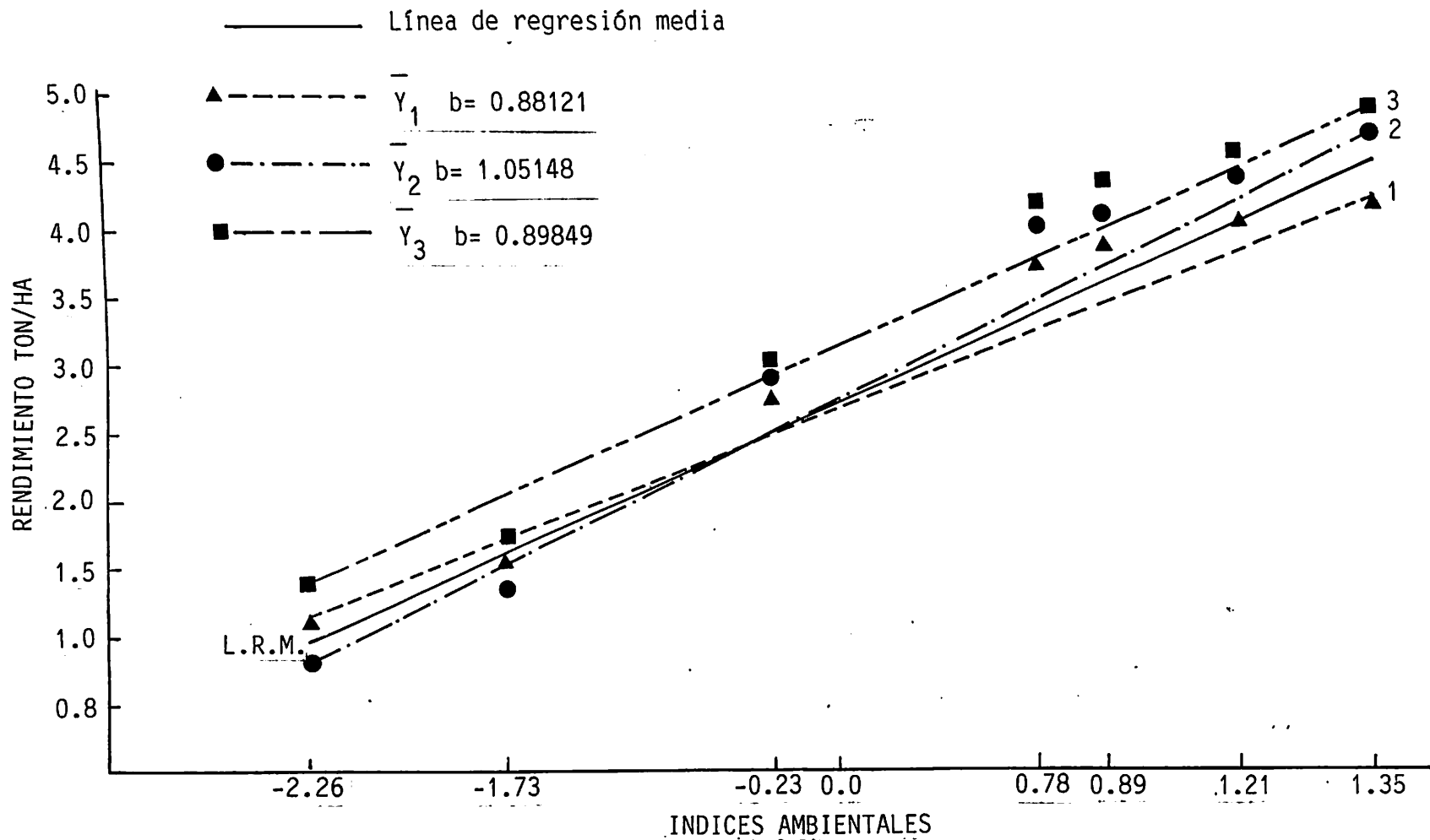


Fig. 4.1 Líneas de regresión para rendimiento de tres genotipos de triticale evaluados en siete ambientes del Norte de México.



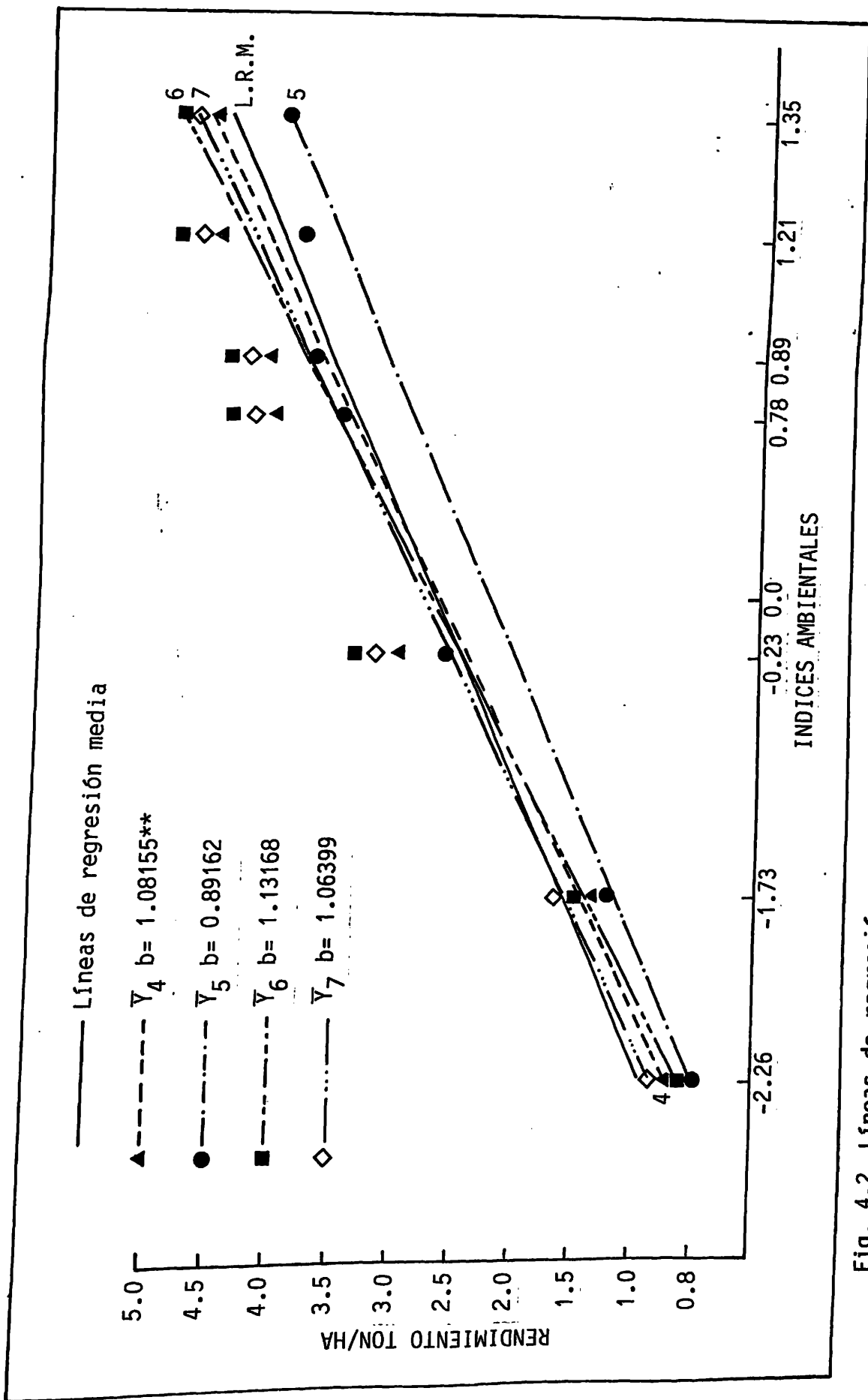


Fig. 4.2 Líneas de regresión para rendimiento de cuatro genotipos de triticale evaluados en siete ambientes del Norte de México.

CUADRO 4.22. Análisis de varianza para estimar los parámetros de estabilidad en longitud de espiga (Eberhart y Russell, 1966).

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios
Total	48	
Variedades (V) $CM_1$	6	1.575**
Ambiente (A) + Ambiente	6	
Var. x Amb. residual	36	
Ambiente lineal	42	1.29
Var. x Amb. lineal $CM_2$	1	41.38**
Desviación conjunta $CM_3$	6	0.612
Variedad 1	35	0.263
Variedad 2	5	0.264
Variedad 3	5	0.052
Variedad 4	5	0.33
Variedad 5	5	0.176
Variedad 6	5	0.468
Variedad 7	5	0.314
Error conjunto	84	0.236
		0.257

\*\* Diferencia altamente significativa al 0.01

CUADRO 4.23. Valor medio de longitud de espiga y parámetros de estabilidad de siete genotipos de Triticale del Programa de Cereales de la U.A.A.A.N., evaluados en siete ambientes del Norte de México.

Genotipo Número	Longitud media (cm)	Coficiente de regresión b <sub>i</sub>	Desviación de regre- sion s <sup>2</sup> di	Situación según Carballo (1970)
6	11.32	1.58165	0.05756	A
3	10.74	0.97391	0.07333	A
2	10.46	0.98072	-0.20559	A
1	10.36	0.66293	0.00650	A
5	10.31	1.11175	0.21095	A
7	10.02	1.07624	-0.02079	A
4	9.90	0.61267	-0.08138	A

A = Variedad estable

son estables y consistentes para esta característica, según Carballo (1970).

En las figuras 4.3 y 4.4 se presentan las líneas de regresión de los siete genotipos evaluados en comparación con la línea de regresión media.

#### Número de Espiguillas / Espiga

Los resultados del análisis de varianza para estabilidad en esta característica se presentan en el Cuadro 4.24 encontrándose alta significancia estadística en la fuente de variación ambiente lineal, indicando diferencias entre los ambientes de prueba. Asimismo, la alta significancia estadística registrada en la desviación conjunta, indica que una parte de la suma de cuadrados de la interacción genotipo por ambiente es no lineal, y las pruebas de significancia para los índices de estabilidad para esta característica pueden ser sesgadas a causa de la inclusión de efectos no lineales; aún así, el modelo lineal tiene todavía un valor considerable de predicción.

Con respecto a los valores de los parámetros de estabilidad, se encontró que la totalidad de las variedades presentaron un coeficiente de regresión igual a uno, considerándose como estables en el carácter de número de espiguillas por espiga en los diferentes ambientes. Sin embargo, los valores de desviaciones de regresión ( $S^2_{di}$ ) de tres de las variedades (cuatro, cinco y seis) fueron significativamente -

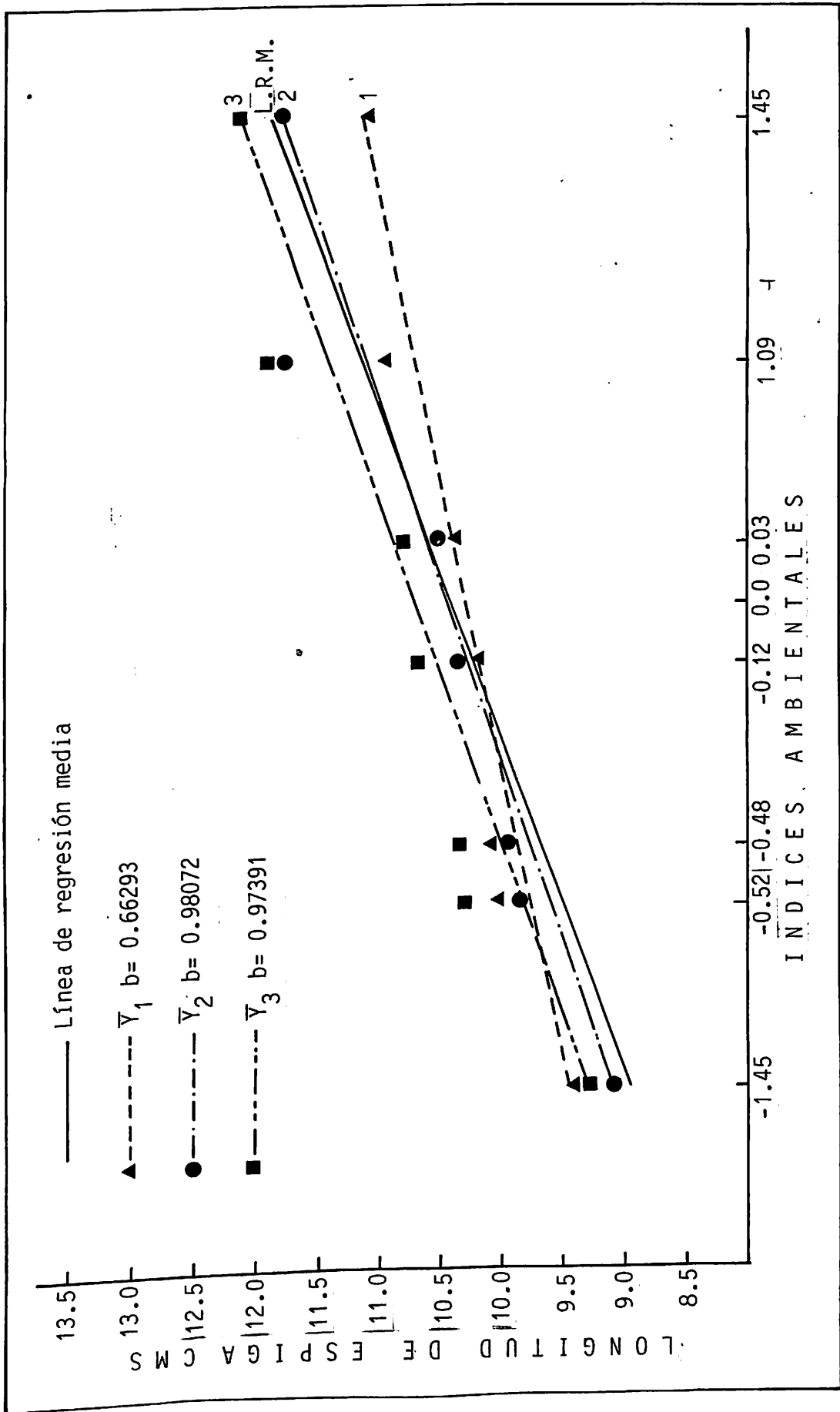


Fig. 4.3 Líneas de regresión para longitud de espiga de tres genotipos de triticale evaluados en siete ambientes del Norte de México.

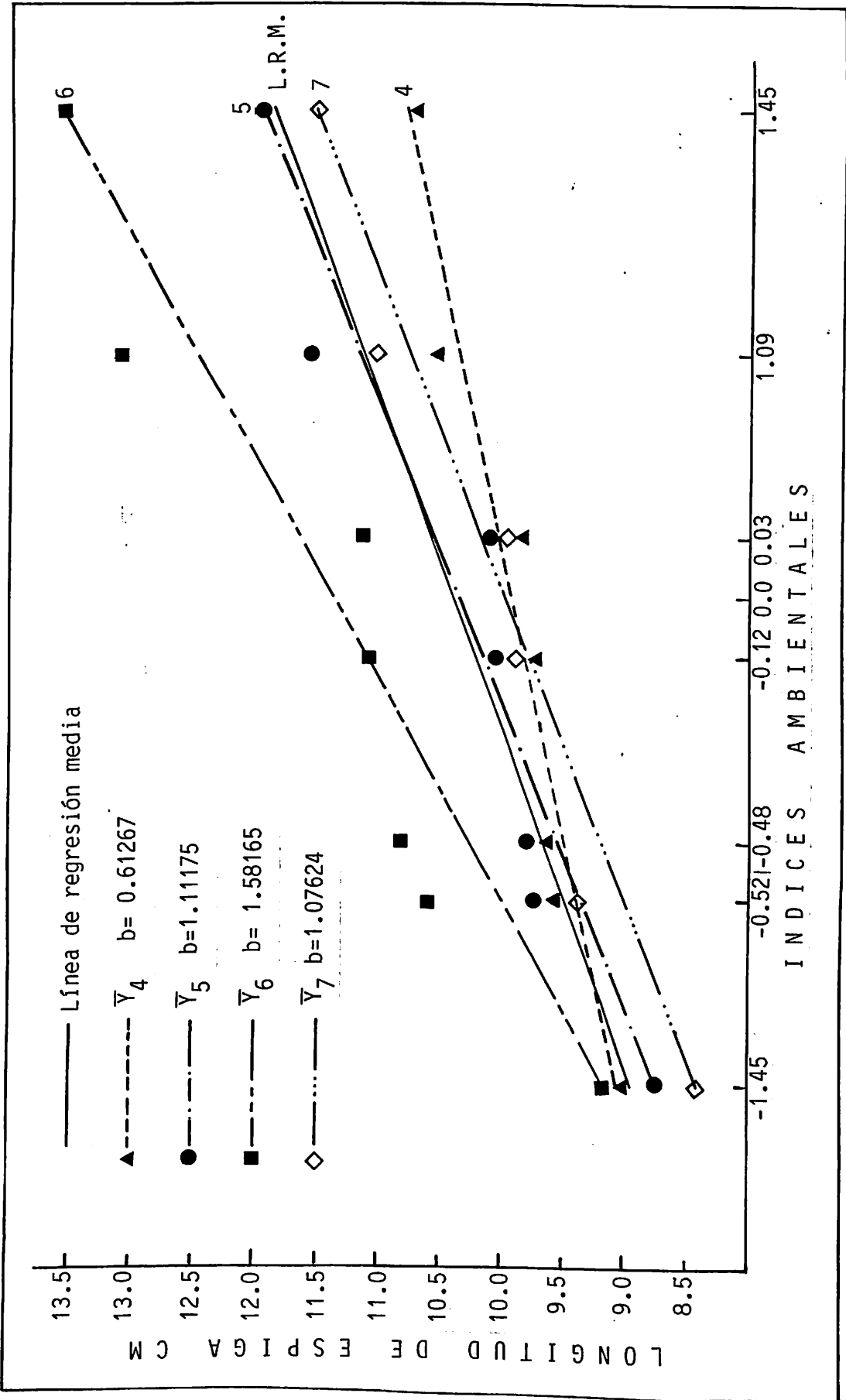


Fig. 4,4 Líneas de regresión para longitud de espiga de cuatro genotipos de triticale evaluados en siete ambientes del Norte de México.

CUADRO 4.24. Análisis de varianza para estimar los parámetros de estabilidad en número de espiguillas/espiga (Eberhart y Russell, 1966).

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios
Total	48	5.40
Variedades CM <sub>1</sub>	6	0.96
Ambientes (A) + Var. x Amb. residual	36 6	6.03
Ambiente lineal	1	208.62 **
Var. x amb. lineal CM <sub>2</sub>	6	1.63
Desviación conjunta CM <sub>3</sub>	35	0.99 **
Variedad 1	5	0.38
Variedad 2	5	0.47
Variedad 3	5	0.95
Variedad 4	5	1.95 **
Variedad 5	5	1.2*
Variedad 6	5	1.36*
Variedad 7	5	0.66
Error conjunto	84	0.50

\* Diferencia significativa al 0.05

\*\* Diferencia altamente significativa al 0.01

diferentes de cero, indicando que su comportamiento es inconsistente al cambiar los ambientes. (Cuadro 4.25).

En las Figuras 4.5 y 4.6 se presentan las líneas de regresión de las siete variedades y su dispersión en comparación con la línea de regresión media, tomando en cuenta los parámetros antes mencionados, las variedades que presentaron "estabilidad" y "consistencia", según Carballo (1970), es decir, consideradas "deseables" para este carácter, fueron los tratamientos 1, 2, 3 y 7.

#### Número de Granos por Espiga

Los resultados del análisis de varianza para esta característica se presentan en el Cuadro 4.26, encontrándose alta significancia estadística en la fuente de variación variedades, indicando diferencias de comportamiento entre las mismas para este carácter. La alta significancia encontrada en ambientes (lineal), indica las diferencias existentes entre los ambientes de prueba.

Por otra parte, no se encontraron diferencias estadísticas en las fuentes de variación variedades por ambiente lineal y desviación conjunta, indicando las similitudes entre los coeficientes de regresión y la ausencia de desviaciones de regresión de las variedades, corroborada en el Cuadro 4.27, donde se observa que la totalidad de las siete variedades utilizadas son estables y consistentes para este carácter, según Carballo (1970), indicando también el alto valor de -



CUADRO 4.25. Valor medio del número de espiguillas/espiga y parámetros de estabilidad de siete genotipos de Triticale del Programa de Cereales de la U.A.A.N., evaluados y ambientes del Norte de México.

Genotipo número	Valor medio del número de espiguillas/espiga	Coefficiente de regresión $b_i$	Desviaciones de regresión $s^2_{di}$	Situación según Carballo (1970)
2	24.12	0.99091	-0.03868	A
6	24.11	1.48865	0.085554 *	B
4	24.02	0.85278	1.45013 **	B
3	24.00	0.84902	0.44111	A
1	23.69	0.79377	-0.12286	A
7	23.52	1.04957	0.15377	A
5	23.13	0.97525	0.69521 *	B

\* Diferencia significativa al 0.05

\*\* Diferencia significativa al 0.01

A Variedad estable

B Buena respuesta en todos los ambientes, pero inconsistente

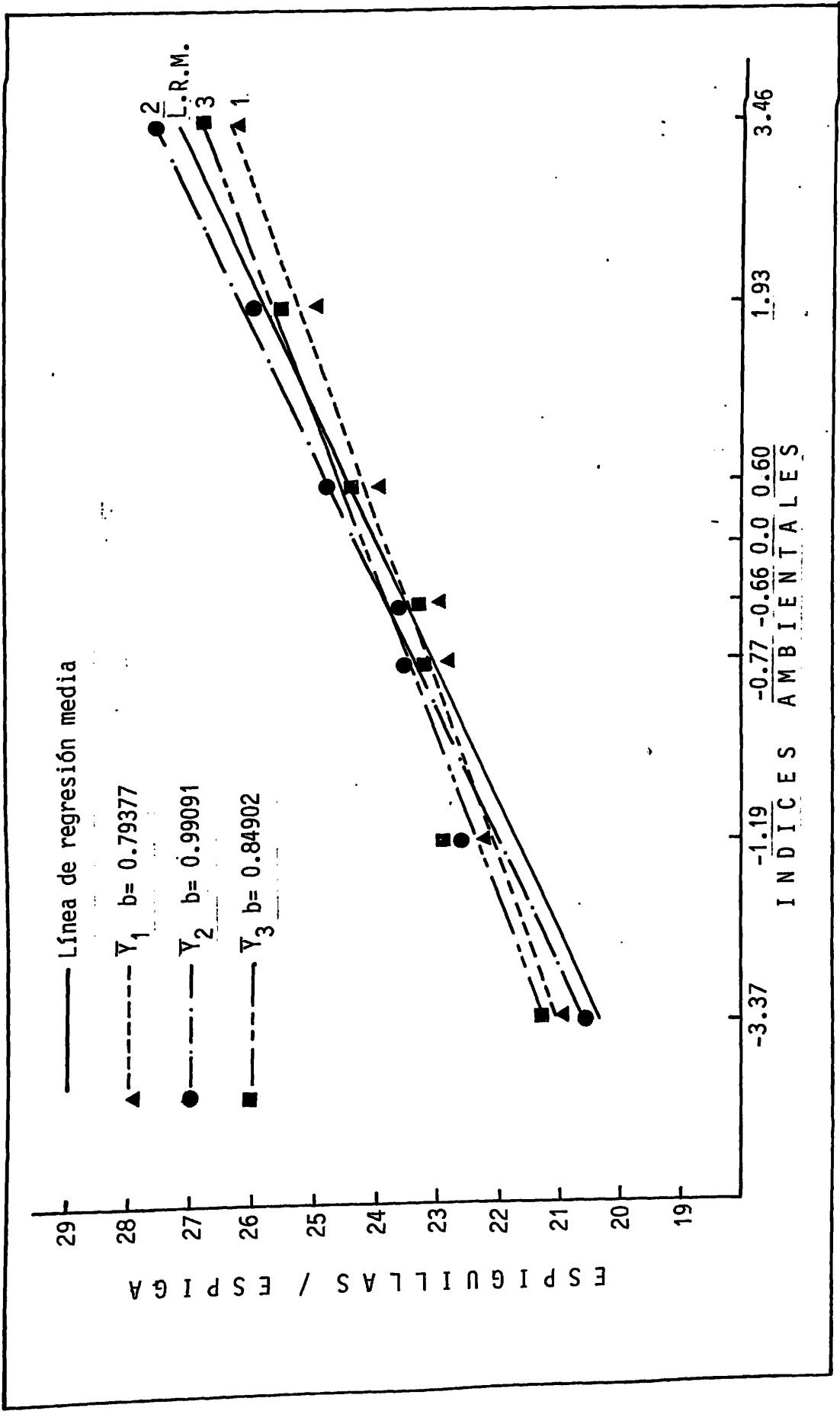


Fig. 4.5 Líneas de regresión para el número de espiguillas/espiga de tres genotipos de triticale evaluados en siete ambientes del Norte de México.

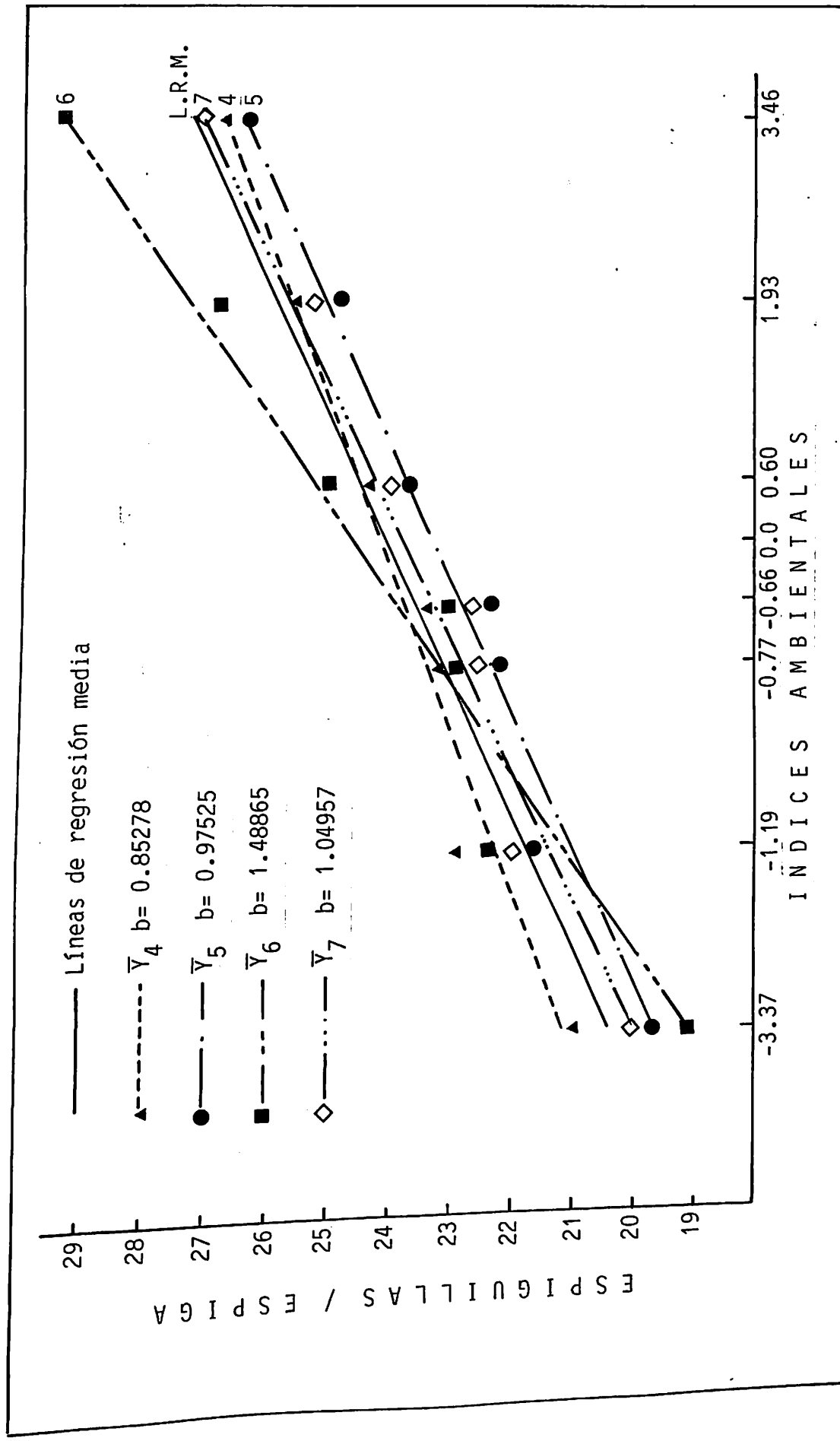


Fig. 4.6 Líneas de regresión para el número de espiguillas / espiga de cuatro genotipos de triticale evaluados en siete ambientes del Norte de México.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios
Total	48	
Variedades (V) $CM_1$	6	83.95
Ambientes (A) + Var. x Amb.	42	111.051
Ambiente lineal	1	4266.55**
Var. x Amb. lineal $CM_2$	6	13.365
Desviación conjunta $CM_3$	35	9.069
Variedad 1	5	8.09
Variedad 2	5	8.83
Variedad 3	5	7.14
Variedad 4	5	9.50
Variedad 5	5	9.89
Variedad 6	5	14.72
Variedad 7	5	5.31
Error conjunto	84	8.85

\*\* Alta diferencia significativa

CUADRO 4.27. Valor medio de granos/espiga y parámetros de estabilidad de siete genotipos de Triticale del Programa de Cereales de la U.A.A.N., evaluados en siete ambientes del Norte de México.

Genotipo	Granos/espiga	Coefficiente de regresión $b_i$	Desviaciones de regresión $S^2_{di}$	Situación según Carballo (1970)
2	57.36	0.87604	-0.01918	A
6	54.47	1.30386	5.86527	A
3	53.97	1.04975	-1.71404	A
1	50.59	0.95380	-0.76074	A
4	50.41	0.86641	0.65285	A
5	48.36	0.98360	1.04189	A
7	48.05	0.96658	-3.53660	A

A = Variedad estable

predicción del modelo lineal para esta característica, mostrado gráficamente en las Figuras 4.7 y 4.8

### Peso de 1000 Granos

Al realizar el análisis de varianza correspondiente, (Cuadro 4.28), se encontró alta significancia estadística entre variedades, indicando diferencias entre las mismas en la expresión de esta característica. Asimismo, la alta significancia en ambientes lineal indica la diferencia entre las localidades de prueba.

Con respecto a los parámetros de estabilidad, las variedades 1, 2, 4, 6 y 7 tuvieron un coeficiente de regresión igual a uno ( $b=1$ ) y desviaciones de regresión iguales a cero ( $s^2_{di} = 0$ ), considerándose estables y consistentes, según la clasificación de Carballo (1970). Las variedades 3 y 5 presentaron coeficientes de regresión iguales a uno ( $b=1$ ) y desviaciones de regresión diferentes de cero, considerándose según Carballo (1970), como estables, pero inconsistentes.

En las Figuras 4.9 y 4.10 se presentan las líneas de regresión de las siete variedades para este carácter y su dispersión en comparación con la línea de regresión media.

### Peso Hectolítrico.

En el Cuadro 4.30 se presentan los resultados del análisis de varianza para estabilidad de esta característica, encontrándose alta significancia estadística entre

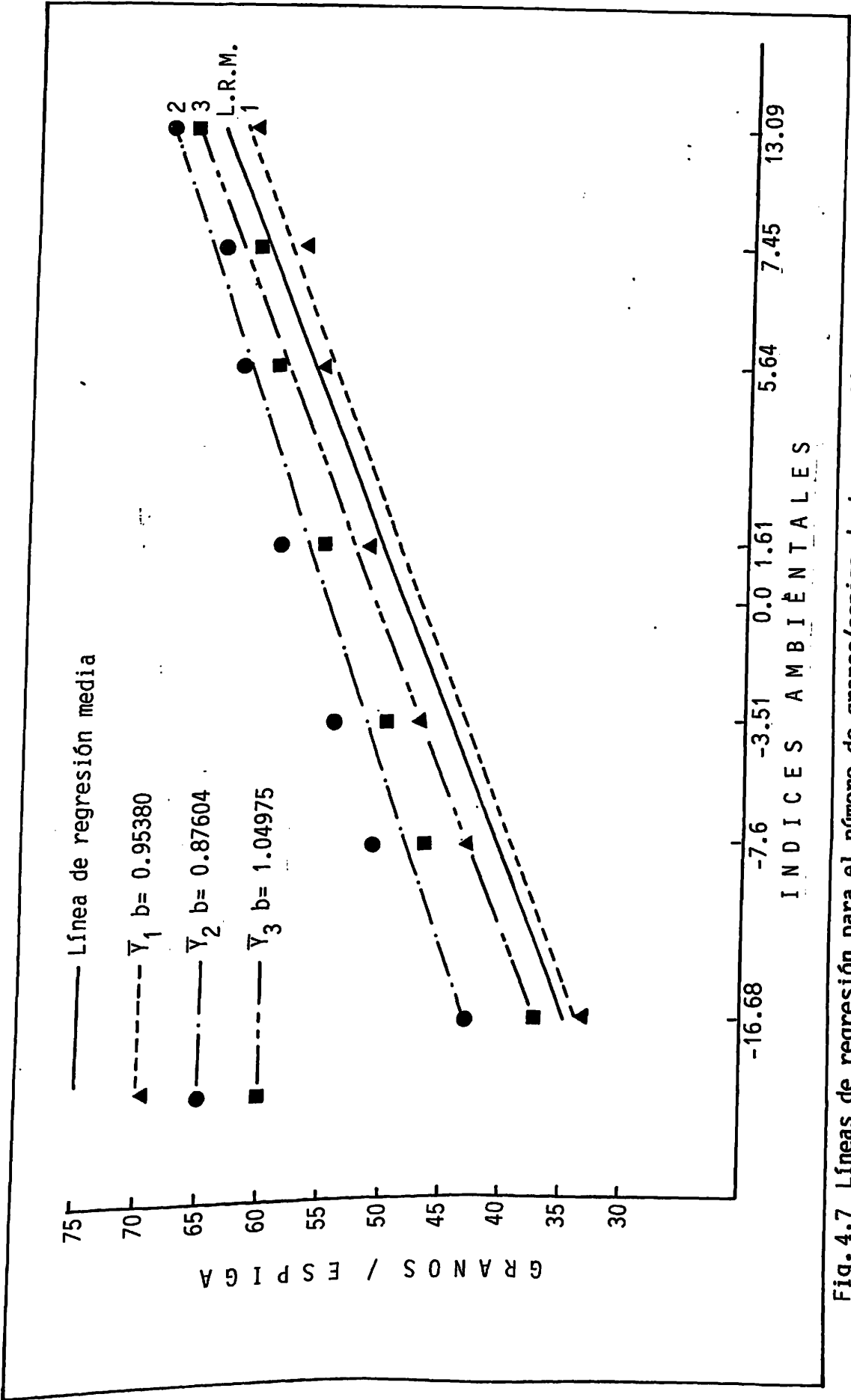


Fig. 4.7 Líneas de regresión para el número de granos/espiga de tres genotipos de triticale evaluados en siete ambientes del Norte de México.

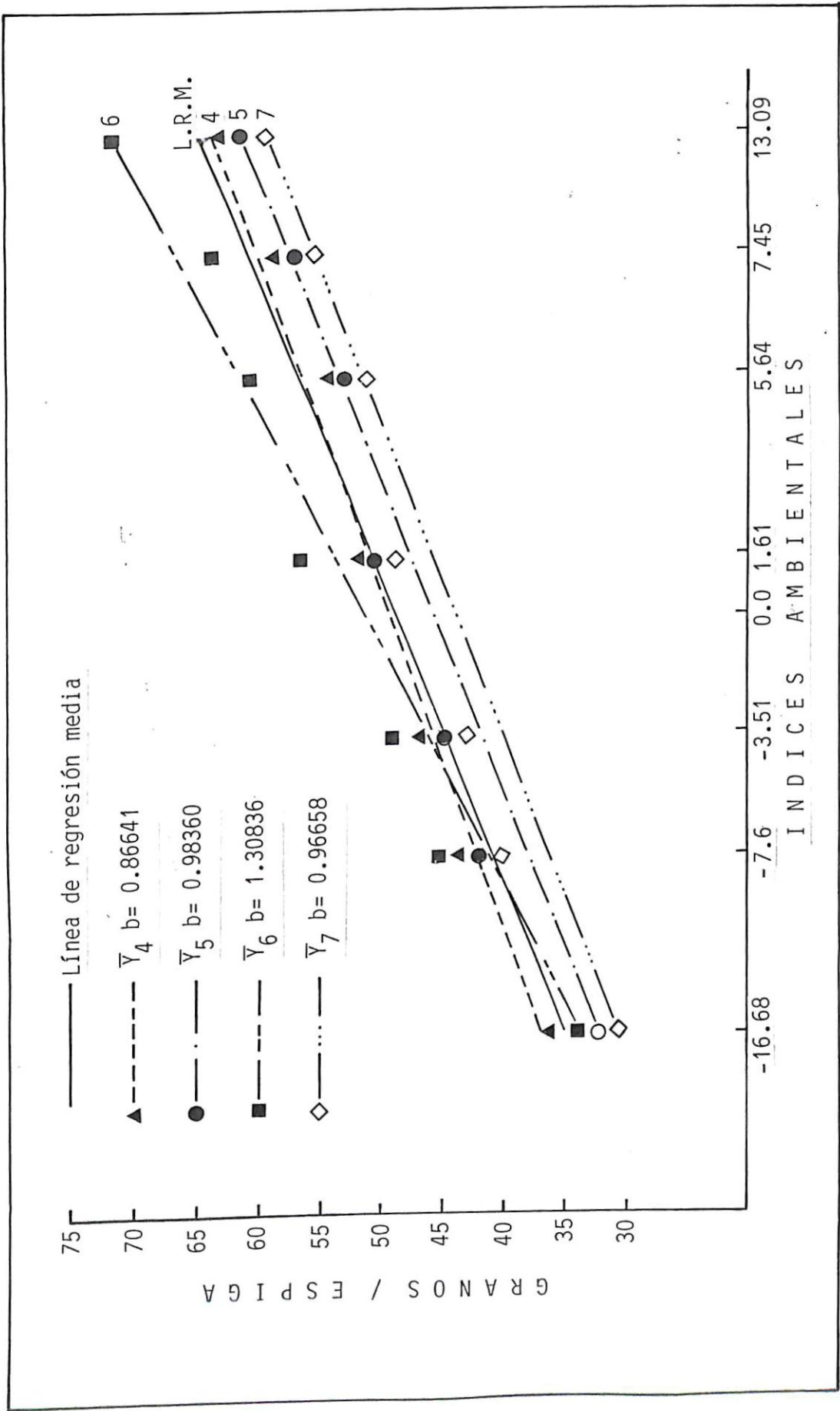


Fig. 4.8 Líneas de regresión para el número de granos/espiga de cuatro genotipos de triticale evaluados en siete ambientes del Norte de México.



Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios
Total	48	
Variedades (V)	6	36.428**
Ambientes (A) + Ambiente residual	42	20.185
Var. x Amb.		
Ambiente lineal	1	675.59**
Var. x amb. lineal	6	3.278
Desviación conjunta	35	4.358
Variedad 1	5	2.426
Variedad 2	5	3.554
Variedad 3	5	9.03*
Variedad 4	5	3.206
Variedad 5	5	8.33*
Variedad 6	5	1.49
Variedad 7	5	2.472
Error conjunto	84	2.965626556

\*\* Diferencia altamente significativa al nivel de 0.01

\* Diferencia significativa al nivel de 0.05

CUADRO 4.29. Valor medio del peso de 1000 granos y parámetros de estabilidad de siete genotipos de Triticale del Programa de Cereales de la U.A.A.N., evaluados en siete ambientes del Norte de México.

Genotipo	Peso de 1000 granos	Coefficiente de regresión	Desviación de regresión	Situación según Carballo (1970)
c		bi	S <sup>2</sup> di	
7	43.96	1.15092	-0.9434	A
2	41.08	0.77987	0.58877	A
4	39.61	1.08560	0.24054	A
3	39.60	1.23404	6.06392*	B
1	38.42	1.02076	-0.54008	A
5	38.22	0.73560	5.36437*	B
6	36.99	0.99317	-147645	A

A = Variedad estable

B = Buena respuesta en todos los ambientes, inconsistentes

\* = Diferencia significativa al 0.05

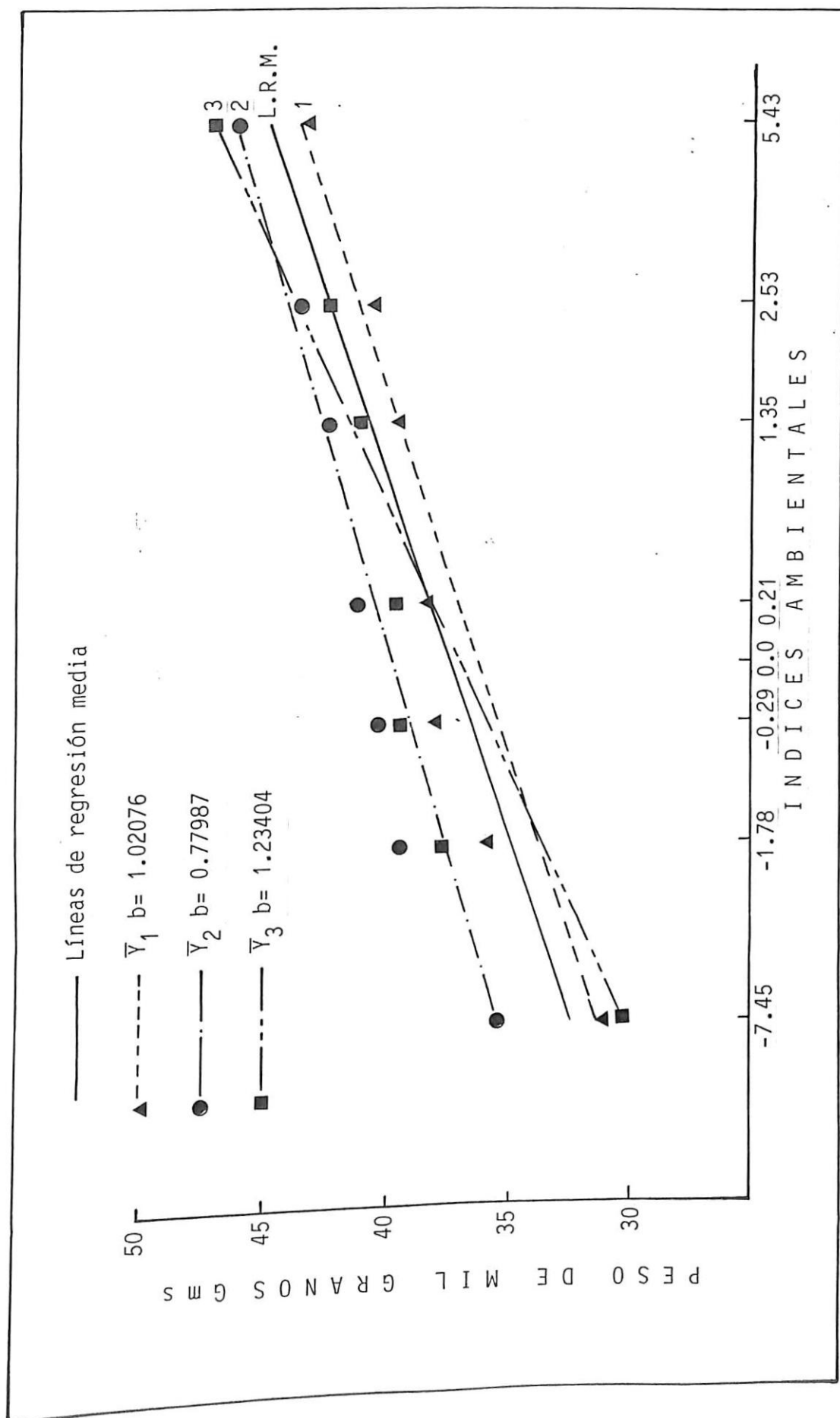


Fig. 4.9 Líneas de regresión para el peso de mil granos de tres genotipos de triticale evaluados en siete ambientes del Norte de México.

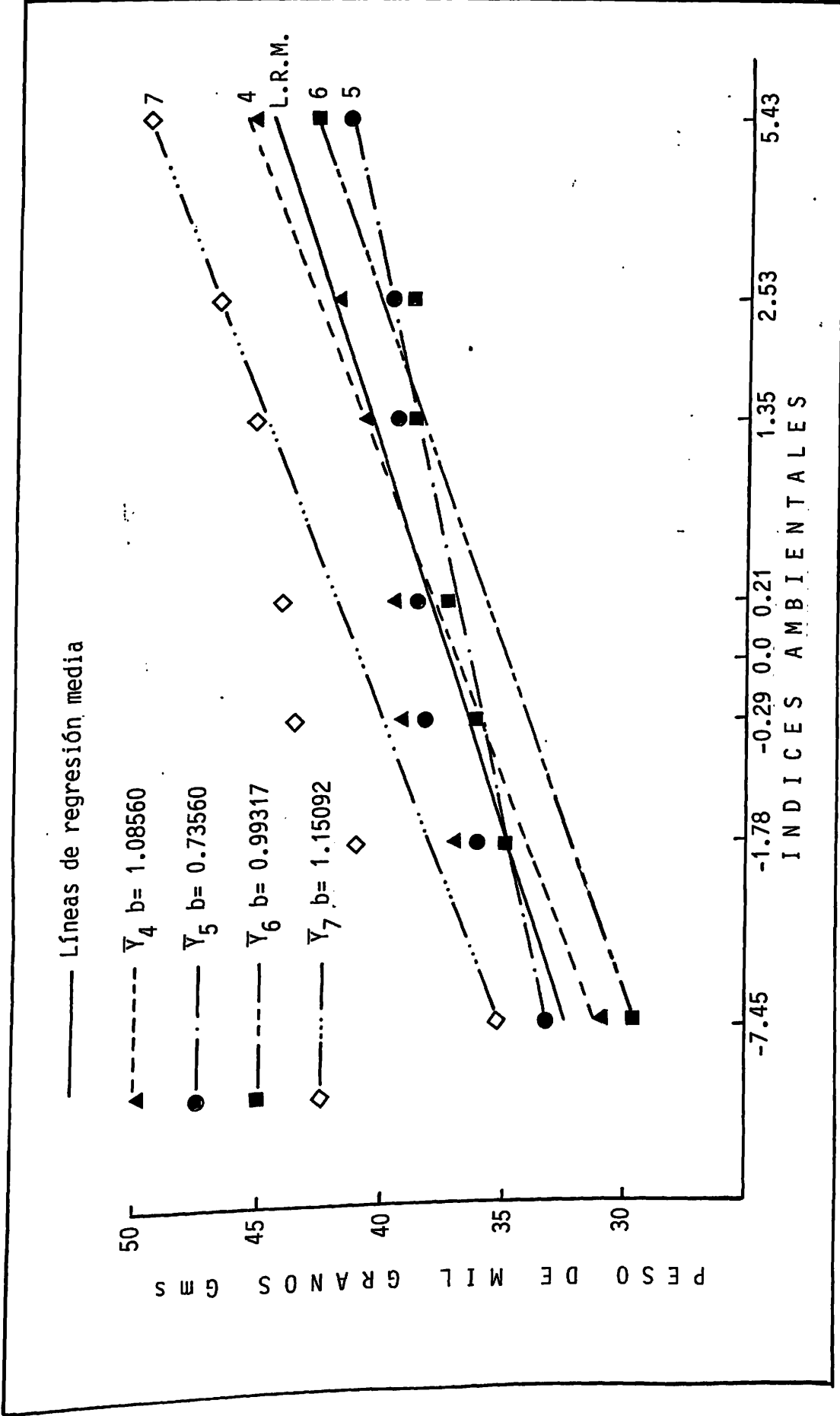


Fig. 4.10 Líneas de regresión para el peso de mil granos de cuatro genotipos de triticale evaluados en siete ambientes del Norte de México.

CUADRO 4.30. Análisis de varianza para estimar los parámetros de estabilidad en peso hectolítrico (Eberhart y Russell, 1966).

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios
Total	48	
Variedades (V) $CM_1$	6	19.953**
Ambientes (A) Ambiente 6 + residual 36	42	5.533
Var. x Amb.		
Ambiente lineal	1	190.88**
Var. x Amb. lineal $CM_2$	6	1.06
Desviación conjunta $CM_3$	35	1.005**
Variedad 1	5	0.356
Variedad 2	5	1.006
Variedad 3	5	0.152
Variedad 4	5	2.368**
Variedad 5	5	1.228
Variedad 6	5	0.390
Variedad 7	5	1.532*
Error conjunto	84	0.530

\*\* Diferencia altamente significativa al nivel de 0.01

\* Diferencia significativa al nivel de 0.05

variedades, indicando la diferencia entre las mismas en la expresión de este carácter. En el caso de ambiente lineal la alta significancia estadística indica la diferencia entre las localidades de prueba. La significancia encontrada en la desviación conjunta indica que una parte de la suma de cuadrados de la interacción genotipo por ambiente es no lineal. (Cuadro 4.30).

En base a los valores de los parámetros de estabilidad (Cuadro 4.31), se encontró que cinco variedades (1, 2, 3, 5 y 6), son consideradas como estables y consistentes para este carácter, según la clasificación de Carballo (1970), por tener coeficientes de regresión iguales a uno y desviaciones de regresión iguales a cero. Las variedades 4 y 7 quedaron clasificadas como estables, pero inconsistentes, por tener coeficientes de regresión iguales a uno ( $b=1$ ) y desviaciones de regresión diferentes de cero (Carballo, 1970).

En las Figuras 4.11 y 4.12 se presentan las líneas de regresión de las variedades y su dispersión, para este carácter en comparación con la línea de regresión media.

CUADRO 4.31. Valor promedio del peso hectolítrico y parámetros de estabilidad de siete genotipos de Triticale del Programa de Cereales de la U.A.A.A.N., evaluados en siete ambientes del Norte de México.

Genotipo No.	Valor promedio del peso hectolítrico	Coefficiente de regresión (bi)	Desviaciones de regresión ( $s^2_{di}$ )	Situación según Carballo (1970)
5	70.99	1.06116	0.69865	A
3	69.44	1.03593	-0.37758	A
6	69.13	0.98075	-0.14014	A
2	68.46	0.59054	0.47552	A
1	68.45	1.19294	-0.17402	A
4	68.17	0.98813	1.83726**	B
7	65.40	1.14988	1.00170	B

\* Diferencia significativa al 0.05

\*\* Diferencia altamente significativa al 0.01

A Variedad estable

B Buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistente

U. A. A. A. N.

005536

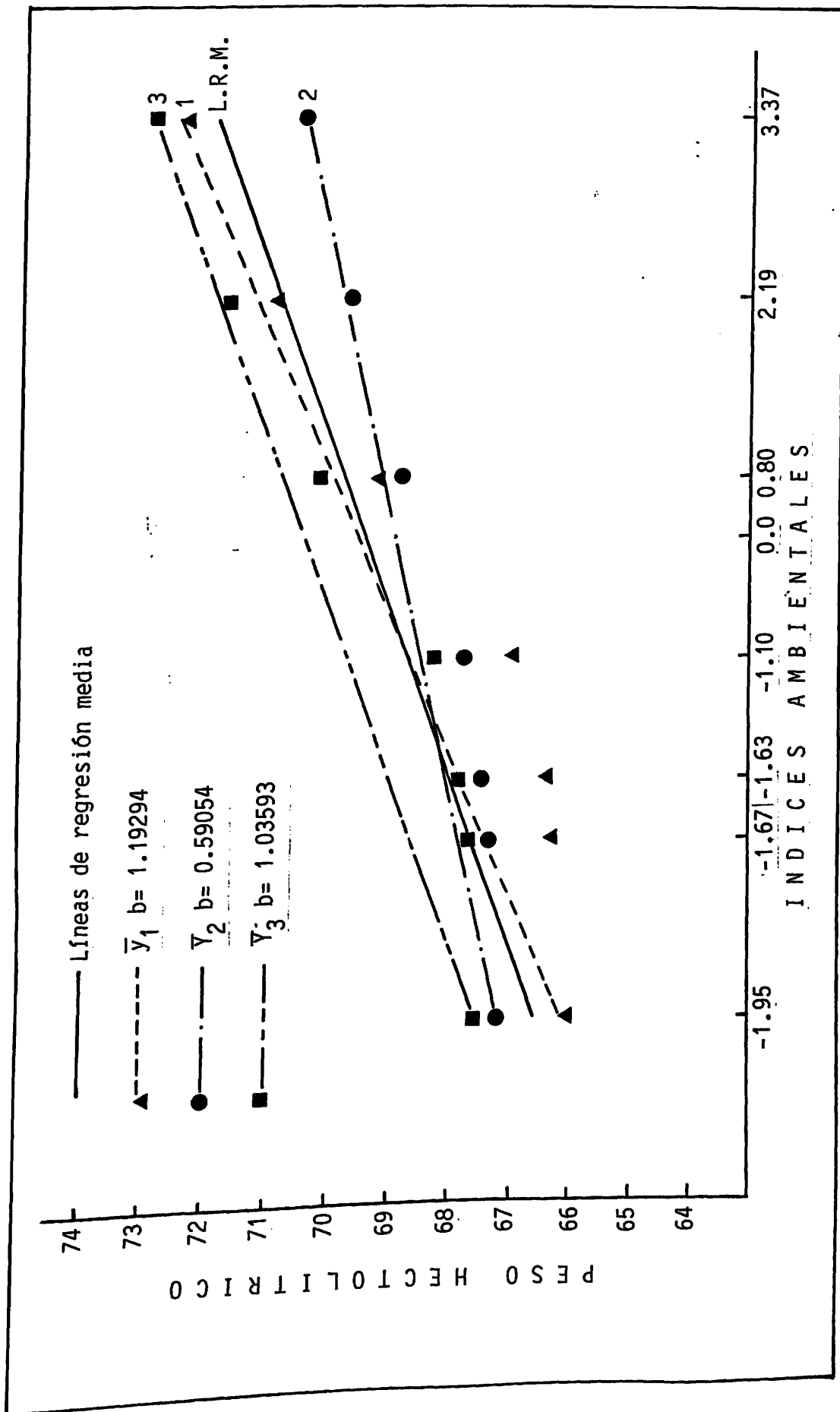


Fig. 4.11 Líneas de regresión para el peso hectolítrico de tres genotipos de triticale evaluados en siete ambientes del Norte de México.



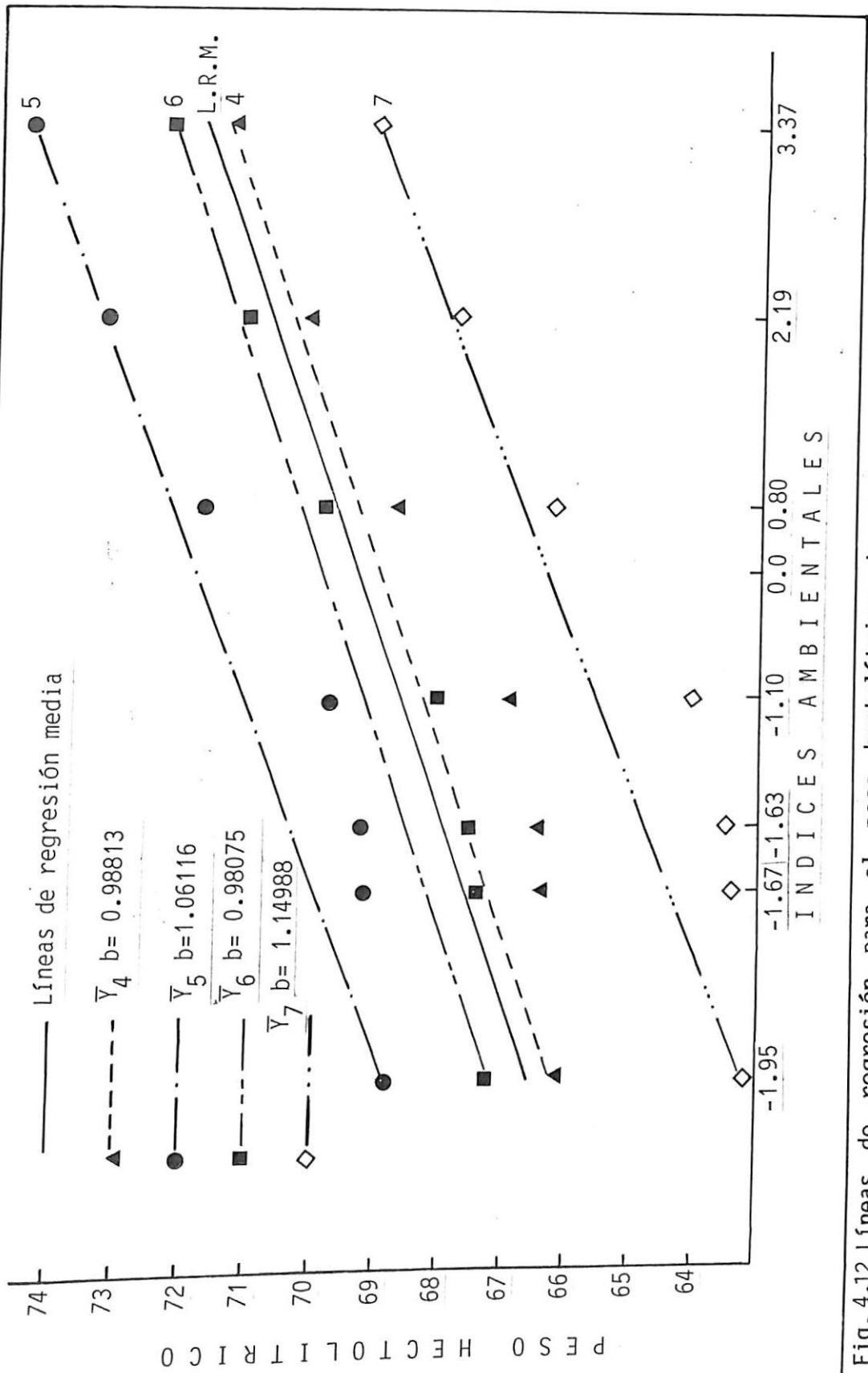


Fig. 4.12 Líneas de regresión para el peso hectolítrico de cuatro genotipos de triticale evaluados en siete ambientes del Norte de México.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y a las condiciones en las que se realizó este trabajo, se concluyó lo siguiente:

1. En la presente investigación la mayoría de las variables estudiadas presentaron respuestas lineales atribuyéndose lo anterior a la homogeneidad dentro de los genotipos estudiados, independientemente de la heterogeneidad encontrada entre los ambientes, por lo que el modelo utilizado tiene un considerable valor de predicción en el caso de los materiales y variables evaluadas.
2. El tratamiento 3, BGL-CIN x MUS"S" quedó clasificado dentro de la categoría de variable estable y consistente en todas las variables estudiadas, excepto en sus desviaciones de regresión en la variable peso de 1000 granos. Sin embargo, tomando en cuenta que presentó la media más alta de rendimiento a través de los ambientes utilizados, se consideró como variedad "deseable", según Carballo (1970), por lo que podría ser utilizada como progenitor en futuros programas de cruzamiento.

3. Independientemente de la relativa homogeneidad de comportamiento encontrada entre los genotipos para la mayoría de las variables, se considera que las interacciones genotipo - ambiente son tan importantes en triticale como en los otros cultivos.

## CAPITULO VI

### RESUMEN

En el presente estudio se evaluaron siete genotipos de Triticale proporcionados por el Programa de Cereales de la U.A.A.A.N., en un diseño de bloques completos al azar en siete localidades del Norte de México, con el objetivo principal de conocer la respuesta de los genotipos antes mencionados en diferentes ambientes para identificar su comportamiento con respecto a su adaptación y sensibilidad a los cambios ambientales, estimando la interacción genotipo - ambiente. Este efecto fue estimado para el rendimiento de grano y sus componentes principales como longitud de espiga, espiguillas/espiga, granos/espiga, peso de 1000 granos y peso hectolítrico, mediante la metodología de parámetros de estabilidad propuesta por Eberhart y Russell (1966), con la cual se identificó a la variedad BGL-CIN x MUS"S" como una variedad "deseable", por su estabilidad y media de rendimiento, la cual puede utilizarse en futuros programas de cruzamiento para incorporar estabilidad y alto potencial de rendimiento a materiales de Triticale para grano en el área geográfica mencionada.

## CAPITULO VII

### LITERATURA CITADA

- Alanís, B.L. 1966. Environmental and genotype environmental components of variability. I. Inbred Lines. *Heredity*. 21:387-397. Edinburg. Great Britain.
- Amézquita, M.C. y J.E. Muñoz. 1979. Manual estadístico para la experimentación en frijol (Phaseolus vulgaris) - versión preliminar. CIAT. Cali, Colombia. 25 p.
- Anderson, J.R. 1974. Risk-efficiency in the interpretation of agricultural production research. Review of marketing and agricultural economics. 42:131-184. United States of America.
- Atale, S.B. and M.G. Joshi. 1981. Study of genotype x environment interaction in triticale. *Plant Breeding - Abstract*. 51(3): p. 176. United States of America.
- Baker, R.J. 1969. Genotype-environment interaction variances in cereal yields in Western Canada. *Can. J. Plant Sci.* 48:293-298. Canada.
- \_\_\_\_\_. 1988. Test for crossover genotype-environmental interactions. *Can. J. Plant Sci.* 68:405-410. Canada.
- Bhatt, G.M. and N.F. Derera. 1975. Genotype x environment interactions for heritabilities of and correlations among quality traits in wheat. *Euphitica*. 24:597-604. Wageningen. United States of America.
- Borghi, B., B.M. Mariani and P.N. Manmana. 1977. Comparative trials of bread wheat varieties from 1974 to 1976: analysis of genotype environment interactions. *Plant breeding abstracts* 47(12): p. 951. United States of America.

- Borojevic, S. and W.A. Williams. 1982. Genotype x environment interactions for leaf area parameters and yield components and their effects on wheat yield. *Crop - Sci.* 22:1020-1025. United States of America.
- Bradshaw, A.D. 1965. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. *Adv. Genet.* 13:115-155. United States of America.
- Brennan, P.S. and D.E. Byth. 1979. Genotype environmental interactions for wheat yields and selection for - wheat yields and selection for widely adapted wheat genotypes. *Aust. J. Agric. Res.* 30:221-232. Australia.
- Camacho, C.M.A. 1981. Comparación de rendimiento y parámetros de estabilidad de mezclas de trigo (Triticum aestivum, L.) y sus componentes. Tesis profesional. U.A.CH., Chapingo, México.
- Campbell, L.G. and H.N. Lafever. 1980. Effect of location and years upon relative yields in the soft red winter wheat region. *Crop Sci.* 20:23-28. United States of America.
- Carballo, C.A. 1970. Comparación de variedades de maíz del Bajío y de la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. Tesis Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. E.N.A. Chapingo, México.
- Carver, B.F., E.L. Smith and H.C. England Jr. 1987. Regression and cluster analysis of environmental responses of hybrid and pureline winter wheat cultivars. *Crop Sci.* 27:659-664. United States of America.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). 1965. CIMMYT. Reseña de la Investigación 1963. México, D.F. 102 p.
- 
- \_\_\_\_\_ . 1987. CIMMYT. Reseña de la investigación 1985. México, D.F. 107 p.
- 
- \_\_\_\_\_ . 1988. CIMMYT. Reseña de la Investigación - 1986. México., D.F. 110 p.

- Comstock, R.E. and R.H. Moll. 1963. Genotype-environment interactions. Symposium on statistical genetics and plant breeding. NAS-NRC. Pub. No. 912. 164-196. United States of America.
- Chabi, G.H., V.T. Sapra, K.Beatty and V.H. Reich. 1982. - Genotype x environment interactions and its implication in triticale breeding. Plant breeding abstracts. 52:253 p. United States of America.
- Departamento de Agrometeorología. 1987. Boletín Agrometeorológico. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. p. 10.
- \_\_\_\_\_ . 1988. Boletín Agrometeorológico. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. p. 8.
- De Pauw, R.M., D.G. Faris and C.J. Williams. 1981. Genotype - environment interaction of yield in cereal crops in Northwestern Canada. Can. J. Plant Sci. 61:255-263. Canada.
- Easton, H.S. and R.S. Clements. 1973. The interaction of wheat genotypes with a specific factor of the environment. J. Agric. Sci. 80:43-52. United States of America.
- Eberhart, S.A. and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 6:36-40. United States of America.
- Falconer, D.S. 1960. Introduction to quantitative genetics. Ronald Press. New York. p. 365. United States of America.
- Faris, M.A.; M.R.A. de Araujo and M.A. Lira. 1981. Yield - stability of forage sorghum in Northeastern Brasil. Crop Sci. 21:132-134. Brazil.
- Finlay, K.W. and G.N. Wilkinson. 1963. The analysis of - adaptation in a plant breeding programme. Australian J. Agr. Res. 14:742-754. Australia.

- Freeman, G.H. 1973. Statistical methods for the analysis of genotype environmental interactions. *Heredity*. 31: - 339-354. Edinburg. Great Britain.
- Ghaderi, A.; E.H. Everson and C.E. Cress. 1980. Classification of environments and genotypes in wheat. *Crop Sci.* 20:707-710. United States of America.
- Gray, E. 1982. Genotype x environment interactions and - stability analysis for forage yield of orchardgrass clones. *Crop Sci.* 22:19-23. United States of America.
- Heinrich, G.M., C.A. Francis and J.D. Eastin. 1983. Stability of grain sorghum yield components across diverse environments. *Crop Sci.* 23:209-212. United States of America.
- Hill, J. 1975. Genotype-environment interactions a challenge for plant breeding. *J. Agr. Sci. Cambridge*. 83: 477-493. United States of America.
- Hill, J. and C.J.A. Samuel. 1971. Measurement and inheritance of environmental response among selected material *Lolium perenne*. *Heredity*. 27:265-276. Edinburg. Great Britain.
- International Rice Research Institute (IRRI) 1977. Drought resistance field performance of rices in rainfed culture. pp. 89-97. In annual report for 1977. IRRI, Los Baños, Phillipines.
- Johnson, V.A., S.L. Shafer and J.W. Schmidt. 1968. Regression analysis of general adaptation in hard red winter wheat- (*Triticum aestivum* L.) *Crop Sci.* 8: 187-191. United States of America.
- Kaltsikes, P.J. 1971. Stability of yield performance in - triticale and common and durum wheats. *Crop. Sci.* 11:573-575. United States of America.
- Kambal, A.E. and M.A. Mahmoud. 1978. Genotype x environment interactions in sorghum variety tests in the Sudan Central Raen Land. *Expl. Agric.* 14:41-48.



- Kibite, S., D.D. Orr and J. Helm. 1988. Cultivar by environment interactions and their implications on the precision of regional oat tests in Alberta. *Can. J. Plant Sci.* 68:73-83. Canada.
- Lefkovitch, L.P. 1985. Multi-criteria in genotype-environment interaction problems. *Theor. Appl. Genet.* 70: 585-842. New York. United States of America.
- Lin, C.S.; M.R. Binns and L.P. Lefkovitch. 1986. Stability analysis: where Do we stand? *Crop. Sci.* 26:894-899. United States of America.
- Lozano del R., A.J. 1980. Efectividad de los parámetros de estabilidad en la evaluación y selección de germoplasma de triticale. Tesis M.C. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. México.
- Mahadeuappa, M.H.; H. Ikehashi and F.N. Ponnampereuma. 1979. The contribution of varietal tolerance for problem soils to yield stability in rice. International Rice Research Institute. Paper Series 1979. 15-43. Los Baños, Phillipines.
- Márquez, S.F. 1974. El problema de la interacción genético-ambiental en genotecnia vegetal. Chapingo, México. Ed. Patena. 52 p.
- Miller, P.A.; J.C. Williams and H.F. Robinson. 1959. Variety environment interactions and their implications on testing methods. *Agr. J.* 51:132-135. United States of America.
- Nguyen, H.T.; D.A. Sleper and K.L. Hunt. 1980. Genotype-environment interactions and stability analysis for herbage yield of tall fescue synthetics. *Crop. Sci.* 20:221-224. United States of América.
- Pahlen, A. 1974. Yield and stability of mixtures of isogenic lines of barley. *Plant breeding abstracts.* 44: 139. p. United States of America.
- Palomo, G.A. y M.R. Prado. 1975. Estimación de los parámetros de estabilidad y su aplicación en investigación agrícola con algodónero. Seminario CIANE - INIA - SAG. México. 8 p.

Pinthus, M.J. 1973. Estimate of genotypic value a proposed method. *Euphytica*. 22:121-123. Wageningen. United States of America.

Plaisted, R.L. 1960. A shorter method for evaluating the ability of selections to yield consistently over locations. *Am. Potato. J.* 37:166-172. New Jersey. United States of America.

Plaisted, R.L. and L.C. Peterson. 1959. A technique for - evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations or seasons. *Am - Potato. J.* 36: 381-385. United States of America.

Rosito, C. 1977. Genotype x environment interactions in - wheat (Triticum aestivum L.) in Rio Grande do Sul. *Plant breeding abstracts*. 47:780. P. United Sta - tes of America.

Sethi, G.S., B.M. Asawa, H.B. Singh and R.K. Asawa. 1981. Factor analysis of grain yield in triticale. *Plant breeding abstracts*. 51(3): p. 177. United States of America.

Sharma, R.C.; E.L. Smith and R.W. McNew. 1987. Stability of harvest Index and grain yield in winter wheat. *Crop Sci.* 27:104-108. United States of America.

Shukla, G.K. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype - environmental components of variability. *Heredity*. 29:237-245. Edinburg. Great Britain.

Tai, P.Y.P.; E.R. Rice; V. Chew and J.D. Miller. 1982. - Phenotypic stability analysis of sugarcane cultivar performance tests. *Crop Sci.* 22:1179-1183. - United States of America.

Tan, Wai-Koon, Geok - Yong Tan and P.D. Walton. 1979. Regression analysis of genotype environment interaction in smooth brome grass. *Crop Sci.* 19:393-396. United States of America.

Webster, O.J. 1972. Breeding sorghum for the seventies. pp. 173-119. In. N.G.P. Rad and L.R. House (Eds.) *Sorghum in seventies 1979*. Oxford and IBH Publishing Co. New Delhi, Bombay and Calcutta. 15 p.

Wricke, G. 1962. Über eine methode zur erfassung der Ökologischen streubreite in feldversuchen. Z. Pflzücht. 47:92-96. Germany.

\_\_\_\_\_. 1964. Zur berechnung der ökovalenz bei sommer - weizen und hafer. Z. Pflzücht. 52:127-138. Germany.

Yates, F. and W.G. Cochran. 1938. The analysis of groups of experiments. J. Agr. Sci. 28:556-580. United States of America.