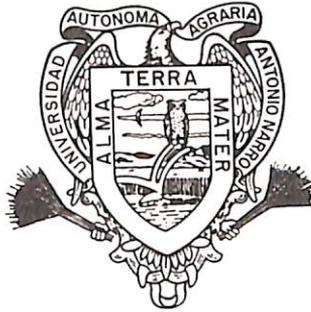


UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA



EFECTIVIDAD DE LOS PARAMETROS DE
ESTABILIDAD EN LA EVALUACION Y SELECCION
DE GERMOPLASMA DE TRITICALE.

ALEJANDRO JAVIER LOZANO DEL RIO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OPTAR AL GRADO ACADEMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD EN FITOMEJORAMIENTO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA

1 9 8 0

COLEGIO DE POSTGRADO
UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
BUENAVISTA, SALTILLO., COAH.

EFFECTIVIDAD DE LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD EN LA EVALUACION
Y SELECCION DE GERMOPLASMA DE TRITICALE.

ALEJANDRO JAVIER LOZANO DEL RIO

TESIS

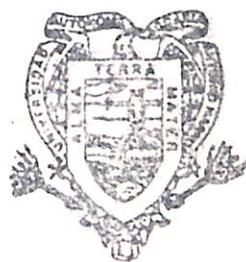
Presentada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD EN FITOMEJORAMIENTO

JUNIO - 1980.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

EFFECTIVIDAD DE LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD EN LA EVALUACION Y SELECCION DE GERMOPLASMA DE TRITICALE.



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

Presidente:

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir "A. Acosta Carreón".

DR. ARISTEO ACOSTA CARREÓN

Vocal:

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir "Hans R. Chaudhary".

DR. HANS R. CHAUDHARY

Vocal:

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir "Gustavo Olivares S.". Debajo de la firma hay una línea horizontal.

ING. M.C. GUSTAVO OLIVARES S.

DEDICATORIA

A MIS QUERIDOS PADRES:

Pedro Lozano Leyva,
Ramona del Río de Lozano.

A MI ESPOSA:

Elsa, con amor.

A MIS HIJOS:

Eloy y Carlos, con cariño.

A MIS HERMANAS:

Blanca, Cristina, Gloria, Rosa,
Silvia, Ma. Elena, Dora, Ana.

AGRADECIMIENTO

AL COLEGIO DE POSTGRADO DE
LA U.A.A.A.N., y MAESTROS
DEL MISMO

AL DR. ARISTEO ACOSTA CARREON
Por la oportunidad de realizar
este trabajo y sus orientaciones.

AL DR. HANS R. CHAUDHARY Y AL
ING. M.C. GUSTAVO OLIVARES --
por su ayuda desinteresada en
la revisión de esta Tesis.

CON ESPECIAL GRATITUD, A LOS
INGS. JOSE R. GOMEZ Y MARIO
OZAETA, por su valiosa y sincera
colaboración.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS,
que de una forma y otra colaboraron
en la elaboración de este trabajo.

A la Sra. Nina Malacara de Cruz,
por su labor mecanográfica, en
el presente trabajo.

INDICE

Págs.

I	INTRODUCCION	1
II	REVISION DE LITERATURA	7
	A Naturaleza de la adaptabilidad ó estabilidad - de producción.	7
	B Revisión de los métodos que miden la estabili- dad y sus implicaciones en relación a los dife- ferentes cultivos	12
	C Control Genético de la Estabilidad	35
	D Correlaciones entre los diferentes parámetros- que estiman la estabilidad	42
	E Selección para estabilidad de rendimiento	49
III	MATERIALES Y METODOS	55
	A Material Experimental	55
	B Metodología	56
	C Correlaciones	64
	D Categorización de ambientes	65
IV	RESULTADOS Y DISCUSION	74
	A Experimento I	74
	B Experimento II	86
	C Experimento III	96
V	CONCLUSIONES	112
VI	BIBLIOGRAFIA	114
	APENDICE	

CUADRO 1.	Ubicación de los Campos Experimentales en los cuales se realizaron los Ensayos Internacionales de Rendimiento de Triticale objeto de este estudio	67
CUADRO 2.	Líneas y variedades utilizadas en el 5° Ensayo Internacional de Rendimiento de Triticale. (Exp I)	68
CUADRO 3.	Líneas y variedades utilizadas en el 6° Ensayo Internacional de Rendimiento de Triticale. (Exp. I)	69
CUADRO 4.	Líneas y Variedades utilizadas en el 7° Ensayo Internacional de Rendimiento de Triticale. (Exp. I)	70
CUADRO 5.	Líneas y Variedades utilizadas en el 8° Ensayo Internacional de Rendimiento de Triticale. (Exp. I)	71
CUADRO 6.	Líneas y Variedades utilizadas en el 9° Ensayo Internacional de Rendimiento de Triticale. (Exp. I)	72
CUADRO 7.	Líneas y Variedades utilizadas en los Experimento II y III, respectivamente. .	73
CUADRO 8.	Análisis de varianza para estimar los parámetros de estabilidad	60
CUADRO 9.	Situaciones posibles que pueden tomar los parámetros de estabilidad	61
CUADRO 10.	Medias de rendimiento, coeficiente de regresión, coeficientes de determinación valores de Wricke, y valores de R_1 y R_2 y las variedades del 5° Ensayo Internacional de Rendimiento y Triticale. ITYN. -- (1974) . . . . .	.80
CUADRO 11	Medias de rendimiento, coeficiente de regresión, coeficientes de determinación valores de Wricke, y valores de R_1 y R_2 y las variedades del 6° Ensayo Internacional de Rendimiento y Triticale ITYN. -- (1975) . . . . .	.81
CUADRO 12.	Medias de rendimiento, coeficiente de regresión, coeficientes de determinación valores de Wricke, y valores de R_1 y R_2 y las variedades del 7° Ensayo Internacional de Rendimiento y Triticale ITYN. (1976)	82

CUADRO 13.	Medias de rendimiento, coeficiente de regresión, coeficientes de determinación valores de Wriche, y valores de R_1 y R_2 y las variedades del 8° Ensayo Internacional de Rendimiento y Triticale ITYN. (1977).	83
CUADRO 14.	Medias de rendimiento, coeficiente de regresión, coeficientes de determinación valores de Wriche, y valores de R_1 y R_2 y las variedades del 9° Ensayo Internacional de Rendimiento y Triticale ITYN. (1978).	84
CUADRO 15. y 16.	Medias de Rendimiento y coeficientes de determinación, valores de Wricke, y valores de R_1 y R_2 , de las 8 variedades de Triticale del Experimento II, por localidades y por ambientes, respectivamente	91
CUADRO 14a.	Rendimientos medios varietales por localidad (promedio de varios años), de las 8 variedades de Triticale del Exp. II,	92
CUADRO 15a.	Rendimientos medios varietales (Kgs/Ha.) por ambiente, de las 8 variedades de Triticale del Exp. III, en cada una de los 21 ambientes del Exp. II.	93
CUADRO 17.	Análisis de Varianza de cada uno de los 4 ambientes utilizados en el Análisis combinado de estabilidad del Experimento III.	105
CUADRO 19.	Análisis de Varianza Combinado para Estabilidad de las 8 variedades de Triticale del Exp. III. (Eberhart y Russell, 1966)	106
CUADRO 20.	Medias de rendimiento varietales, medias ambientales e índices ambientales en los 4 ambientes utilizados en el análisis de estabilidad (Eberhart y Russell, 1966), del Experimento III	107
CUADRO 21	Medias de rendimiento, coeficientes de regresión, coeficientes de determinación, valores de Wricke y valores de R_1 y R_2 , de las 8 variedades de Triticale del Experimento III	108
CUADRO 22.	Coeficientes de correlación entre medias de rendimiento, coeficientes de regresión coeficientes de determinación, valores de Wricke y valores de R_1 y R_2 , en los Ensayos Internacionales de Rendimiento de	

Triticale 5°, 6°, 7°, 8° y 9° (ITYN). . . 85

CUADRO 23. Coeficientes de correlación, entre -
medias de rendimiento, coeficientes
de regresión, coeficientes de deter-
minación, valores de Wricke y valo-
res de R_1 y R_2 , del Experimento II,
por localidades y ambientes) 94

CUADRO 24. Coeficientes de correlación entre me-
dias de rendimiento, coeficientes de
regresión, coeficientes de determina-
ción, valores de Wricke y valores de
 R_1 y R_2 del Experimento III de Triti-
cale. 109

INDICE DE FIGURAS

Págs.

FIG. 1. Representación de similitudes entre ambientes para rendimiento de los Ensayos - Internacionales de Rendimiento de Triticale (ITYN) 95

FIG. 2. Comportamiento relativo de los mejores -- Triticales durante los 10 años de Ensayo Internacionales en la República Mexicana (1969-1979). 110

FIG. 3. Comportamiento relativo mundial de los - mejores Triticales durante los 10 años de Ensayos Internacionales (1969-1979). 111

FIG. 4. Líneas de regresión de medias varietales sobre medias ambientales de las 8 variedades de Triticale de mejor rendimiento del 5° ITYN (1974). 122

FIG. 5. Líneas de regresión de medias varietales sobre medias ambientales de las 8 variedades de Triticale de rendimiento intermedio del 5° ITYN (1974). 123

FIG. 6. Líneas de regresión de medias varietales sobre medias ambientales de las 8 variedades de Triticale de menor rendimiento del 5° ITYN (1974). 124

FIG. 7. Líneas de regresión de medias varietales sobre medias ambientales de las 8 variedades de Triticale de mejor rendimiento del 6° ITYN (1975) 125

FIG. 8. Líneas de regresión de medias varietales sobre medias ambientales de las 8 variedades de Triticale de rendimiento intermedio del 6° ITYN (1975) 126

FIG. 9. Líneas de regresión de medias varietales sobre medias ambientales de las 8 variedades de Triticale de menor rendimiento del 6° ITYN (1975). 127

FIG. 10. Líneas de regresión de medias varietales - sobre medias ambientales de las 8 variedades de Triticale de mejor rendimiento del 7° ITYN (1976). 128

FIG. 11.	Líneas de regresión de medias varietales - sobre medios ambientales de las 8 variedades de Triticale de rendimiento intermedio del 7° ITYN (1976)	129
FIG. 12.	Líneas de regresión de medias varietales - sobre medios ambientales de las 8 variedades de Triticale de menor rendimiento del 7° ITYN (1976).	130
FIG. 13.	Líneas de regresión de medias varietales - sobre medios ambientales de las 8 variedades de Triticale de mejor rendimiento del 8° ITYN (1977)	131
FIG. 14.	Líneas de regresión de medias varietales - sobre medios ambientales de las 8 variedades de Triticale de rendimiento intermedio del 8° ITYN, (1977)	132
FIG. 15.	Líneas de regresión de medias varietales - sobre medios ambientales de las 8 variedades de Triticale de menor rendimiento del 8° ITYN (1977).	133
FIG. 16.	Líneas de regresión de medias varietales - sobre medios ambientales de las 8 variedades de Triticale de mejor rendimiento del 9° ITYN (1978)	134
FIG. 17.	Líneas de regresión de medias varietales - sobre medios ambientales de las 8 variedades de Triticale de rendimiento intermedio del 9° ITYN (1978).	135
FIG. 18.	Líneas de regresión de medias varietales -- sobre medios ambientales de las 8 variedades de menor rendimiento del 9° ITYN (1978).	136
FIG. 19.	Líneas de regresión de medias varietales - sobre medios ambientales de las 8 variedades de Triticale del Exp. II (7 localidades)	137
FIG. 20.	Líneas de regresión de medias varietales - sobre medios ambientales de las 8 variedades de Triticale del Exp. II (21 ambientes).	138

FIG. 21.	Líneas de regresión entre rendimiento é - índices ambientales de las 8 variedades - de Triticale del Exp. III (Según Eberhart y Russell). . . . .	.139
FIG. 22.	Líneas de regresión de medias varietales sobre medios ambientales de las 8 variedades de Triticale del Exp. III. (Según Finlay y Wilkinson). . . . .	.140
FIG. 23.	Relación entre medias de rendimiento y -- coeficiente de regresión de las 24 variedades del 5° ITYN. . . . .	.141
FIG. 24.	Relación entre medias de rendimiento y -- coeficiente de regresión de las 24 variedades del 6° ITYN . . . . .	.142
FIG. 25.	Relación entre medias de rendimiento y -- coeficiente de regresión de las 24 variedades del 7° ITYN. . . . .	.143
FIG. 26.	Relación entre medias de rendimiento y -- coeficiente de regresión de las 24 variedades del 8° ITYN . . . . .	.144
FIG. 27.	Relación entre medias de rendimiento y -- coeficiente de regresión de las 24 variedades del 9° ITYN . . . . .	.145
FIG. 28.	Relación entre coeficientes de regresión y medias de rendimiento del Exp. II (8 <u>lo</u> calidades) . . . . .	.146
FIG. 29.	Relación entre coeficientes de regresión y medias de rendimiento varietales del -- Exp. II (21 ambientes) . . . . .	.147
FIG. 30.	Relación entre coeficientes de regresión - y medias de rendimiento varietales del Exp. III. (Según Finlay y Wilkinson) . . . . .	.148
FIG. 31.	Relación entre coeficiente de regresión y medias de rendimiento varietales del Exp. III. (Según Eberhart y Russell). . . . .	.149.

I. INTRODUCCION

Es bien conocido, tanto por fitomejoradores como por agricultores, que muchas variedades de plantas difieren en su comportamiento en diferentes años y bajo diferentes ambientes.

Algunas variedades son influenciadas más adversamente por los cambios ambientales que otras.

El fenómeno de la interacción genotipo-ambiente se conoce desde hace mucho tiempo, pero ha sido difícil utilizar esta ventaja para el hombre a causa de la complejidad de los caracteres involucrados. La mayoría de los estudios han sido realizados con sólo una ó dos variables ambientales tales como temperatura, fotoperíodo, o caracteres morfológicos tales como sincronía de espigamiento, tolerancia al frío y otros. Todas estas características son responsables en una forma ú otra, de la adaptación amplia, pero en la capacidad de una variedad de amplia adaptación, sólo están involucrados una pequeña parte del total de genes.

En 1965, se probaron por primera vez variedades del Programa de Triticales de la Universidad de Manitoba, entonces en sus primeras fases, en el Centro de Investigación Agrícola del Noroeste (CIANO).

Este germoplasma no estaba adaptado, en la misma -- forma que muchas de las variedades de trigo canadienses no lo estaban bajo las mismas condiciones. Bajo las -- condiciones mexicanas, y en latitudes abajo de 35°, este germoplasma, siendo sensible al fotoperíodo, no se podía cultivar comercialmente.

Los triticales, además de ser tardíos, fueron muy altos, susceptibles a las enfermedades prevalentes, altamente estériles y tenían mal llenado de grano. La sensibilidad al fotoperíodo no fué el único factor involucrado. - En experiencias previas con trigo, se observó una diferencia del 35% en rendimiento dependiendo de la época del año en que se cultivaba. Esta diferencia dependió tanto de - la longitud del día como también del avance de la estación después de la emergencia de la planta aún teniendo el mismo número de horas luz

En el Programa de Cereales del CIMMYT, están siendo - desarrolladas variedades con una combinación de alto rendimiento y con amplia adaptación. Este propósito contrasta con el anterior punto de vista, de que sólo un genotipo -- específicamente adaptado puede ser capaz de rendir muy alto en un ambiente particular.

En el programa de trigo mexicano se ha alcanzado una -

mayor amplitud de adaptación al probar alternadamente - generaciones sucesivas de material híbrido en Cd.Obregón, en la Costa de Sonora a 28° de latitud y 40 mts. de altura, y en Toluca, en el Valle de México, a los 18° de latitud y 2600 mts. de altura, durante el período de desarrollo de las variedades.

En la primera localidad se produce la mayor parte -- del trigo comercial del país. Las principales enfermedades son la roya de la hoja y del tallo. El ambiente es -- un típico desierto irrigado con clima soleado en la ma -- yor parte de la estación de crecimiento. La segunda loca -- lidad, en la que casi no se cultiva trigo comercial, es -- tá sujeta a precipitación excesiva, días nublados, y pre -- valecen casi todas las enfermedades del trigo. En ambas -- localidades, los días relativamente cortos aseguran que -- todo el material seleccionado debe tener insensibilidad -- al fotoperíodo.

Solo a través de su paso por este filtro alterno las líneas alcanzan un estado varietal. Así, la selección para adaptación amplia es parte integral del programa de -- mejoramiento. Las mismas localidades se usan en la selec -- ción de triticales y se desarrollan los mismos tipos de -- germoplasma.

Como se mencionó previamente, la estabilidad del ren -- dimiento está influenciada por muchos factores además --

del fotoperíodo y la temperatura. Debe haber un amplio rango de variabilidad genética en el germoplasma bajo selección, si se quiere que el complejo de genes que determina la adaptación amplia, continúe con él.

La importancia de la estabilidad rendidora de las variedades mexicanas a través de muchos y diferentes nichos ecológicos está ejemplificada por la diseminación de aquellas clasificadas como establemente rendidoras sobre una amplia área geográfica en los países de los subtrópicos de Asia y Africa.

En el Programa de Triticale del CIMMYT, con el cual el Programa de Cereales de la UAAAN mantiene estrecha colaboración, la formación de nuevas cruzas y líneas, y su subsecuente prueba en una serie de localidades, busca caracterizar aquellos genotipos que presenten buen comportamiento en varios ambientes. Estos, a su vez, se utilizan en cruzas para incrementar la adaptabilidad.

Para tratar de encontrar las técnicas más adecuadas para clasificar é identificar a estos genotipos por su estabilidad de comportamiento, a partir de 1959, diferentes investigadores se han avocado a generar y perfeccionar los métodos más adecuados para ello. Estos estudios han dado -

como resultado, los llamados parámetros de estabilidad y los parámetros que miden la respuesta de producción, los que con las modificaciones pertinentes, han demostrado -- ser efectivas herramientas que permiten al fitomejorador identificar variedades estables, variedades que rinden - mejor en ambientes deficientes, y variedades que se comportan mejor en ambientes de alto potencial.

Esta clasificación de las variedades es muy importante, ya que bajo cualquier condición ambiental, y de acuerdo con los recursos del agricultor, reditúa ganancias para el mismo.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, los objetivos de este trabajo fueron:

1).- Determinar el comportamiento sobre varios ambientes del germoplasma de Triticale que posee el Programa de Cereales de la UAAAN, con el fin de detectar las líneas y variedades que presenten amplia adaptación, así como también las que muestren adaptación específica.

2).- Determinar la utilidad y eficacia de los distintos parámetros que miden la estabilidad de producción y la respuesta de producción, en la caracterización de germoplasma de Triticale.

3).- Correlacionar los anteriores parámetros, para establecer los criterios de selección a seguir en el programa de mejoramiento del germoplasma antes mencionado.

4).- Categorizar los ambientes incluidos en este estudio, para intentar establecer su posible uso como centros de mejoramiento para adaptación específica ó amplia.

5).- Estimar el progreso alcanzado en el mejoramiento de Triticale, con respecto a rendimiento, en los últimos 10 años.

II. REVISION DE LITERATURA

A. Naturaleza de la adaptabilidad ó estabilidad de producción.

Mather (1953), Lerner (1954), Dobzhansky y Levene (1955) y Lewontin (1957), proporcionaron ciertos conocimientos acerca de la naturaleza y significación de la adaptabilidad ó estabilidad de producción. Sus resultados fueron de poco valor práctico en genética y mejoramiento.

Algunas investigaciones están enfocadas a la explicación teórica del comportamiento genotípico sobre varios ambientes, presentes en diversas localidades y años, y otros, caracterizan la presentación é interpretación de los resultados derivados de experimentos.

De acuerdo con Mather (1953) y otros, la ausencia de estabilidad es el término usado para describir la variación que no tiene origen genético ni causa ambiental observada.

Debido a que se desconoce la causa de la variación, se dice que ésta tiene dirección aleatoria.

Gamble (1962), concluyó que existe considerable interacción en muchas partes del mundo (si no en todas), entre el rendimiento y el medio ambiente.

Existe una serie de datos en la literatura, que proporcionan evidencias de que entre más grande llegue a ser el número de genes que gobiernan un carácter, existen mayores posibilidades ú oportunidades de que el medio ambiente influya sobre ése carácter en forma más intensa.

Bradshaw (1965), apuntó que 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 incluya en el término estabilidad.

Para él, 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.

Lewontin (1957), describe 2 tipos de adaptación; --- adaptación dentro de una población y adaptación de una po-

blación. La primera se define como la habilidad relativa de los individuos de un genotipo particular en la contribución de descendencia en generaciones sucesivas, y la segunda se define como la habilidad de esa población comparada con otras, para llevar adelante su descendencia en generaciones sucesivas.

Estas dos definiciones son la especificación del valor adaptativo de los genotipos en un ambiente dado. Dice además, que una población posee una mayor adaptación - que otra si está adaptada a un número mayor de ambientes.

Por esta razón, una población que puede ajustar su composición genotípica y fenotípica hasta sobrevivir y reproducirse en diferentes ambientes, es llamada población homeostática. También considera que hay 2 tipos de control homeostático; la composición genotípica de la población y la de los individuos por sí mismos.

Adaptabilidad es la propiedad ó habilidad de un genotipo o de una población de genotipos que permite la subsecuente alteración de las normas de adaptación en respuesta a los cambios en las presiones de selección, Simmonds (1962), en tanto la adaptación es una condición de aptitud a un ambiente dado. Simmonds (1962), describe 4 tipos de adaptación:

- a).- Adaptación genotípica específica es la estrecha adaptación de un genotipo correspondiendo a un ambiente limitado. Ejemplo: para la producción de arroz en un área de aguas profundas, la capacidad de una variedad para la rápida elongación de los entrenudos durante el anegamiento es una característica esencial de su adaptación específica.
- b).- Adaptación genotípica general es la capacidad de un genotipo para producir una serie de fenotipos compatibles con una variedad de ambientes. Esto se puede ilustrar con los trigos y arroces semienanos que se pueden cultivar sobre una amplia gama de condiciones ambientales.
- c).- Adaptación poblacional específica; es la adaptación específica de una población heterogénea atribuible a interacciones entre sus componentes, más bien que a adaptación de los componentes por sí mismos. Un compuesto ó una mezcla varietal que presenten producción estable corresponden a ésta categoría.
- d).- Adaptación poblacional general es la capacidad de poblaciones heterogéneas de adaptarse a una serie de ambientes. Las variedades sintéticas de culti-

vos forrajeros son ejemplo de ésta categoría.

Allard y Bradshaw (1964), definen a una variedad --- bien estable ó equilibrada, como aquella que puede ajus-- tar su estado genotípico y fenotípico en respuesta a las fluctuaciones del ambiente en forma tal que repite esas - respuestas para cada localidad y año.

La estabilidad individual la definen como la capaci-- dad de miembros individuales de una población para exhi-- bir un comportamiento estable en todos los ambientes como resultado de estabilidad dentro de los individuos por sí mismos.

La estabilidad poblacional se refiere al equilibrio entre todos los constituyentes individuales de la pobla-- ción. En especies autógamias existen evidencias de que - este equilibrio ó estabilidad puede ser una propiedad de genotipos específicos no asociada con la heterocigosidad.

Se supone que en la homeostasis poblacional, la he-- terogeneidad que existe entre los individuos, permite -- que al ir sometiéndose la población a diferentes ambien-- tes, porciones de ella sean adaptables a las diferentes condiciones ambientales.

Esto puede no ser siempre el caso, pues Eberhart y Russell (1969), encontraron 2 cruzas simples de líneas homocigóticas (poblaciones homogéneas heterocigóticas), que resultaron tan estables como cualquiera de las cruzas dobles (poblaciones menos homogéneas que las cruzas simples y heterocigóticas), lo cual puede atribuirse, o bien a un mayor vigor híbrido o a una constitución genética de adaptabilidad de las cruzas simples.

B. Revisión de los métodos que miden la estabilidad y sus implicaciones en relación a los diferentes cultivos.

Las interacciones genotipo- medio ambiente son de gran importancia para el fitomejorador al desarrollar variedades mejoradas. Cuando las variedades se comparan en varios ambientes, casi siempre difieren sus rangos relativos. Esto causa dificultad para demostrar la superioridad significativa de cualquier variedad. Esta interacción está usualmente presente si las variedades son líneas puras, cruza simple ó dobles, mestizos, líneas S_1 ó cualquier otro tipo de material. Comstock y Moll (1962), han mostrado estadísticamente el efecto de grandes interacciones genotipo-ambiente en la reducción del progreso de selección. Se ha usado con cierta eficacia la estratificación de ambientes para reducir la interacción. La región en la cual un mejorador está desarrollando variedades mejoradas puede ser subdividida en

forma tal que todos los ambientes en la subregión sean algo similares. Esta estratificación se basa usualmente en las diferencias macroambientales tales como gradientes de temperatura, distribución de lluvia y tipos de suelo. -- Sin embargo, aún con este refinamiento de la técnica, la interacción de genotipos con localidades en una subregión, y con ambientes de la misma localidad en diferentes años, sigue siendo grande. Allard y Bradshaw (1964), clasifican como impredecible la variación ambiental para la cual, no es efectiva la estratificación.

Como no se puede esperar mayor progreso con estos métodos, se deben de investigar otros. Uno de ellos puede ser el seleccionar genotipos estables que interactúen menos con el ambiente. Si la estabilidad de comportamiento ó la habilidad para mostrar un mínimo de interacción con el ambiente es una característica genética, se puede planear entonces una evaluación preliminar para identificar los genotipos estables.

Se han propuesto una serie de índices numéricos para describir la respuesta de producción y las características de estabilidad de genotipos vegetales.

Los parámetros de estabilidad junto con la media varietal pueden ser criterios para la selección de variedades de acuerdo a condiciones sociales y económicas de los agricultores de la región del caso, (Márquez Sánchez, --- 1976). En general, para agricultura de tipo aleatorio, característica de regiones subdesarrolladas en las cuales es preferible la seguridad en el rendimiento, el coeficiente de regresión debe ser menor de uno; en cambio, para agricultura en la cual se cuenta con seguridad económica para la obtención de insumos y protección de servicios, las variedades, además de tener una media más alta que para el caso anterior, deben de tener coeficientes de regresión iguales ó mayores que uno, pues esto garantiza los rendimientos más altos en las condiciones más favorables. En ambos casos es deseable un mínimo en las desviaciones de la regresión.

* Kaltsikes (1971), comparó líneas de triticales con -- trigos harineros y duros para probar su habilidad para -- rendir consistentemente en varios ambientes. Los triticales fueron menos estables que los trigos duros y éstos menos que los harineros.

En otro experimento con 5 triticales probados por 2 años en 5 localidades sólo fue significativa la interac--

.

Los parámetros de estabilidad junto con la media varietal pueden ser criterios para la selección de variedades de acuerdo a condiciones sociales y económicas de los agricultores de la región del caso, (Márquez Sánchez, --- 1976). En general, para agricultura de tipo aleatorio, característica de regiones subdesarrolladas en las cuales es preferible la seguridad en el rendimiento, el coeficiente de regresión debe ser menor de uno; en cambio, para agricultura en la cual se cuenta con seguridad económica para la obtención de insumos y protección de servicios, las variedades, además de tener una media más alta que para el caso anterior, deben de tener coeficientes de regresión iguales ó mayores que uno, pues esto garantiza los rendimientos más altos en las condiciones más favorables. En ambos casos es deseable un mínimo en las desviaciones de la regresión.

* Kaltsikes (1971), comparó líneas de triticales con trigos harineros y duros para probar su habilidad para rendir consistentemente en varios ambientes. Los triticales fueron menos estables que los trigos duros y éstos menos que los harineros.

En otro experimento con 5 triticales probados por 2 años en 5 localidades sólo fue significativa la interac--

ción variedades por localidad por años. El concluyó que las interacciones genotipo-ambiente son tan importantes - en triticales como en otros cultivos. Aunque la mayoría de los esfuerzos del mejoramiento están enfocados a producir variedades de alto rendimiento, el comportamiento de las 5 variedades indicó que la estabilidad del rendimiento -- puede incorporarse sin perder la habilidad rendidora.

Martín y Maurer (1971), al introducir y evaluar 60 líneas de triticales hexaploide y octaploide por 2 ciclos, encontraron que las líneas hexaploides de triticales tuvie ron rendimiento superior a los trigos testigos harineros y cristalinos, y éstos a su vez produjeron más que los -- triticales octaploides. Los triticales hexaploides presentaron mayor estabilidad de producción de grano de un - año a otro que los trigos testigos, debido aparentemente a que los triticales son más tolerantes a las heladas que los trigos.

Kershen (comunicación personal), trabajando en E.U. con nuevas líneas y variedades de triticales, reporta que, en promedio, estos materiales están rindiendo casi lo --- mismo, ó un poco más, que los mejores trigos de la región. Algunos triticales tienen rendimientos muy espectaculares, y otros, desalentadores. El piensa que la mejor forma de expresar esto es decir que los triticales tienen mayor po

. . . .

tencial de rendimiento que el trigo, pero necesita mejor manejo y clima favorable para expresar su potencial.

Con relación a los diferentes métodos que estiman la estabilidad, Yates y Cochran (1938), aplicaron una técnica estadística de regresión en datos de rendimiento de cebada en 6 localidades por 2 años. Ellos calcularon los -coeficientes de regresión de la diferencia entre el rendimiento medio de cada variedad sobre la media de rendimiento de todas las otras variedades de cada experimento. El propósito principal de su trabajo fué mostrar la relación entre fertilidad general y diferencias varietales; por otra parte, sugirieron que este procedimiento pueda usarse para relacionar diferencias varietales con aplicaciones -de fertilizante ú otros tratamientos.

Sus ideas no fueron tomadas en cuenta sino hasta después de 20 años, en que Finlay y Wilkinson (1963), redescubrieron el mismo método. Perkins y Jinks (1968), tam-bién usaron este método para estimar parámetros en un modelo biométrico genético.

Plaisted y Peterson (1959), desarrollaron una técni-ca estadística para evaluar la habilidad de líneas selec-cionadas para rendir consistentemente en diferentes loca-

lidades ó años. Su técnica consistió en calcular un análisis de varianza combinado para todas las variedades de papa (Solanum tuberosum), evaluadas en diferentes localidades en un año dado. Si el cuadrado medio de la interacción variedades por localidad era significativo, procedían a computar el análisis de varianza combinado para todas las combinaciones de pares de variedades en todas las localidades por año, en forma tal que si había, variedades habría $n(n-1) / s$ análisis. Los cuadrados medios observados fueron igualados a los cuadrados medios esperados para obtener una estimación de la varianza variedades por localidad del análisis de cada par de variedades. La media aritmética de las estimaciones de esta varianza se obtuvo para todos los pares de variedades que tenían un número común, habiendo así $n-1$ estimaciones en cada media.

Esta es la contribución relativa de la variedad común a la interacción variedades por localidad. Finalmente, una variedad con mejor adaptación debe ser una que dé baja contribución a la interacción variedades por localidad.

Scott (1967), definió un híbrido estable como aquel que exhibe la menor variación de rendimiento en todos los ambientes. Este híbrido puede ser de alto rendimiento en

bajos niveles de rendimiento y puede tener un potencial de rendimiento relativamente bajo. Además, define otro tipo de híbrido estable como aquel que no cambia su comportamiento relativo con otras variedades o entradas probadas en muchos ambientes.

Tal híbrido, se espera que rinda en forma relativa a las otras entradas en cada uno de los muchos ambientes. Su valor de regresión sobre el índice ambiental puede ser aproximadamente de uno, cuando se analiza por los métodos de Finlay y Wilkinson y de Eberhart y Russell. (1966).

El sugiere que la selección para un tipo de estabilidad selecciona automáticamente contra el otro tipo. Esto sugiere fuertemente que este carácter está bajo control genético. Ambos tipos de estabilidad, como él los definió, son útiles para la selección de híbridos de maíz deseables; sin embargo, estos 2 tipos tienden a ser mutuamente exclusivos.

Baker y Kosmolak (1977), estudiaron los efectos de la interacción genotipo-ambiente en 2 muestras compuestas de 20 a 30 líneas de trigo (Triticum aestivum), mezclando iguales cantidades de semilla y sembrándolas en 2-4 localidades en 2 años en Canadá. Usaron 3 parámetros; la media,

la varianza y la correlación para señalar la importancia de la interacción genotipo-ambiente de 8 características relacionadas con la calidad molinera y de panificación en trigos rojos duros de primavera. Hubo diferencias significativas entre ambientes para todas las características estudiadas. Las varianzas entre líneas dentro de ambientes, difirieron significativamente, indicando la presencia de interacción genotipo-ambiente.

La correlación entre líneas cultivadas en ambientes diferentes varió de un bajo valor de $-.40$, que indicaba que líneas seleccionadas en un ambiente no necesariamente tenían calidad aceptable en otro, hasta un alto valor de $.96$. También encontraron correlaciones relativamente altas para 4 características, sugiriendo ésto, insensibilidad a la interacción genotipo-ambiente.

Bhatt y Derera (1975), estudiaron las interacciones genotipo-ambiente, heredabilidades y correlación entre 9 características de calidad en 3 grupos de trigos duros de primavera en 6 diferentes ambientes. Los materiales se sembraron en un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones. Se encontraron interacciones genotipo-ambiente significativas para todas las características.

Ellos concluyeron que la evaluación de líneas mejora

das en varios ambientes dá una estimación más precisa de sus características de calidad.

Finlay y Filkinson, (1963), hicieron un estudio de a nálisis de adaptación en programas de mejoramiento. ok

Desarrollaron una técnica estadística para comparar el comportamiento de una serie de variedades de cebada -- cultivas en varios ambientes en el Sur de Australia. La técnica estadística consiste en medir el rendimiento - medio en una escala logarítmica y hacer la regresión del rendimiento individual de cada variedad sobre la media de rendimiento de todas las variedades en cada ambiente (media ambiental). La media de rendimiento de todas las variedades en cada localidad y para cada ciclo proporciona una escala numérica de localidades y años y se utiliza -- para evaluar comparativamente los ambientes. En esta for ma se pueden identificar variedades adaptadas ya sea a am bientes de bajo ó alto rendimiento y variedades que muestran buena adaptabilidad general. ✓

Se usaron 2 parámetros en su análisis de adaptación, el coeficiente de regresión y la media varietal sobre todos los ambientes. La estabilidad promedio está indicada cuando el coeficiente de regresión se aproxima a la uni--

dad. Cuando éste está asociado con una alta media de ren
dimiento, las variedades tienen adaptación general; por o
tra parte, cuando está asociado con media de rendimiento
baja, las variedades están pobremente adaptadas a todos -
los ambientes.

Los valores de regresión superiores a uno caracteri-
zan a variedades que incrementan su sensibilidad a los cam
bios ambientales (bajo promedio de estabilidad), y por o--
tra parte, se incrementa su especificidad de adaptación -
en ambientes de alto rendimiento.

Los valores de regresión menores de uno indican una
mayor resistencia a los cambios ambientales (alto prome-
dio de estabilidad), y muestran un incremento en su espe
cificidad de adaptación en ambientes de bajo rendimiento.

El segundo parámetro, media varietal sobre todos los
ambientes, proporciona información para comparar la medi-
da de comportamiento de las variedades individuales.

Finlay y Wilkinson (1963), evaluaron 227 variedades
de cebada en varias localidades y encontraron una amplia
variación tanto en la media como en los coeficientes de
regresión.

. . . .

Las variedades que presentaron adaptabilidad general para sus ambientes tuvieron todas un alto promedio de estabilidad fenotípica con valores de regresión de alrededor de .8. Las variedades de bajo rendimiento tuvieron valores de regresión de .14 a 2.13. Ellos consideraron a una variedad ideal aquella con alto potencial de rendimiento en el ambiente más favorable y con alta estabilidad fenotípica. Las variedades con alta estabilidad fenotípica tuvieron medias de rendimiento bajas y fueron tan estables que fueron incapaces de aprovechar ambientes de alto rendimiento. También encontraron algunas variedades con medias de rendimiento bajas y alto coeficiente de regresión, indicando alta sensibilidad a cambios ambientales.

Johnson et al. (1968), empleó una técnica similar a la de Finlay y Wilkinson al estudiar el potencial de rendimiento y la estabilidad de comportamiento de variedades seleccionadas de trigos rojos duros de invierno. Usaron datos de 12 variedades sembradas en 2 regiones: región Sur, comprendiendo 9 localidades y 283 ensayos en 24 años; y región Norte, comprendiendo 10 localidades y 44 ensayos en 3 años. Los coeficientes de regresión lineal fueron calculados de los rendimientos de las variedades individuales sobre la media de rendimiento de cada experimento

en cada localidad y año. Los coeficientes de regresión permitieron hacer comparaciones de comportamiento varietal predicho sobre ambientes. Se puede demostrar el progreso substancial al desarrollar variedades con mejor estabilidad de comportamiento y alto potencial de rendimiento en ambas regiones por los valores predichos de rendimiento de las variedades basado en su regresión lineal. Algunas variedades cuyas medias de rendimiento en pruebas regionales fueron similares, exhibieron rendimientos muy diferentes cuando los niveles de productividad (ambientes), fueron específicos.

Johnson y Whittington (1977), estudiaron los efectos de la interacción genotipo-ambiente en 16 híbridos F1 de cebada. Estos se separaron en 2 grupos de 8 genotipos, cultivados en 16 ambientes por 2 ciclos. El análisis de los efectos genotipo-ambiente, se realizó por el método de Finlay y Wilkinson, sin la transformación logarítmica. Ellos definieron un genotipo estable como aquél que no interactúa con su ambiente. Los coeficientes de regresión variaron de .68 a 1.33, pero no se presentó ningún genotipo extraordinariamente estable (bajo valor de b), ó inestable (alto valor de b).

Eberhart y Rusell (1966), presentaron un modelo: $Y_{ij} = \mu_i + \beta_i I_j + \delta_{ij}$, el cual define los parámetros de es-

. . . .

tabilidad que se pueden usar para describir el comportamiento de una variedad sobre una serie de ambientes.

Y_{ij} representa la media varietal de la i ésima variedad en el j ésimo ambiente, μ_i simboliza la i ésima media varietal sobre todos los ambientes, β_i es el coeficiente de regresión que mide la respuesta de la i ésima variedad a los varios ambientes, δ_{ij} es la desviación de la regresión de la i ésima variedad en el j ésimo ambiente, ϵ_{ij} es el índice ambiental.

Ellos sugirieron que puede ser deseable un índice independiente de las variedades experimentales, que se puede obtener de factores ambientales tales como precipitación, temperatura y fertilidad del suelo. Sin embargo, es suficiente el rendimiento promedio de las variedades en un ambiente particular, hasta que se tenga un mayor conocimiento de la relación de estos factores con el rendimiento --- que permitan calcular índices ambientales sobre esta base.

Las variedades deben de sembrarse en un número adecuado de ambientes que cubran el rango completo de todas las posibles condiciones ambientales para proporcionar información útil.

Con este procedimiento se obtuvieron 3 parámetros de

estabilidad: el coeficiente de regresión, las desviaciones de regresión y la media de rendimiento de todas las variedades.

Este modelo permite también dividir la interacción genotipo-ambiente de cada variedad en 2 partes: 1).- la variación debida a la respuesta de la variedad a los diferentes índices ambientales y 2).- las inexplicables desviaciones de la regresión sobre el índice ambiental. Ellos definieron una variedad estable como la que presenta un coeficiente de regresión igual a 1 y desviaciones de regresión iguales ó cercanas a cero.

Márquez Sánchez (1970), revisando los conceptos de estabilidad de Eberhart y Russell, define a la interacción genotipo-ambiente como el comportamiento relativo diferencial que exhiben los genotipos cuando se les somete a diferentes medios ambientales. Señala también, que de acuerdo con el coeficiente de regresión, está claro que el valor de uno ó tendiente a uno, indica ausencia de interacción variedad-ambiente. Por otro lado, los valores de las desviaciones de regresión iguales ó tendientes a cero indicarán un mayor grado de confiabilidad en las predicciones que se hagan dentro del rango ambiental estudiado.

Esta última característica fué definida por Carballo (1970), como "consistencia", agrupando las diferentes com

binaciones de coeficientes de regresión y desviaciones de regresión en 6 situaciones, de las cuales la óptima deseable es la primera, que contempla un coeficiente de regresión igual a uno y desviaciones de regresión iguales a cero, pues se desea tener una variedad de alto rendimiento y que responda confiablemente a los cambios ambientales - tanto favorables como desfavorables (definiendo como condiciones favorables aquellos ambientes en que la respuesta varietal sea superior al promedio de todas las variedades en todos los ambientes). Estos cambios incluyen desde agentes no controlables como los climáticos y hasta cierto punto los edáficos, hasta aquellos aspectos que el agricultor puede modificar a voluntad como lo son la generalidad de las prácticas agronómicas: cultivos, fertilizaciones, densidades de siembra, etc. Una variedad con pendiente menor que la unidad responderá bien en condiciones desfavorables, mas no así en las favorables. Esta situación es indeseable porque una variedad de este tipo "desperdicia" el clima ó suelo favorables de una región o bien la inversión por prácticas culturales, al obtenerse menor rendimiento en condiciones favorables que una variedad estable. Una variedad con una pendiente mayor que la unidad, responde mejor que una variedad estable en condiciones favorables mas no así en las desfavorables; esto también puede ser indeseable, pues en las estaciones malas

el rendimiento se podría venir muy por debajo de lo esperado, con la ventaja de que podría haber cierta compensación en los años buenos.

Una modalidad sobre adaptabilidad de variedades fué propuesta por Sadam et al. (1970), en la cual se usa, como variable dependiente, no los índices ambientales (Ij), sino la respuesta varietal máxima de cada ambiente que se puede expresar como el rendimiento promedio de las mejores variedades (el 10 ó 15%), de cada localidad.

Los autores señalan que ésta metodología no sólo describe el potencial de un ambiente particular sino que los coeficientes de regresión tienen atributos especiales: -- coeficientes mayores que uno indican menor adaptabilidad en ambientes desfavorables y coeficientes menores que uno indican menor adaptabilidad para ambientes ascendentemente favorables.

Stroike y Johnson (1972), concluyeron que el coeficiente de regresión y las desviaciones de regresión no eran necesariamente útiles para categorizar líneas, pero se podían usar para permitir comparaciones de variedades en varios ambientes. Se llegó a conclusiones similares en estudios con trigos rojos duros de invierno.

Pedersen et al. (1978), usando los datos de los viveros de trigo de invierno (Triticum aestivum), en Michigan, desarrolló el concepto de "pool genético básico", el cual permite comparaciones sobre años y localidades sin que se repitan los mismos tratamientos en cada experimento. El definió al pool genético como la muestra de genes representativa del germoplasma comúnmente aceptado ó cultivado comercialmente en una cierta área geográfica. En cualquier año ó en cualquier localidad los tratamientos particulares podrán variar, pero como son representativos del pool genético, él propone que la media ambiental puede usarse para comparación.

En este estudio, la regresión del rendimiento medio de los genotipos sobre la media ambiental produjo resultados similares a los reportados por otros investigadores, sin embargo, los tratamientos no fueron constantes de año a año ó de localidad a localidad. Del 53 al 95% de la variación en el comportamiento de los tratamientos puede atribuirse al comportamiento de la media ambiental.

Esto se puede interpretar como evidencia de que las adiciones ó substracciones limitadas en el pool genético en años y localidades no afectan la fuerte relación entre los rendimientos medios de la localidad y los rendimientos medios de los genotipos. Un coeficiente de regresión

diferente de uno indica la presencia de una interacción genotipo-ambiente relacionada con la media ambiental de rendimiento. Las líneas avanzadas que estaban consideradas para liberarse en este tiempo rara vez tenían valores de regresión significativamente diferentes de la unidad. Tal generalización no se puede hacer con las variedades comerciales, y esto fué posiblemente el resultado del método de selección.

Hardwick y Wood (1972), establecieron que en términos de su modelo, las desviaciones de regresión no son independientes de la regresión sobre la media ambiental, -- tanto así que el segundo parámetro de estabilidad de Eberhart y Russell no es plenamente conveniente. (1966).

Smith et al. (1967), usando el modelo de Eberhart y Russell, para evaluar la estabilidad fenotípica en frijol soya, encontró que las líneas heterogéneas homocigóticas respondieron menos radicalmente a los cambios ambientales que las correspondientes líneas homocigóticas homogéneas.

Su genotipo estable fué definido como aquél con coeficiente de regresión igual a uno y desviaciones de regresión iguales a cero. Encontraron que los genotipos con bajos valores de desviaciones de regresión tendían a estar asociados con valores de regresión menores que el prog

medio. También los genotipos que expresaron alto promedio de estabilidad estuvieron menos influenciados por cambios en las condiciones ambientales que aquellos que expresaron bajo promedio de estabilidad.

Frey (1972), calculó los parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell en 12 isolíneas de avena de ciclo intermedio y 12 precoces. Para rendimiento de grano, 3 isolíneas precoces y 4 intermedias produjeron rendimientos significativamente diferentes de las respectivos padres recurrentes.

Entre las líneas de ciclo intermedio, los valores de regresión variaron de .76 al 1.41, y en las precoces el rango fué de .88 a 1.23. Los valores de regresión para los padres recurrentes fueron significativamente diferentes de uno, pero 4 isolíneas precoces y 5 intermedias tuvieron valores de regresión significativamente diferentes de uno. Entre las isolíneas intermedias sólo 2 tuvieron desviaciones de regresión no significativas, y 4 isolíneas precoces mostraron valores no significativos.

Gama (1978), en un análisis de estabilidad usando el método de Eberhart y Russell, en híbridos simples de maíz producidos de líneas endocriadas seleccionadas y no selec

cionadas, concluyó que la selección basada en medias de rendimiento a través de todos los ambientes, fué tan efectivo como la estimación de los parámetros de estabilidad. El encontró que las desviaciones de regresión son importantes cuando la suma de cuadrados variedades por ambiente lineal es una pequeña parte de la interacción total variedades por ambiente. Aunque las medias de rendimiento del grupo de híbridos seleccionados fueron algo diferentes a las del grupo de no seleccionados, los cuadrados medios en el análisis de estabilidad fueron muy similares.

El coeficiente de regresión es una medida de la cantidad de cambio en una variable dependiente por unidad de cambio en la variable independiente. En esta caso la independiente es el índice ambiental y la dependiente son los rendimientos medios en un ambiente dado. Así, el estadístico b es una medida del incremento promedio en rendimiento de una variedad por unidad de incremento en el índice ambiental. Además, este parámetro explica qué porción de la variación debida a la interacción variedades por ambiente, contribuye en términos de efectos ambientales lineales. El coeficiente de regresión no mostró diferencias para determinar la estabilidad entre los 2 grupos de híbridos.

Las desviaciones de regresión miden que tan bien la respuesta esperada está de acuerdo con la respuesta observada. Es decir, mide que tanto se desvía la línea de regresión de cada variedad de la línea de regresión promedio.

Los resultados indicaron que considerando los 2 parámetros, la frecuencia de híbridos estables fué similar en los 2 grupos. La significancia en las desviaciones de regresión en los 2 grupos indicó que la diferencia en respuesta lineal entre los híbridos no contribuye a la interacción variedades por ambiente.

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.

Este parámetro fué utilizado por Schmidt et. al. (1973), al evaluar la respuesta genotípica sobre varios ambientes.

Encontraron que las variedades más recientes respon-

dían mejor a un incremento en las condiciones favorables y tenían comportamiento más predecible que las variedades -- más antiguas. El comportamiento de variedades con valores de r^2 apreciablemente bajos se puede predecir con menor -- precisión.

Langer et al. (1978), favorece el uso del coeficiente de determinación porque sus valores están en una forma estandarizada y por otra parte, se pueden comparar resultados entre experimentos directamente sin considerar la escala de medida usada en ellos. Pedersen (1978), dice que la diferencia $1-r^2$, es un indicador del grado de respuesta a ciertos estímulos ambientales aleatorios y/o específicos.

Wricke (1962), propuso un método para estimar la estabilidad, que llamó "Ecovalencia", la cual es la contribución de un genotipo dado a la suma de cuadrados de la interacción variedades por ambiente. Este método en realidad asigna un índice a una variedad en base a sus desviaciones de la línea de regresión de la unidad, por ejemplo, la ecovalencia es la suma de desviaciones debida a la regresión de la variedad siendo diferente de la unidad más las desviaciones de su propia regresión.

Es obvio que si una variedad aporta ó contribuye en una mínima proporción a la suma de cuadrados de la interac

ción genotipo-ambiente, también será mínima su interacción con el medio ambiente, y por lo tanto, será más estable.

Jowett (1972), usando datos de sorgo, encontró que la ecovalencia de Wricke proporciona menos información que -- los 2 parámetros de Eberhart y Russell.

Gómez (1979), haciendo una revisión del trabajo de -- Acosta (1977), concluyó que el método de Wricke es efectivo para seleccionar para estabilidad, aunque no indica la dirección de las respuestas varietales a través de los am bientes.

Langer et al. (1978), propusieron 2 índices relacionados con los rangos en la productividad de las variedades como medida burda de la respuesta de producción. El prime ro, R_1 , es igual a la diferencia entre los rendimientos mí nimo y máximo de una variedad en una serie de ambientes, y el segundo, R_2 , es la diferencia entre los rendimientos de una variedad en el peor y en el mejor ambiente. El segun do parámetro, R_2 , puede ser algo más útil que R_1 , en razón de que estima a éste, pero R_1 , proporciona una estimación más precisa de la respuesta de producción que la que da -- R_2 .

Por último, Tai (1971), trabajando con datos de ensa U

vos regionales de papa, ideó un análisis de relaciones es tructurales en el cual la interacción genotipo-ambiente - se divide en 2 componentes. Estos son, la respuesta li-- neal a los efectos ambientales la cual se mide por el es- tadístico, $\hat{\lambda}$ y las desviaciones de la respuesta lineal, me- dida por el estadístico $\hat{\alpha}$.

Una variedad perfectamente estable tiene $(\alpha, \lambda) = (-1, 1)$, y una variedad con estabilidad promedio tiene $(\alpha, \lambda) = (0, 1)$.

Este método es similar al de Eberhart y Russell, en que ambos análisis intentan determinar la respuesta lineal de una variedad a los efectos ambientales.

Sin embargo, este método difiere del de Eberhar y Ru ssell en la estimación de los parámetros que determinan la estabilidad: involucra una extensión del modelo matemático convencional usado para el análisis de varianza, y estima el potencial genotípico de una variedad para estabilizar - su comportamiento sobre varios ambientes.

C. Control Genético de la Estabilidad.

Bradshaw (1965), considera que existen bastantes evi- dencias que favorecen la idea de que la estabilidad está -

bajo control genético.

En sus estudios, tanto Eberhart y Russell (1966), como Finlay (1963), presentaron también evidencias que comprobaban la heredabilidad de las desviaciones de regresión. Joppa et. al. (1971), estudiaron inestabilidades específicas en los viveros regionales de 1959-1968 de trigos de primavera y concluyeron que las inestabilidades de las variedades fueron el resultado de interacciones específicas variedad por patógeno. A causa de que fué general la presencia de genes para resistencia a muchos de estos patógenos, ellos concluyen también que las desviaciones de regresión deben ser altamente heredables.

Eagles et al. (1977), midiendo la estabilidad de -- producción de grano y paja en 80 líneas de avena probadas en 24 ambientes, encontró que los cuadrados medios para -- heterogeneidad entre regresiones sugirieron que el pará -- metro de regresión no era heredable para rendimiento de - grano pero sí para rendimiento de paja.

El mismo autor opina que un carácter o parámetro, para ser usado efectivamente en la selección de variedades superiores de plantas cultivadas debe ser repetible a través de todas las muestras ambientales. Se han propuesto

varios parámetros para medir la estabilidad de producción, Freeman, (1973), pero no se ha reportado la repetibilidad de los parámetros derivados por Plaisted y Peterson ----- (1959), Wricke (1962), y Shukla (1972), bajo condiciones - de campo.

Langer et al. (1978), mencionan que los reportes sobre el grado de control genético de los parámetros de respuesta y estabilidad de plantas cultivadas son a veces contradictorios.

Finlay y Wilkinson (1963), usando transformaciones logóricas de rendimiento, encontraron que los valores de regresión de variedades de cebada probadas en Australia del Sur, fueron repetibles, y las variedades de alto rendimiento tuvieron valores de regresión de .9.

En experimentos con cereales mutantes, Dormling et al. 1966, 1969; Tessi et al. 1968; Gustafsson, 1969; Sidorova y Khvostova, 1972, encontraron que las reacciones de genotipos a medios ambientes variables fueron cualitativa y altamente heredables.

Ichii y Yamagata (1975), usando análisis monosómicos en trigo, encontraron que ciertos cromosomas estaban asociados con la estabilidad de producción, y en un análisis

dialélico en Arabidopsis thaliana, Wu (1975), mostró evidencias del control genético de las reacciones de estabilidad. Breese y Hayward (1972), concluyeron que la estabilidad de producción fué altamente heredable en cultivos forrajeros. Finlay (1961), Bucio Alanís et al. (1969), y Perkins y Jinks (1968), demostraron que la estabilidad de producción era heredable en cebada y tabaco, respectivamente. Frey (1972), encontró que líneas de avena isogénicas para genes de resistencia a la roya lineal diferían significativamente en la magnitud de su respuesta de producción. Por el contrario, Fatunla y Frey (1976), y Eagles y Frey (1977), encontraron baja heredabilidad para el índice de respuesta de regresión cuando usaron líneas de avena no seleccionadas.

Russell (1974), encontró que en cada década entre 1930 y 1970, los híbridos de maíz usados en la faja maicera de E.U., llegaron a tener menor respuesta de producción, por ejemplo, el coeficiente de regresión disminuyó de uno a .63.

Marshall y Brown (1973), mencionan la hipótesis de que la diversidad genética intrapoblacional puede afectar profundamente la estabilidad de comportamiento, lo que se ha confirmado experimentalmente en varias ocasiones, Simmonds, (1962).

Sin embargo, se han podido hacer pocas generalizacion

nes acerca de la magnitud o dirección de este efecto. Por ejemplo, Probst, (1957), Allard (1961), y Funk y Anderson (1964), trabajando con una serie de cultivos, concluyeron que la heterogeneidad genética lleva a rendimientos más o menos estables.

Por el contrario, Rasmusson (1968), concluyó que no hay diferencias consistentes entre la estabilidad de poblaciones homogéneas y heterogéneas de cebada. Clay y Allard (1969), también en cebada, encontraron que las variedades compuestas por líneas puras fueron, en promedio, menos estables que su componente más estable.

El uso de variedades formadas por mezclas genéticas - más bien que por poblaciones homogéneas o líneas puras, ha sido sugerido como un medio para reducir la interacción genotipo-ambiente.

Jensen (1952), sugirió que una variedad multilíneaal - de avena comparada con variedades formadas por líneas puras podía poseer mayor estabilidad de producción, más alta adaptación a los ambientes y mejor protección contra las enfermedades.

Sprague y Federer (1951), en un reanálisis de datos - de maíz obtenidos en muchos ambientes, proporcionaron evi-

dencias de que las cruzas dobles interactúan menos con el ambiente que las cruzas simples. Los datos sugieren que las cruzas dobles son superiores a las simples para estabilidad de comportamiento. También Eberhart, Russell y Penny (1964), reportaron que cuando los 2 tipos de cruzas se compararon en el mismo experimento, la interacción híbrido por año fué significativamente más grande para las cruzas simples que para las triples. Sin embargo, es posible que algunas cruzas simples puedan mostrar tanta, o más estabilidad fenotípica que las cruzas dobles ó triples más estables. En razón de que la varianza de una media es menor que la varianza de un individuo, la interacción genotipo-ambiente promedio de una mezcla puede esperarse que sea menor que la interacción para un solo genotipo.

Jones (1958), al comparar los rendimientos de 317 cruzas simples y 483 cruzas dobles en maíz, observó que no diferían los rendimientos promedios de los 2 grupos. Las cruzas dobles fueron consistentemente de más alto rendimiento y más deseables en otros aspectos que las cruzas simples.

El atribuyó el comportamiento más consistente y estable de las cruzas dobles a su composición genética más variable y sugirió que las mezclas de híbridos pueden igual-

mente ser de valor en especies autógamas naturales, tanto como las líneas endocriadas en especies alógamas.

Adams y Shank (1959), trabajando con 8 grupos de híbridos de maíz con diferentes niveles de heterocigosidad, estudiaron la relación entre heterocigosidad y homeostasis.

Los híbridos que pertenecían al mismo nivel de heterocigosidad manifestaron frecuentemente propiedades amortiguadoras significativamente diferentes. Por esto, la heterocigosidad per se no fué la única hipótesis válida para explicar la homeostasis. La homeostasis en aquellos híbridos estuvo altamente relacionada con los niveles esperados de heterocigosidad de los grupos de híbridos.

Finlay (1963), trabajando con semilla F_2 de 45 híbridos de cebada y sus 10 variedades progenitoras por un período de 3 años, encontró que los híbridos mostraron un incremento en comparación con las líneas progenitoras para rendimiento en todos los ambientes y un extraordinario incremento en su estabilidad fenotípica. Muchos de los híbridos mostraron estabilidad superior al promedio mientras que la mayoría de los progenitores exhibieron baja estabilidad promedio. La marcada superioridad de los híbridos en los ambientes desfavorables influyó mucho en la

estabilidad fenotípica de las poblaciones heterocigóticas. También encontró que el comportamiento superior de los híbridos en todos los ambientes resultó en un aumento de la media de rendimiento sobre todos los ambientes.

Byth y Weber (1968), llevaron a cabo experimentos con soya (Glycine max), en 3 ambientes y encontraron que las poblaciones heterogéneas y las homocigóticas se comportaban de igual manera.

Ellos observaron mayor estabilidad fenotípica para 7 características en las líneas F_2 que en las líneas F_5 . Ellos creyeron que la mayor estabilidad era debida a la mayor heterogeneidad dentro de las líneas F_2 , y que la uniformidad genotípica dentro de las líneas F_5 resultó en mayores interacciones genotipo-ambiente para todas las características estudiadas.

D. Correlaciones entre los diferentes parámetros que estiman la estabilidad.

Paccuci y Frey (1972), presentaron un estudio que involucraba 2 experimentos, cada uno con una serie de líneas de avena sembradas en varios ambientes.

La estabilidad del rendimiento de grano en líneas mu

tantes de avena se calculó por el método de Eberhart y Russell. Ellos encontraron una relación positiva entre rendimiento de grano y valores de regresión, por lo que al disminuir el rendimiento disminuía el valor de regresión.

Langer et al. (1979), al probar 3 series de experimentos de rendimiento en variedades de avena en varios ambientes encontraron que más del 80% de la variación en el rendimiento de las variedades individuales se debió a la regresión lineal.

Las medias de rendimiento en las 3 series estuvieron moderada y positivamente correlacionadas con el coeficiente de regresión con un valor de $r = .61$. Las asociaciones de la media de rendimiento con los parámetros de estabilidad fueron bajas y usualmente no significativas.

En un estudio previo, Langer et al. (1979), no encontraron asociación entre la media de rendimiento y el coeficiente de regresión, ($r = .10$), en tanto que Eagles et al. (1977), Fatunla y Frey (1974), y González-Rosquel (1976), encontraron asociaciones muy altas ($r = .90$), entre estos parámetros, en líneas de avena no seleccionadas.

Estos resultados corroboran los de Finlay y Wilkinson (1963), y Frey (1972).

También Perkins y Jinks (1968), encontraron alta correlación positiva entre estos parámetros. Estas diferencias pudieron haber resultado a causa de que el primer grupo usó variedades ó líneas avanzadas en tanto que el otro grupo usó entradas al azar.

Si el grado de selección influye en las relaciones diferenciales encontradas entre la media de rendimiento y el coeficiente de regresión, entonces, a pesar de las altas correlaciones positivas encontradas en poblaciones de líneas no seleccionadas, puede ser posible seleccionar algunas líneas con cualquier combinación de estas 2 variables.

Por otra parte, Eagles et al. (1977), sugirió que el coeficiente de regresión era un artefacto de medición y -- que con transformaciones adecuadas del rendimiento ($\sqrt{3}$), -- las diferencias entre respuesta a la regresión entre variedades, dejaban de existir.

Langer et al. (1978), fué, sin embargo, de la opinión que los índices de respuesta a la regresión son características reales de las variedades y que los diferentes reportes de correlaciones altas y bajas para rendimiento y regresión se deben al grado de selección que se ha aplicado a los materiales experimentales.

En experimentos con materiales no seleccionados, existe una relación estrecha, pero imperfecta, tanto así, que es posible seleccionar variedades de alta productividad, con coeficientes de regresión altos, medios y bajos.

Finlay y Wilkinson, no encontraron asociación entre estos 2 parámetros para variedades liberadas, y Oka (1975), dió un ejemplo en el cual los 2 parámetros se pueden seleccionar independientemente en soya.

En el estudio de Langer et al. (1978), las correlaciones entre la media de rendimiento y los 3 parámetros que miden la estabilidad de producción (S_d^2 , r^2 , W) fueron variables.

La correlación entre la media y el coeficiente de determinación (r^2), varió desde negativa hasta alta y positivamente significativa, y la correlación combinada tuvo un valor de .30.

La correlación entre media y desviaciones de regresión, varió de negativa a positiva y la combinada tuvo un valor de -.17, no significativa.

La correlación entre la media y los valores de Wricke siguió un patrón similar y la combinada fué -.10, no signi-

ficativa.

A causa de la poca asociación entre la media y los pa
rámetros que miden la estabilidad de producción, se pueden
seleccionar independientemente.

La correlación entre coeficiente de regresión y coefi
ciente de determinación fué variable, y la combinada tuvo
un valor de $r=.42$, de dudosa importancia porque la correla
ción entre las series no fué significativa.

La correlación combinada entre coeficiente de regre--
sión y desviaciones de regresión, y coeficiente de regre--
sión y valores de Wricke, fué casi cero, tanto así que los
índices de respuesta de producción y los de estabilidad de
producción son independientes no importando el parámetro -
de estabilidad usado.

Sus resultados demostraron, que sin importar las mag
nitudes de correlación entre estos parámetros que se pre--
sentan en poblaciones no seleccionadas, es posible selec--
cionar variedades específicas de avena en las cuales los 3
parámetros, media de rendimiento, respuesta de producción
y estabilidad de producción, sean relativamente indepen---
dientes uno de otros.

Los 3 parámetros que miden la dispersión de puntos al

rededor de la mejor línea de regresión, esto es, r^2 , S_d^2 y W , estuvieron alta y positivamente correlacionados, lo cual indica que cualquiera de ellos puede ser un parámetro satisfactorio para medir la estabilidad.

La correlación combinada de r^2 con S_d^2 y de r^2 con W -- fué $-.89$ y $-.85$, respectivamente, lo cual muestra una perfecta asociación negativa, en tanto que la correlación combinada entre S_d^2 y W fué de $.93$.

Luthra y Singh (1974), en trigo, encontraron baja correlación entre S_d^2 y W para rendimiento por espiga y altura de planta, pero alta para peso de 1000 granos. Su experimento incluía sólo 8 variedades. Por otra parte, Easton y Clements (1973), encontraron que tanto las desviaciones de regresión como los valores de Wricke eran convenientes para detectar variedades con reacciones de adaptación atípicas.

La correlación del coeficiente de regresión con R_1 -- fué alta y positivamente significativa, lo cual indica que los genotipos pueden ser seleccionados perfectamente con precisión para coeficiente de regresión, simplemente usando los rangos de las medias varietales. La correlación -- entre R_2 y el coeficiente de regresión fué también alta y

positivamente significativa, pero menor que la de β con R_1 .

Gama (1978), en un estudio con híbridos de maíz seleccionados y no seleccionados, encontró que las correlaciones combinadas entre media de rendimiento y coeficiente de regresión y media de rendimiento y desviaciones de regresión fueron alta y positivamente significativas. Entre experimentos, varió de negativa hasta altamente significativa. Así esta alta correlación entre estos parámetros hace más difícil su selección en la combinación deseada.

En las series de 1 y 5 híbridos seleccionados, no hubo correlación entre la media de rendimiento y el coeficiente de regresión. En la serie 6 de híbridos no seleccionados hubo una correlación negativa no significativa entre la media y el coeficiente de regresión. En los híbridos seleccionados hubo una correlación alta y positivamente significativa entre estos parámetros. Por lo tanto, aunque significativas, las correlaciones tienen poco valor predictivo.

Gómez (1979), en su revisión del trabajo de Acosta (1977), encontró que la correlación entre la media de rendimiento y los coeficientes de regresión de Eberhart y Russell (1966), y de Finlay y Wilkinson fué alta y positiva,

por lo que señala que se antoja difícil encontrar la variedad ideal de Finlay y Wilkinson, es decir, con media de rendimiento alta y coeficiente de regresión igual a cero, en ambientes muy divergentes.

También encontró que la correlación entre los coeficientes de regresión de Eberhart y Russell (1966), y de Finlay y Wilkinson fué alta y positivamente significativa, por lo que se pueden unificar los criterios de selección con estos parámetros.

La correlación de la media de rendimiento con las desviaciones de regresión fué de .20, no significativa, y con los valores de Wricke fué de -.30, no significativa.

Los coeficientes de regresión (Eberhart y Russell (1966), y Finlay y Wilkinson), tuvieron una correlación con las desviaciones de regresión y con los valores de Wricke de .21, no significativa., y de -.06, no significativa y de .20, no significativa y -.34, no significativa., respectivamente.

La correlación entre las desviaciones de regresión y los valores de Wricke fué de .10, no significativa.

E. Selección para estabilidad de rendimiento.

Scott (1967), presentó un estudio para determinar si se puede seleccionar para estabilidad de rendimiento e intentar verificar estas diferencias de selección en pruebas subsecuentes. El concluyó que la selección para estabilidad de rendimiento fué efectiva en muchos casos.

Es posible seleccionar para estabilidad de rendimiento usando 2 ambientes contrastantes (localidades ó estaciones) Oka (1967), llamó este método selección estacional disruptiva.

Un ejemplo de lo anterior es el mejoramiento de arroz en Taiwan, basado tradicionalmente en selecciones sucesivas en la primera estación (primavera), y la segunda (otoño), las cuales difieren mucho en los patrones térmicos y de fotoperíodo. Producto de tal proceso de selección son las variedades Ponlai, adaptadas a ambas estaciones de cultivo en Taiwan, (Chang, 1961).

Oka (1967), sembró material segregante en 2 estaciones sucesivas para seleccionar tipos de doble estación de soya en Taiwan. Las líneas deseables se seleccionaron en una estación y se sembraron en la siguiente. Por medio de este método, se obtuvieron líneas de alto rendimiento, insensibles al fotoperíodo, con crecimiento determinado y baja altura.

Cuando se probó la estabilidad de estas líneas en 7 localidades por el método de Finlay y Wilkinson, se encontró que mostraban alta adaptación y que la llamada selección estacional disruptiva era efectiva para seleccionar para estabilidad, Tsai, (1970).

En el Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo, (CIMMYT), los materiales se prueban también en 2 ó 3 localidades contrastantes, por lo que la selección de los mejores materiales en cada uno de los sitios de prueba resulta en un pool genético de líneas de alto rendimiento y ampliamente adaptadas para la selección final.

Esto también es un ejemplo de selección estacional disruptiva.

Uso y categorización de ambientes.

Para identificar genotipos superiores que puedan tener comportamiento reproducible, el mejorador evalúa sus materiales en cierto número de localidades y años. Al mismo tiempo, puede usar los datos experimentales para categorizar los ambientes de las localidades.

Reitz y Salmon (1959), hicieron un resumen de 20 a--

ños de mejoramiento de trigos duros de invierno en E.U. concluyeron que varios viveros regionales uniformes en varias localidades de varios estados proporcionaba en pocos años información útil sobre adaptación de variedades que requerían muchos años si la evaluación estuviera restringida a una o pocas localidades. Las correlaciones inter-experimentales de rendimientos varietales en viveros regionales fueron usualmente iguales y sólo raramente mayores que las correlaciones interanuales en una sola estación experimental. Esto sugiere que el medio ambiente aún en una sola localidad, no se puede identificar fácilmente con una serie particular de factores ambientales, y que la adaptación general puede ser importante aún en un área restringida de producción de una variedad.

Eberhart y Russell (1966), sugieren que las variedades deben cultivarse en un número adecuado de ambientes que cubran el rango completo de posibles condiciones ambientales si se quiere que los parámetros de estabilidad proporcionen información útil.

Campbell y Lafever (1980), correlacionaron los rendimientos de los tratamientos en los viveros uniformes del Este de trigos harineros de invierno, en 12 localidades, con los rendimientos correspondientes de cada una de las localidades por 7 años para determinar 2 cosas: la respues

ta de rendimiento en varias localidades y la influencia de años sobre los rendimientos relativos en las localidades.

Estas fueron similares año con año en ciertas localidades, y en otras, la diferencia entre años fué grande.

Las primeras localidades pueden ser favorables para el mejoramiento y pruebas de amplia adaptación, y las segundas pueden servir para mejorar características generalmente no necesarias para amplia adaptación. Los promedios de los coeficientes de correlación dentro de un año indica ron que los rendimientos relativos fueron más uniformes a través de la región en algunos años más que en otros.

Ninguna medida de estabilidad de rendimiento pareció estar relacionada con el nivel de rendimiento. Los datos involucran un extenso programa de pruebas y hace aparente la necesidad de probar sobre años para caracterizar adecuadamente las variedades. La variación de año a año en localidades similares sugiere que los genotipos que están siendo considerados para liberarse deben de ser probadas sobre años, y debe ser minimizada la substitución de localidades por años. Estos análisis ayudan a identificar localidades que frecuentemente proporcionan las respuestas -

más diversas de las variedades para la selección ó medida de adaptación regional con pocas localidades.

Usando análisis estadísticos apropiados, Horner y -- Frey (1957), adoptaron un patrón óptimo de subdivisión de ambientes para el programa de mejoramiento de avena en Iowa, reduciendo el número de sitios de prueba de 9 a 4.

Igualmente, en Japón, Konishi y Sugishima (1964), usando floración como criterio principal, escogieron 3 localidades para representar las áreas productoras de cebada de Kyushu.

Usando el método de correlación, Gotoh y Fujimori -- (1960), subdividieron el área productora de soya en la isla de Hokkaido en 3 zonas. El cluster análisis, usado por Abou-El-Fittouh (1969), llevó a la adopción de 5 áreas mayores y subáreas para los estados productores de algodón en E.U.

Por otra parte, la estabilidad es también importante para características tales como floración, duración de la floración y madurez, porque se requiere algo de flexibilidad que permita la recuperación después de algún stress - al volver las condiciones más favorables en el mismo ciclo del cultivo.

III. MATERIALES Y METODOS

A. Material Experimental.

El germoplasma y los datos de rendimiento de gran utilizados en este estudio fueron obtenidos en los Ensayos Internacionales de Rendimiento de Triticale, (ITYN), realizados - en 9 localidades del país, durante los ciclos 1973-74, 1974-75, 1975-76, 1976-77, 1977-78 y 1978-79. (Cuadro No. 1.).

Estos ensayos internacionales consisten de 25 líneas y variedades de las cuales 2 ó 3 son variedades comerciales de trigo harinero y duro, las cuales se utilizan como testigos.

Cada ensayo constó de 3 repeticiones, con parcelas de - 4 surcos de 5 metros de largo, con una distancia entre surcos de 30 cms, dando una área de 1.2 mts².

En este estudio se utilizaron, sólo 24 líneas o variedades de cada ensayo, eliminándose el testigo local dado que - éste varió en cada localidad, ó en algunos ensayos no se re- porta su rendimiento.

Los datos del germoplasma utilizado en cada ensayo apa- recen en los cuadros (2,3,4, 5 y 6).

En otra fase de este estudio, (Exp. II y III).

Se utilizaron 2 grupos de 8 variedades cada uno; el pri

mer grupo, presente en los 5 ensayos fué utilizado para probar 2 formas de agrupamiento de datos y para la categorización de los 21 ambientes utilizados en todos los ensayos. (Experimento II.)

El segundo grupo, se utilizó para llevar a cabo el análisis de varianza combinada para estabilidad, (Eberhart y Russell 1966). (Experimento III.)

En este segundo grupo, se contó con los datos de las repeticiones de 4 ensayos de rendimiento, llevados a cabo en los ciclos 76-77, 77-78, y 78-79, en las localidades de Navidad, Nuevo León y Buenavista, Coahuila, con germoplasma proveniente de los Ensayos Internacionales de Rendimiento de Triticale (ITYN), y de los Ensayos Internacionales de Selección de Triticale (ITSN).

Las líneas y variedades usadas en los 2 grupos anteriores se presentan en el cuadro (7.).

B. Metodología.

Parámetros de Estabilidad.

La estabilidad del germoplasma utilizado en los experimentos I y II, se probó con los siguientes parámetros; media de rendimiento, coeficiente de regresión de Finlay y Wilkinson, -

coeficiente de determinación, valores de Wricke y valores de R_1 y R_2 .

En el experimento III, además de probarse las variedades con los métodos anteriormente mencionados se realizó el análisis de varianza para determinar los parámetros de estabilidad en base a Eberhart y Russell (1966).

Análisis de estabilidad.

El modelo propuesto por Eberhart y Russell (1966), es:

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

donde:

Y_{ij} En el promedio de la variedad i en el ambiente j .

μ_i Es el promedio de la variedad i en todos los ambientes.

β_i Es el coeficiente de regresión de la variedad i a través de todos los ambientes.

δ_{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 .

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

Donde: $S^2_{e/r}$ es el estimador del error conjunto y r es el N° de repeticiones de cada ambiente j .

$$\sum_j \hat{\delta}_{ij}^2 = \frac{(\sum Y_{ij} - \frac{Y_{ij}}{n})^2 - (\sum Y_{ij} I_j)^2}{\sum I_j^2}$$

Pruebas de hipótesis.

- a).- Que las medias son iguales, o sea $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_v$. Estas se prueban con $F = CM1/CM3$ (Cuadro 8).
- b).- Que los coeficientes de regresión son iguales - $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_v$. Este se prueba con $F = CM2/CM3$.
- c).- Que cada variedad tiene desviaciones de regresión igual a cero. Se prueba con $F = (\sum_j \hat{\delta}_{ij}^2 / (n-2)) /$ error ponderado.
- d).- Que el coeficiente de regresión de cada variedad no es diferente de la unidad, o sea $\beta_1 = 1$ para $i=1, 2, \dots, v$.

Esta hipótesis se probó, tanto en esta metodología como en la de Finlay y Walkinson, con la t. siguiente:

$$t = \frac{\beta_i - 1}{S_{\beta_i}}; \text{ dando } S_{\beta_i} = \frac{(S^2_{dj})^{1/2}}{\sum_j I_j^2}$$

Este análisis de varianza combinado para estabilidad de Eberhart y Russell se da en el Cuadro ().

Donde el índice ambiental promedio es igual a cero,
ó sea:

$$\sum_j I_j = 0$$

Mediante este modelo es posible dividir la interacción genotipo-ambiente para cada variedad en dos partes; primero, la variación debida a la respuesta lineal de cada variedad y segundo, la respuesta no lineal.

El primer parámetro de estabilidad es un coeficiente de regresión estimado por la fórmula:

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

El comportamiento de cada variedad puede predecirse utilizando los estimadores de los parámetros y estará dado por la fórmula:

$\hat{y}_{ij} = \bar{\mu}_i + \hat{\beta}_i I_j$, donde μ_i es un estimador de la media varietal. Las desviaciones,

$\hat{\delta}_{ij} = (Y_{ij} - \hat{y}_{ij})$, se elevan al cuadrado y se suman para proveer el estimador del parámetro de estabilidad S^2_{di} que es:

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

CUADRO 8. Análisis de varianza para estimar los parámetros de estabilidad.

FUENTE DE VARIACION	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO
Total	$nv-1$	$\sum_{ij} Y_{ij}^2 - F.C.$	
Variedades (V)	$v-1$	$\frac{1}{n} \sum_i Y_i^2 - F.C.$	CM_1
Medios ambientes (E) V x E	$n-1$ $(v-1)(n-1)$	$\sum_{ij} Y_{ij}^2 - \sum_i Y_i^2 / n$	
E (Lineal)	1	$\frac{1}{v} \frac{(\sum_j Y_{.j} I_j)^2}{\sum_j I_j^2}$	
VxE (Lineal)	$v-1$	$\sum_{ij} (Y_{ij} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$ -S.C. medio ambiente l_j real.	CM_2
Desviación conjunta	$v(n-2)$	$\sum_{ij} \sigma_{ij}^2$	CM_3
Variedad 1	$n-2$	$|\sum_j Y_{1j}^2 - \frac{(\sum_j Y_{1j} I_j)^2}{\sum_j I_j^2}|$	
:	:		
Variedad v	$n-2$	$|\sum_j Y_{vj}^2 - \frac{(\sum_j Y_{vj} I_j)^2}{\sum_j I_j^2}|$	
Error conjunto	$n(r-1)(v-1)$		CM_4

Según los valores que tomen los parámetros $\hat{\beta}_i$ y $\hat{\sigma}_{di}^2$ de acuerdo con su significancia, Carballo y Márquez (1970), determinaron 7 situaciones posibles presentes en el Cuadro (9).

CUADRO 9, Situaciones posibles que pueden tomar los parámetros de estabilidad.

Carballo y Márquez (1970)

SITUACION	COEFICIENTE DE REGRESION	DESVIACIONES DE LA REGRESION	DESCRIPCION DE LA VARIEDAD
a)	$\beta_i = 1.0$	$S_{di}^2 = 0$	Variedad Estable
b)	$\beta_i = 1.0$	$S_d^2 \neq 0$	Buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistente.
c)	$\beta_i < 1.0$	$S_{di}^2 = 0$	Respuesta mejor en ambiente desfavorable y consistente.
d)	$\beta_i < 1.0$	$S_{di}^2 \neq 0$	Respuesta mejor en ambiente desfavorables é inconsistente.
e)	$\beta_i > 1.0$	$S_{di}^2 = 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes y consistente,
f)	$\beta_i > 1.0$	$S_{di}^2 \neq 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes é inconsistente.

Análisis de Estabilidad por el método de Finlay y Wilkinson.

En este método se utilizan dos índices:

- a).- La media de rendimiento de todas las variedades en cada localidad, como medida del medio ambiente.
- b).- El coeficiente de regresión (β_i) del rendimiento de cada variedad sobre todos los ambientes:

$$\beta_{x/\bar{x}} = \frac{\sum_{j=1}^n \bar{X}_{ij} \bar{X}_{.i}}{\sum_{j=1}^n \bar{v}_{.j}^2} \quad (j=1,2\dots n)$$

donde: \bar{x}_{ij} es la media de rendimiento de cada variedad en cada ambiente

$\bar{x}_{.j}$ Es la media de rendimiento de todas las variedades en cada ambiente.

La clasificación de las variedades por su adaptabilidad se basó en (Finlay y Wilkinson) 1963.

CLASE No.	MEDIA	B	DESCRIPCION
1	Baja	=1	Mal adaptada a todos los ambientes.
2	Baja	>1	Adaptación específica a -- ambns.favorables.
3	Baja	<1	Adaptación específica a -- ambns. desfavorables.

CLASE	No.	MEDIA	B	DESCRIPCION
4		Intermedia	=1	Estabilidad media.
5		Intermedia	>1	Estabilidad inferior a la - media.
6		Intermedia	<1	Estabilidad superior a la - media.
7		alta	=1	Bien adaptada a todos los - ambientes.

c).- Coeficiente de determinación.

Este parámetro mide la dispersión alrededor de la línea de regresión, y por lo tanto, está relacionado con la predicción y repetibilidad de comportamiento en varios ambientes. Se estima por la siguiente fórmula:

$$r^2 \left[\frac{\sum xy}{\sum x^2 \cdot \sum y^2} \right]^2$$

d).- Método de la Ecovalencia de Wricke (1962).

Este método estima la contribución relativa de cada variedad a la varianza de la interacción variedades por ambiente.

Se estima con la fórmula siguiente:

$$\mu_i = \sum_{j=1}^n \left[x_{ij} - \bar{x}_{i.} - \bar{x}_{.j} + \bar{x}_{..} \right]^2$$

donde:

μ_i Es la varianza de un genotipo en j ambientes.

x_{ij} Es el promedio de rendimiento de la variedad

i en el ambiente j.

\bar{x}_i . Es el promedio de rendimiento de la variedad i en todos los ambientes.

$\bar{x}_{.j}$ Es el promedio de rendimiento de todas las variedades en el ambiente j.

$\bar{x}_{..}$ Es la media general de rendimiento.

e).- R_1 (Rango)

Este parámetro es estimado por la diferencia entre el rendimiento mínimo y máximo de una variedad sobre todos los ambientes.

f).- R_2 .- Este parámetro mide la diferencia en rendimiento de cada variedad entre el ambiente más adverso y el mejor ambiente.

C.- Correlaciones.

En los experimentos (I, II y III), se determinó el coeficiente de correlación entre todos los parámetros utilizados. En el experimento II, se determinó además la correlación entre los parámetros de acuerdo a la ordenación de los datos experimentales, por localidad sin tomar en cuenta año y tomando como localidad, los años para observar -- como se ven afectados los parámetros con los cambios antes mencionados.

D.- Categorización de ambientes.

Para este estudio, se utilizaron los datos de rendimiento de las 8 variedades del Experimento II, obtenidos en 21 ambientes.

La determinación de los ambientes homogéneos se hizo por el método de coeficiente de correlación y el agrupamiento por el método de conexión simple.

E.- Evaluación nacional y mundial del comportamiento de los triticales con respecto a los trigos harineros y duros en los primeros 10 Ensayos Internacionales de Rendimiento de Triticale (1969-1979).

Este estudio se realizó tomando los datos de rendimiento medio nacionales y mundiales de los Ensayos Internacionales de Rendimiento de Triticale, llevados a cabo en los años comprendidos entre 1969-1979., por el CIMMYT.

Se consideran los siguientes datos:

- a).- Rendimiento medio del mejor triticale a nivel nacional y mundial.
- b).- Rendimiento promedio de los mejores 5 triticales a nivel nacional y mundial.
- c).- Rendimiento medio del mejor trigo harinero a nivel nacional y mundial y.-

d).- Rendimiento medio del mejor trigo duro a nivel nacional y mundial.

CUADRO 1. Ubicación de los campos experimentales en los cuales se realizaron los Ensayos Internacionales de Rendimiento de Triticale objeto de este estudio.

LOCALIDAD	ESTADO	A.S.N.M.	LATITUD	LONGITUD	AÑOS DE PRUEBA
INIA-CIAS	SINALOA	14 mts.	N 25°42'	W100°00'	1
CIANO	SONORA	40 mts.	N 27°20'	W109°54'	5
NAVOJOA	SONORA	40 mts.	N 27°02'	W109°15'	1
ATIZAPAN	MEXICO	2640 mts.	N 19°16'	W 99°51'	3
CIAB	GUANAJUATO	1765 mts.	N 20°34'	W100°50'	3
DELICIAS	CHIHUAHUA	1170 mts.	N 28°11'	W105°30'	1
NAVIDAD	NUEVO LEON	1895 mts.	N 25°05'	W100°36'	3
EL BATAN	MEXICO	2249 mts.	N 19°31'	W 98°50'	2
HUAMANTLA	TLAXCALA	2553 mts.	N 19°19'	W 97°56'	2

CUADRO 2. Líneas y variedades utilizadas en el 5° Ensayo Internacional de Rendimiento de Triticale. (Exp. I).

No. DE VARIEDAD	LINEA O VARIEDAD	ORIGEN
1	ARM "S"	MEXICO
2	INIA-GUARDA x ARM "S"	MEXICO
3	INIA-GUARDA x ARM "S"	MEXICO
4	INIA-ARM"S"	MEXICO
5	ARM "S"	MEXICO
6	ARIES	CANADA
7	CINNAMON	MEXICO
8	MAYA II-ARM "S"	MEXICO
9	MAYA II-ARM "S"	MEXICO
10	CAJEME 71*	MEXICO
11	MAYA II-ARM "S"	MEXICO
12	MAYA II-ARM "S"	MEXICO
13	MAYA II-ARM "S"	MEXICO
14	MAYA II-ARM "S"	MEXICO
15	COCORIT 71**	MEXICO
16	MAYA II-ARM "S"	MEXICO
17	MAYA II-ARM "S"	MEXICO
18	MAYA II-ARM "S"	MEXICO
19	MAYA II-ARM "S"	MEXICO
20	SIETE CERROS *	MEXICO
21	MAYA I -ARM "S"	MEXICO
22	MAYA I -ARM "S"	MEXICO
23	INIA-RYE x ARM"S"	MEXICO
24	KOALA "S"	MEXICO

* Trigo harinero

** Trigo duro

CUADRO. 3. Líneas y variedades utilizadas en el 6° Ensayo Internacional de Rendimiento de Triticale. (Exp. I).

No. DE VARIEDAD	LINEA O VARIEDAD	ORIGEN
1	ARMADILLO "S"	MEXICO
2	INIA-GUARDA	MEXICO
3	INIA-GUARDA x ARM "S"	MEXICO
4	ROSNER	CANADA
5	CINNAMON	MEXICO
6	RAHUAN	MEXICO
7	MAYA-I-ARM"S"	MEXICO
8	MAPACHE	MEXICO
9	MAYA-II-ARM"S"	MEXICO
10	SIETE CERROS*	MEXICO
11	NAVOJOA	MEXICO
12	YOROME TC-75	MEXICO
13	ARABIAN	MEXICO
14	BACUM	MEXICO
15	COCORIT 71**	MEXICO
16	INIA-ARM"S"	MEXICO
17	LINCE	MEXICO
18	INIA-RYE	MEXICO
19	INIA-RYE	MEXICO
20	TANORI 71	MEXICO
21	KOALA"S"	MEXICO
22	KOALA"S"	MEXICO
23	BEAGLE	MEXICO
24	F.S.1897	MEXICO

* Trigo harinero

**Trigo duro

CUADRO 4. Líneas y variedades utilizadas en el 7º
 Ensayo Internacional de Rendimiento de
 Triticale. (EXP. I.)

No. DE VARIEDAD	LINEA O VARIEDAD	ORIGEN
1	YOREME	MEXICO
2	NAVOJOA	MEXICO
3	NAVOJOA "S"	MEXICO
4	RAHUM	MEXICO
5	JUPATECO 73*	MEXICO
6	RAHUM "S"	MEXICO
7	BACUM	MEXICO
8	YOCO (RESEL)	MEXICO
9	ARABIAN	MEXICO
10	COCORIT C-71**	MEXICO
11	SETTER	MEXICO
12	KOALA"S"	MEXICO
13	KOALA"S"	MEXICO
14	LINCE	MEXICO
15	CINNAMON	MEXICO
16	INIA-RYE X AM"S"	MEXICO
17	MAYAI-ARM"S"	MEXICO
18	MAPACHE	MEXICO
19	LOBO	MEXICO
20	SIETE CERROS*	MEXICO
21	F.S. 1897	MEXICO
22	BEAGLE	MEXICO
23	UM 2038	CANADA
24	UC 8825	E.U.

* Trigo harinero
 ** Trigo duro

CUADRO 5. Líneas y variedades utilizadas en el 8°,
Ensayo Internacional de Rendimiento de
Triticale. (EXP. I)

No. DE VARIEDAD	LINEA O VARIEDAD	ORIGEN
1	YOREME TL-75	MEXICO
2	NAVOJOA	MEXICO
3	BACUM	MEXICO
4	ARABIAN	MEXICO
5	JUPATECO F-73*	MEXICO
6	MAPACHE	MEXICO
7	MAPACHE "S"	MEXICO
8	SETTES	MEXICO
9	KOALA "S"	MEXICO
10	MEXICALI 75**	MEXICO
11	YOCO (RESEL)	MEXICO
12	LINCE	MEXICO
13	RAHUM	MEXICO
14	MAYA I-ARM "S"	MEXICO
15	7 CERROS*	MEXICO
16	OCTO-BULK-BUSH	MEXICO
17	IRA (2)	MEXICO
18	F, S. 1897	MEXICO
19	BEAGLE (RESEL)	MEXICO
20	CINNAMON	MEXICO
21	DRIRA	MEXICO
22	UC 8825	E. U.
23	GTA 204-BC090	CANADA
24	BEAVER-ARM	CANADA

* Trigo harinero

** Trigo Duro

CUADRO 6. Líneas y variedades utilizadas en el 9° Ensayo Internacional de Rendimiento de Triticale. -- (Experimento I).

No. DE VARIEDAD	LINEA O VARIEDAD	ORIGEN
1	CINNAMON	MEXICO
2	IA-BULK E2	MEXICO
3	YOREME TC-75	MEXICO
4	MAYA I-ARM	MEXICO
5	M ₂ A(2)	MEXICO
6	OCTO-BULK-BUSH	MEXICO
7	M ₂ A-IRA	MEXICO
8	ARABIAN	MEXICO
9	IRA(2)	MEXICO
10	BEAGLE	MEXICO
11	NAVOJOA	MEXICO
12*	NACOZARI*	MEXICO
13	BACUM	MEXICO
14	IRA-CAL	MEXICO
15	F. S. 1897	MEXICO
16	LINCE	MEXICO
17	MAPACHE	MEXICO
18	YOCO (RESEL)	MEXICO
19	73UM8518	CANADA
20	RAHUM	MEXICO
21	DRIRA	MEXICO
22	MEXICALI 75**	MEXICO
23	SIETE CERROS*	MEXICO
24	TEQUILA ***	MEXICO

* Trigo Harinero

** Trigo Duro

***cebada

CUADRO 7. Líneas y variedades utilizadas en los experimentos II y III, respectivamente.

EXPERIMENTO II				EXPERIMENTO III			
No. DE VARIEDAD	LÍNEA O VARIEDAD	ORIGEN	No. DE VARIEDAD	LÍNEA O VARIEDAD	ORIGEN		
1	BEAGLE	MEXICO	1	UM-2038	E.U.		
2	RAHUM	MEXICO	2	FS-1897	MEXICO.		
3	LINCE	MEXICO	3	YOCO	MEXICO.		
4	NAVOJOA	MEXICO	4	RAHUM	MEXICO.		
5	MAPACHE	MEXICO	5	SETTER	MEXICO.		
6	MIA	MEXICO	6	RAHUM"S"	MEXICO.		
7	CINNAMON	MEXICO	7	IA-BUSHxM ₂ A	MEXICO.		
8	BACUM	MEXICO	8	YOREME	MEXICO.		

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A. Experimento I. (ITYN).

1).- Medias de rendimiento y parámetros utilizados para medir la estabilidad de rendimiento y la respuesta de producción de los Triticales incluidos en los Ensayos Internacionales de Rendimiento. (1974-1978).

En los cuadros No.10,11,12,13 y 14 se observan las medias de rendimiento, coeficientes de regresión, coeficientes de determinación, valores de Wricke y valores de R_1 y R_2 , de las líneas y variedades evaluadas en los 5 Ensayos Internacionales de Rendimiento objeto de este estudio.

La media por Ensayo varió de 3298 a 6313 Kgs./ha. El porcentaje de líneas ó variedades que tuvieron una media de rendimiento mayor que la media por Ensayo, varió de 50 a 62.5%. La variedad Arabian presentó la media más alta registrada en los 5 Ensayos con 7356 Kgs./ha., en el 6° ITYN. La media más baja la presentó la variedad Rosner, con 786 Kgs./ha. en el 6° ITYN.

Comparando los rendimientos de los Triticales con respecto a los mejores trigos harineros y duros presentes en cada Ensayo, se observó que en forma general, del 62.5 al 79.1% de las variedades de Triticale rindieron más que los mejores trigos testigos, presentándose la única excep

. . . .

ción en el 5° Ensayo, en el cual la variedad de trigo duro Cocorit 71, ocupó el 4° lugar en rendimiento, aunque subrayando que el siguiente mejor trigo, Siete Cerros, ocupó el 17° lugar.

Este comportamiento superior de los Triticales puede deberse a su mayor potencial de rendimiento y a su amplia adaptación, lo que les permite rendir bien aún en ambientes desfavorables.

Por otra parte, se pudo observar que las variedades introducidas Beaver-Arm, 6TA-204Bco 90, UC8825, UM2038, Rosner, Aries y 73 UM 8518, tuvieron rendimientos bajos, los cuales variaron entre 786 y 5227 Kgs./ha., con una media de 2608 Kgs./ha. Esto se puede deber a su falta de adaptación a las condiciones ambientales imperantes en México, y en especial a su mayor susceptibilidad al fotoperíodo y su menor resistencia a las enfermedades.

Por el contrario, las líneas y variedades seleccionadas en México, fueron en general las de mayor rendimiento.

En resumen, los altos rendimientos de los materiales seleccionados en México, indican la acumulación estable, tanto de genes para rendimiento como para adaptación.

Los coeficientes de regresión de las líneas y variedades en los 5 Ensayos fueron estadísticamente iguales a

la unidad en el 88% de los casos, correspondiendo en forma general a las líneas y variedades de rendimiento mayor é intermedio.

Los coeficientes de regresión significativamente mayores que la unidad constituyeron el 6% de los casos, correspondiendo a las variedades de mejor rendimiento. El restante 6% estuvo formado por variedades con coeficientes de regresión significativamente menores que la unidad. El menor valor de regresión lo presentó la variedad Rosner, con $b = .55$, y el mayor la variedad Mapache, con $b = 1.19$, siendo ambos significativamente diferentes de uno. También se observó que las líneas y variedades introducidas, principalmente de Canadá, como la variedad Rosner, y las variedades "antiguas", como la Cinnamon, presentaron una sensibilidad lineal menor que la unidad y tuvieron, como ya se mencionó, rendimientos -- promedios bajos.

Por el contrario, las líneas y variedades seleccionadas en México, fueron, en forma general, las de mayor rendimiento, aunque esto ha llevado a un incremento en la sensibilidad lineal. Evidentemente, la selección realizada en México ha sido efectiva para aumentar los rendimientos y al mismo tiempo, se ha aumentado el coeficiente de regresión.

La correlación entre los dos parámetros hace difícil la selección de materiales con coeficiente de regresión menor que uno, cuando el objetivo es obtener más altos rendimientos y sugiere, además, que estos dos parámetros están gobernados por el mismo sistema genético, ó que la selección se ha hecho en el mismo sentido. De esta manera el uso de las variedades con coeficiente de regresión menor que uno, queda limitado para ambientes de muy baja productividad.

Con respecto a los coeficientes de determinación de las líneas y variedades evaluadas, se encontró que fueron muy cercanos a la unidad ($>.99$). Esto indica que la línea de regresión presenta un buen ajuste con respecto a los valores observados del rendimiento; por lo tanto, las desviaciones de la regresión en la generalidad del germoplasma probado fueron muy pequeñas.

El ajuste de la línea de regresión se puede deber a que las poblaciones estudiadas fueron líneas avanzadas ó variedades, que además de ser homocigóticas, son homogéneas, lo cual contrasta con otros investigadores, que han encontrado valores de r^2 muy bajos, pero trabajando con materiales heterocigóticos y heterogéneos.

La contribución relativa de cada variedad a la varianza de la interacción genotipo x ambiente (valores de Wricke), se puede considerar como una medida de estabilidad, la cual es inversamente proporcional al aporte de cada variedad. En este estudio, se observó la siguiente tendencia: los materiales de mayor rendimiento contribuyeron en forma general con un 23.71% a la interacción genotipo- ambiente; los de rendimiento intermedio con un 28.18% y los de menor rendimiento con un 47.97%.

De lo anterior se puede deducir que los materiales que interaccionan más con el ambiente, presentan menor estabilidad, lo que lleva, en parte, a producir bajos rendimientos. Por el contrario, los materiales que interactúan menos ó son menos afectados por el ambiente, presentan un buen potencial de rendimiento, favoreciendo el desarrollo de variedades estables. De esta manera, es posible hacer selección indirecta en este sentido.

El menor rango (R_1), con respecto a rendimiento, lo presentó en el 6°ITYN la variedad Arabian, con 771 Kgs./ha. y el mayor fué de 6917 Kgs., correspondiente a la variedad Mapache en el 7°ITYN. El máximo rango encontrado lo presentó un trigo duro, Mexicali 75, con 7431 Kgs. en

el 9°ITYN. El mínimo valor de R_2 en los triticales fué de 137 Kgs. de la línea MayaII- Arm"S", del 6°ITYN, y el máximo fué de 6917 Kgs., de la variedad Mapache en el 7°ITYN. En este caso también el máximo valor encontrado fué de 7431 Kgs., del trigo Mexicali 75.

Los parámetros anteriores pueden posibilitar la selección de germoplasma que presente estabilidad, porque entre menor sea el rango y los valores de R_2 en los rendimientos de una variedad, mayor será su estabilidad de comportamiento, pero siempre será necesario tomar en cuenta los rendimientos medios de la variedad, para normar el criterio de selección, pues podría darse el caso de que se seleccionen genotipos con rango muy pequeño, pero con bajos rendimientos, aunque esta opción se puede implementar para ambientes muy adversos.

Cuadro No. 10 Medias de rendimiento, coeficientes de regresión, coeficientes de determinación, valores de Wricke y valores de R_1 y R_2 de las 24 líneas y variedades del 5° Ensayo Internacional de Rendimiento de Triticale, ITYN. (1974).

No. de Var.	Variedad	Rend. (Kgs./ha.)	$b \pm S_b^{\wedge}$	r^2	W	R_1	R_2
12	Maya II-Arm "S"	6466	1.09 .051	.995	5.25	4921	4921
13	Maya II-Arm "S"	6422	1.09* .012	.999	.92	5347	5347
9	Maya II-Arm "S"	6398	1.09 .028	.998	3.21	5560	5560
15	Cocorit 71 (2)	6387	1.09 .063	.993	10.97	6103	5492
19	Maya II-Arm "S"	6324	1.08** .006	.999	.96	5515	5515
22	Maya I-Arm "S"	6246	1.05 .027	.998	.66	5048	5048
21	Maya I-Arm "S"	6213	1.05 .029	.998	2.01	5182	5182
11	Maya II-Arm "S"	6188	1.06 .036	.997	3.98	6071	6071
14	Maya II-Arm "S"	6177	1.06 .036	.997	3.79	6014	6014
7	Cinnamon	6114	1.03 .035	.997	2.45	4793	4793
16	Maya II-Arm "S"	5959	1.01 .024	.998	1.07	4926	4926
24	Koala "S"	5883	1.02 .042	.996	4.12	6114	6114
8	Maya II-Arm "S"	5832	.98 .015	.999	.55	4788	4788
2	Inia-Guardax Arm "S"	5741	.97 .028	.998	1.82	4535	4535
4	Inia-Arm "S"	5724	.98 .039	.996	3.03	5338	5338
3	Inia-Guardax Arm "S"	5647	.96 .046	.995	4.33	4889	4757
20	Siete Cerros (1)	5553	.94 .025	.998	2.29	4682	4682
1	Arm "S"	5485	.93 .025	.998	2.48	6915	6915
17	Maya II-Arm "S"	5483	.93 .080	.985	13.12	5606	5606
23	Inia-Ryex Arm "S"	5475	.92 .062	.990	9.78	4238	4127
18	Maya II-Arm "S"	5388	.92 .027	.998	.81	5116	5116
6	Aries	5230	.87 .045	.994	9.16	3704	3454
10	Cajeme 71 (1)	5195	.90 .074	.986	9.10	5647	5647
5	Arm "S"	5088	.86* .015	.999	4.01	4124	4124

Media General: 5859
 *,** significativo al .05 y .01 de probabilidad, respectivamente.
 (1) trigos harineros
 (2) trigo duro

Cuadro No.11 Medias de rendimiento, coeficientes de regresión, coeficientes de determinación, valores de Wricke y valores de R_1 y R_2 de las 24 líneas y variedades del 6° Ensayo Internacional de Rendimiento de Triticale, ITYN. (1975).

No. de Var.	Variedad	Rend. (Kgs./ha.)	$b \pm S_b$	r^2	W	R_1	R_2
13	Arabian	7356	1.16 .040	.998	.50	771	763
12	Yoreme TC-75	7187	1.13 .053	.997	1.35	1014	610
6	Rahum	7072	1.11 .034	.999	.49	987	838
8	Mapache	7069	1.12 .106	.991	7.58	2292	980
9	MayaII-Arm"S"	7060	1.11 .080	.994	3.51	806	137
7	MayaI-Arm"S"	6972	1.10 .053	.997	1.92	1583	1583
14	Bacum	6925	1.09 .060	.996	2.03	1049	490
11	Navojoa	6731	1.06 .050	.997	1.59	1320	1320
17	Lince	6706	1.06 .036	.998	.90	1438	1154
18	Inia-Rye	6592	1.04 .096	.991	5.94	1827	585
19	Inia-Rye	6526	1.02 .104	.989	6.78	306	274
23	Beagle	6503	1.02 .042	.998	1.12	1302	1302
21	Koala "S"	6421	1.02 .190	.966	23.73	3889	3889
24	F.S.1897	6361	1.00 .061	.996	2.46	1702	1047
16	Inia-Arm"S"	6281	.99 .054	.996	1.95	1336	1336
5	Cinnamon	6101	.96 .091	.990	5.69	977	109
2	Inia-Guarda	6066	.96 .011	.999	.05	1302	1302
20	Tanori 71 (1)	5986	.95 .077	.993	3.65	2042	2042
22	Koala "S"	5967	.94 .028	.999	.38	1571	1571
3	Inia-GuardaxArm	5956	.94 .012	.999	.04	1324	1324
10	Siete Cerros(1)	5610	.89 .203	.951	25.75	3286	3286
15	Cocorit 71 (2)	5521	.87 .046	.997	.98	1556	1423
1	Armadillo"S"	5067	.80 .048	.996	.99	1507	1248
4	Rosner	3478	.55*.008	.999	.49	786	786

Media General: 6313
 *,** significativo al .05 y .01 de probabilidad, respectivamente.
 (1) trigos harineros
 (2) trigo duro

Cuadro No.12 Medias de rendimiento, coeficientes de regresión, coeficientes de determinación, valores de Wricke y valores de R_1 y R_2 de las 24 líneas y variedades del 7° Ensayo Internacional de Rendimiento de Triticale, ITYN. (1976).

No. de Var.	Variedad	Rend. (Kgs./ha.)	$b \pm S_b$	r^2	W	R_1	R_2
18	Mapache	6201	1.19*.052	.992	5.94	6917	6917
2	Navojoa	5978	1.12*.032	.996	.97	5367	5367
6	Rahum "S"	5827	1.10 .046	.992	2.74	5753	5753
17	MayaI-Arm"S"	5824	1.11 .050	.991	4.11	6197	6197
7	Bacum	5759	1.08 .054	.990	3.05	5146	5146
4	Rahum	5691	1.09 .054	.990	4.23	5889	5889
14	Lince	5672	1.10 .056	.989	5.29	6617	5726
21	F.S. 1897	5628	1.06 .031	.996	1.04	5211	4656
3	Navojoa "S"	5589	1.05 .046	.992	2.43	5324	4834
22	Beagle	5557	1.07 .041	.994	2.79	5853	5027
11	Setter	5552	1.05*.017	.998	.45	4872	4646
8	Yoco (Resel.)	5519	1.04 .039	.994	1.70	5307	4941
1	Yoreme	5482	1.02 .034	.995	1.10	4644	4644
23	U.M.2038	5337	1.01 .078	.976	7.27	5933	5227
9	Arabian	5325	.98 .045	.991	2.38	4373	4373
5	Jupateco 73 (1)	5103	.97 .057	.986	3.88	5065	4911
19	Lobo	5043	.94 .041	.992	2.50	4496	4402
16	Inia-Rye x Arm"S"	4745	.90 .050	.987	3.49	4582	4534
13	Koala "S"	4743	.91 .081	.969	7.59	6415	3942
15	Cinnamon	4589	.86 .058	.982	4.97	4698	4447
10	Cocorit 71 (2)	4372	.82*.041	.990	3.52	4615	3762
12	Koala "S"	4292	.82 .079	.964	7.82	5554	2868
20	Siete Cerros (1)	4166	.81 .104	.938	12.17	5615	3692
24	UC 8825	3940	.75*.075	.961	8.44	4337	1946

Media General: 5247

*,** significativo al .05 y .01 de probabilidad, respectivamente.

(1) trigos harineros

(2) trigo duro

Cuadro No. 13 Medias de rendimiento, coeficientes de regresión, coeficientes de determinación, valores de Wricke y valores de R_1 y R_2 de las 24 líneas y variedades del 8° Ensayo Internacional de Rendimiento de Triticale, ITYN. (1977).

No. de Var.	Variedad	Rend. (Kgs./ha.)	$b \pm S_b$	r^2	W	R_1	R_2
13	Rahum	3827	1.13 .046	.994	.55	5589	5589
12	Lince	3766	1.12 .050	.993	1.02	5653	5653
14	Maya I-Arm "S"	3722	1.14 .069	.988	2.95	6096	6096
19	Beagle	3663	1.05 .066	.988	.95	4543	4543
4	Arabian	3623	1.09 .098	.976	4.01	5209	5209
6	Mapache	3612	1.11 .059	.991	2.38	6101	6101
7	Mapache "S"	3576	1.00 .168	.922	10.69	4293	3711
24	Beaver-Arm	3509	1.01 .087	.978	2.68	4596	4596
2	Navojoa	3464	1.06 .056	.991	1.63	5498	5498
18	F.S. 1897	3447	1.03 .087	.979	3.02	5120	5120
21	Drira	3367	.95 .141	.937	8.39	4061	3530
20	Cinnamon	3345	.98 .051	.991	1.07	4415	4415
3	Bacum	3321	1.05 .066	.988	2.14	6537	6537
17	IRA 2	3258	1.04 .080	.982	2.80	5866	5866
11	Yoco (Resel.)	3222	.99 .048	.992	.89	5298	5298
16	Octo-Bulk-Bush	3205	1.04 .119	.962	5.87	6321	6321
23	6TA204-Bco90	3147	.87 .122	.944	7.82	3574	3574
8	Setter	3143	.99 .070	.985	1.77	5463	5463
1	Yoreme TC-75	3065	1.00 .110	.965	4.41	6742	6742
10	Mexicali 75(2)	3049	.99 .118	.959	5.04	6716	6716
9	Koala "S"	2878	.91 .061	.986	.75	5620	5620
5	Jupateco 73(1)	2856	.86 .058	.986	2.03	4341	4341
15	Siete Cerros(1)	2672	.83 .188	.868	14.05	5604	5265
22	U.C. 8825	2412	.65* .104	.929	12.97	2128	2128

Media General: 3298

*,** significativo al .05 y .01 de probabilidad, respectivamente.

(1) trigos harineros
(2) trigo duro

Cuadro No. 14 Medias de rendimiento, coeficientes de regresión, coeficientes de determinación, valores de Wricke y valores de R_1 y R_2 de las 24 líneas y variedades del 9° Ensayo Internacional de Rendimiento de Triticale, ITYN. (1978).

No. de Var.	Variedad	Rend. (Kgs./ha.)	$b \pm S_b^{\hat{}}$	r^2	W	R_1	R_2
14	M2A-IRA	5290	1.14* .046	.993	2.04	4434	3524
6	Mapache	5237	1.13 .054	.990	2.47	4239	3596
18	IA-BulkE2	5217	1.12* .043	.994	1.68	4291	4291
21	Beagle	5173	1.10 .057	.989	2.23	3462	3243
13	Maya I-Arm	5097	1.09 .035	.995	.64	3530	3530
9	Lince	4995	1.09 .048	.992	2.76	4870	4870
15	Cinnamon	4949	1.05 .071	.982	4.32	3608	3608
12	Octo-Bulk-Bush	4897	1.05 .057	.988	2.90	4065	4065
19	IRA-Cal	4810	1.05 .025	.997	.86	4123	4123
11	F.S. 1897	4797	1.04 .016	.999	.26	3604	3570
7	Rahum	4772	1.06 .047	.992	2.64	4937	4937
1	Yoreme TC-75	4753	.99 .080	.974	5.95	2123	2123
2	Navojoa	4660	1.01 .044	.992	1.89	3794	3544
17	IRA 2	4632	1.03 .073	.980	5.38	5102	4998
3	Arabian	4601	.98 .068	.981	4.45	3951	2499
16	M2A ²	4585	.98 .045	.991	1.97	3393	3393
4	Bacum	4491	.94 .072	.977	5.48	2243	2243
10	Mexicali 75(2)	4289	1.01 .144	.924	19.02	7431	7431
22	Drira	4265	.92 .065	.980	4.42	3488	2355
5	Nacozari 76(1)	4261	.95 .079	.972	5.47	5305	5013
8	Yoco (Resel.)	4222	.90 .041	.991	2.58	2673	2426
23	73 UM 8518	3607	.77** .040	.989	4.02	2258	1765
20	Siete Cerros(1)	3351	.74* .082	.953	6.07	4161	2339
24	Tequila (3)	3146	.74 .131	.889	10.38	5307	5307

Media General: 4587

*,** significativo al .05 y .01 de probabilidad, respectivamente.

(1) trigos harineros

(2) trigo duro

(3) cebada

Cuadro No. 22.

Coefficientes de correlación entre medias de rendimiento, coeficientes de regresión, coeficientes de determinación, valores de Wricke y valores de R_1 y R_2 , en los Ensayos Internacionales de Rendimiento de Triticale 5°, 6°, 7°, 8°, y 9°, (ITYN).

Indices Correlacionados		5°	6°	7°	8°	9°	Combinada
\bar{X}	b	.99**	1.0**	.99**	.89**	.97**	.45**
\bar{X}	r^2	.35	.11	.75**	.51*	.68**	.55**
\bar{X}	w	-.31	-.032	-.61**	-.51*	-.49*	-.13
\bar{X}	R_1	.34	-.67	.44	.27	-.05	-.36**
\bar{X}	R_2	.32	-.19	.88**	.30	.07	-.32
b	r^2	.33	.06	.71**	.60**	.58**	.42**
b	w	-.29	-.016	-.55**	-.64**	-.37	.29**
b	R_1	.41*	-.041	.52*	.65**	.14	.16
b	R_2	.40*	-.16	.90**	.68**	.26	.23
r^2	w	-.59**	-.95**	-.93**	-.95**	-.83**	-.66**
w	R_1	-.001	.80**	.32	-.42*	.57**	.14
w	R_2	-.09	.70**	-.37	-.52**	.51*	-.07
r^2	R_1	-.17	.74**	-.06	.30	-.49*	-.20*
r^2	R_2	-.19	-.69**	.60**	.018	-.42*	-.11
R_1	R_2	.98**	.88*	.58**	.96**	.91**	.92**

*,** Significativo al .05 y .01 de Probabilidad, respectivamente.

B. Experimento II.

a). Confiabilidad de las medias de rendimiento y parámetros utilizados para medir la estabilidad de rendimiento, en dos formas de agrupamiento de datos.

En los cuadros 15 y 16, se observa que la media general de rendimiento de las 8 variedades, al agrupar los datos por localidades, sin tomar en cuenta los años, fué de 4703 Kgs./Ha., y de 5094 Kgs./Ha. cuando la agrupación se hizo incluyendo cada año en cada localidad, como un ambiente diferente. De las 8 variedades, Mapache presentó la media más alta en ambas formas de agrupamiento de datos (5019 y 5420 Kgs/Ha., respectivamente); en cambio, la variedad Cinnamon fué la de menor rendimiento en los dos grupos, con una media de 4267 y 4603 Kgs/Ha. respectivamente.

El coeficiente de correlación entre las medias de rendimiento de ambos grupos fué de .99., alta y positivamente significativa, lo cual indica una alta repetibilidad de este parámetro.

Con respecto a los coeficientes de regresión, solo dos de las ocho variedades, Mapache y Cinnamon, tuvieron

valores significativamente diferentes de la unidad en ambos agrupamientos, (1.07 y .88, respectivamente).

El coeficiente de correlación entre los coeficientes de regresión de los dos grupos fué de .99, positivo y altamente significativo.

Lo anterior indica que tanto la media de rendimiento como el coeficiente de regresión, son parámetros altamente repetibles, y si se considera que un carácter con alta repetibilidad tiene mayor probabilidad de ser heredable, obviamente estos dos parámetros presentan mayor posibilidad de estar controlados genéticamente.

Los coeficientes de determinación de las 8 variedades fueron muy cercanos a la unidad, al igual que en el Exp. I, ($> .99$), por lo que también se consideró que la línea de regresión de cada variedad presentó un ajuste bastante preciso con los rendimientos observados.

El coeficiente de correlación entre grupos de este parámetro fué de .56, no siendo significativo.

En ambos tipos de agrupamiento los mayores valores de Wricke los presentó la variedad Cinnamon, con 25.02 y 24.45%, respectivamente.

Las variedades de menor contribución fueron: en el agru

pamiento por localidades la variedad Bacum aportó un --
3.57%, en tanto que en el agrupamiento por ambientes, --
la variedad Lince aportó un 7.55%.

El coeficiente de correlación entre valores de --
Wricke en ambos grupos, fué de .61, no significativa.

Los valores de R_1 y R_2 mostraron los siguientes re-
sultados: el mayor rango en el agrupamiento por localida-
des correspondió a la variedad Rahum con 5093 Kgs. y el
menor a la variedad Cinnamon, con 4008 Kgs. En el agrupa-
miento por ambientes el mayor rango fué de la variedad -
Mapache, con 8143 Kgs., y el menor fué de 4975 Kgs., de -
la variedad Cinnamon.

Los valores de R_2 también variaron con respecto al -
tipo de agrupamiento: cuando se agrupó por localidades,
el mayor valor correspondió a la variedad Rahum, con ----
5093 Kgs. y el menor a la variedad Beagle, con 3824 Kgs.

Al agrupar por ambientes, el mayor valor de R_2 lo --
presentó la variedad Mapache, con 8143 Kgs., y el menor, -
la variedad Cinnamon, con 4570 Kgs.

Los coeficientes de correlación entre estos dos pa-
.

rámetros en ambos tipos de agrupamiento, fueron de .64 y .70, no significativos, para R_1 y R_2 , respectivamente, por lo cual, junto con los valores de Wricke y el coeficiente de determinación, se consideró que, en base a los resultados de este estudio, presentaron baja repetibilidad, por lo que se deduce que fueron muy poco heredables, y por lo tanto, de poca confiabilidad.

b). Categorización de ambientes.

En la figura 1, se muestra el dendograma de ambientes homogéneos calculado en base al rendimiento de ocho genotipos a través de 21 ambientes incluidos en los Ensayos Internacionales de Rendimiento de Triticale.

Al nivel de similitud de .55 se forman 6 grupos de ambientes; en el primer grupo se encuentran El Batán 8° ITYN, Huamantla 8° ITYN, CIANO 1° fecha, 9° ITYN, y El Batán 9° ITYN. En este caso se puede deducir que el Batán fué el ambiente en este grupo que más destacó por no presentar variación en su respuesta de productividad de un año a otro.

En el 2° grupo, se encuentran CIAB 7° ITYN, CIANO 2° fecha 9° ITYN, CIANO 2° fecha 6° ITYN, CIANO 1° fecha 8° ITYN,
.

CIANO 1° fecha 7° ITYN, CIANO 2° fecha 7° ITYN, Navidad 10° ITYN, Delicias 7° ITYN, CIANO 1° fecha 7° ITYN, Navidad 7° ITYN, CIAB 9° ITYN, Atizapán 8° ITYN, y Navidad 8° ITYN.

En este grupo, es bastante evidente la homogeneidad que existe en CIANO, tanto en la primera como en la segunda fecha de siembra, a través de los 5 años del estudio, lo cual sugiere que podría usarse sólo una de -- las fechas de siembra, de preferencia la segunda, considerando que sus rendimientos son ligeramente mayores -- que en la primera. El 3°, 4°, 5° y 6° grupos lo forman respectivamente una sola localidad, las cuales son CIAB 6° ITYN, Huamantla 9° ITYN, Atizapán 9° ITYN y Atizapán 7° -- ITYN.

En esta última localidad, a pesar de que las evaluaciones se llevaron a cabo dentro de la misma Estación Experimental, se presentó variación ambiental de un año a otro, lo cual indicó que el comportamiento a través de años fué heterogéneo, justificando esto, la realización de evaluaciones anuales.

Rendimientos medios varietales por localidad (Promedio de varios años), de las 8 variedades de Triticale del Experimento II., probadas durante los ciclos 1974-1978.

VARIEDAD	CIAB		CIANO 2°		CIANO 1°		ATIZ.	BATAN	N.V.		DEL.	HUAM.	Media Varietal
	3 años	3 años	3 años	4 años	3 años	3 años	2 años	3 años	1 año	2 años	2 años		
Mapache	7946	7321	6850	4719	4146	3059	3226	2892	5019				
MIA	7385	6991	6823	5039	3554	3548	2729	3033	4888				
Rahum	7820	6841	6853	3563	3774	3353	3427	2726	4795				
Lince	7337	6872	6838	4430	4203	2834	2706	2746	4745				
Beagle	7127	6711	6507	4054	4223	3282	2265	3303	4684				
Navojoa	7201	6727	6533	4684	3131	2932	3430	2602	4655				
Bacum	6781	6553	6626	4365	3782	2994	3003	2522	4578				
Cinnamon	6512	5728	1748	4816	3543	2504	2656	2629	4267				
Media por Localidad	7263	6718	6597	4459	3794	3063	2930	2806					

Media General: -- 4704 Kgs/Ha.

CUADRO. 15 Rendimientos medios varietales (Kgs/Ha.), por ambiente, de las 8 variedades de Triticale del Exp. III, en cada uno de los 21 ambientes del Exp. II.

VARIEDAD	7°	7°	7°	6°	6°	9°	8°	9°	10°	9°	7°	8°	9°	8°	7°	8°	8°	MEDIA VARIETAL				
	ITYN	ITYN	ITYN	ITYN	ITYN	ITYN	ITYN	ITYN														
CIAB	CIANO	ATIZ	ATIZ	ATIZ	ATIZ	DELIC.	DELIC.	DELIC.	NY.													
BEAGLE	8103	7498	8118	7090	7492	6348	5788	6632	5552	4966	4926	4284	3850	4791	4030	4249	3655	2265	3076	2358	1805	5089
RAHUM	8958	7665	7494	7681	7659	7139	6843	6694	5916	5443	5349	5334	4194	4027	2963	2722	3522	3427	3069	2731	1549	5170
LINCE	7621	8512	8063	7570	7974	6841	6416	6132	5869	5421	4983	5236	4627	4617	3427	3104	3789	2706	1895	2388	1188	5160
NAVOJOA	8492	7762	7564	7292	7141	6848	5972	6931	4594	4321	5327	5499	4600	3347	3955	3597	2916	3430	3125	1607	1350	5031
MAPACHE	9153	8443	8111	8160	7505	7112	7180	5868	5977	5932	5694	6041	4850	5076	3266	3909	3216	3226	2236	1875	1010	5420
MIA	8655	7394	7980	7667	7418	7251	6084	7167	5481	7032	5327	5279	5027	4110	4363	3888	2999	2729	2458	2179	1155	5316
CINNAMON	6058	5818	6309	6354	7017	5903	6463	5486	5787	4377	4522	5083	4283	3881	5083	3409	3205	2656	1649	1850	1488	4603
BACUM	8118	7630	6967	7438	5277	7237	6948	6389	5248	5310	5256	5868	3505	4409	3722	3034	3155	3003	2972	2010	700	4961
MEDIA AMBIENTAL	8144	7590	7575	7406	7185	6834	6461	6412	5553	5350	5173	5103	4367	4282	3851	3489	3307	2930	2560	2124	1280	

MEDIA GENERAL = 5094.0

Cuadros No.15,16 Medias de rendimiento, coeficientes de regresión, coeficientes de determinación, valores de Wricke y valores de R_1 y R_2 , de las 8 variedades de Triticale del Experimento II, por localidades y por ambientes, respectivamente.

Variedad	Rend. (Kgs./ha.)	$b \pm S_b^{\wedge}$	r^2	W	R_1	R_2	
Mapache	5019	1.07**	.011	.999	5.81	5054	5054
M1A	4888	1.03	.022	.997	9.02	4656	4352
Rahum	4795	1.02	.034	.993	22.32	5093	5093
Lince	4745	1.01	.016	.998	5.29	4631	4591
Beagle	4684	.99	.030	.994	16.89	4862	3824
Navojoa	4655	.99	.025	.996	12.03	4599	4599
Bacum	4578	.97	.012	.998	3.57	4259	4259
Cinnamon	4267	.90**	.026	.994	25.02	4008	3883

Cuadro 15

Media General: 4703 Kgs./ha.

Variedad	Rend. (Kgs./ha.)	$b \pm S_b^{\wedge}$	r^2	W	R_1	R_2	
Mapache	5420	1.07**	.017	.995	10.47	8143	8143
M1A	5316	1.04*	.018	.994	9.67	7500	7500
Rahum	5170	1.01	.022	.990	13.85	7409	7409
Lince	5160	1.01	.016	.994	7.55	7324	6433
Beagle	5089	.99	.019	.992	9.75	6313	6298
Navojoa	5031	.98	.019	.992	10.38	7142	7142
Bacum	4961	.97	.022	.989	13.84	7418	7418
Cinnamon	4603	.88**	.026	.983	24.45	4975	4570

Cuadro 16

Media General: 5094 Kgs./ha.

Coeficientes de correlación entre medias de rendimiento, coeficientes de regresión, coeficientes de determinación, valores de Wricke y valores de R_1 y R_2 , del Experimento - II. (Por localidades y ambientes).

Indices	Correlacionados	Localidades	Ambientes	Combinada
\bar{X}	b	.99**	.99**	.75**
\bar{X}	r^2	.14	.91**	.06
\bar{X}	W	-.004	-.81*	-.046
\bar{X}	R_1	.84**	.87**	.87**
\bar{X}	R_2	.68	.84**	.86**
b	r^2	.42	.92**	.59*
b	W	-.52	-.81*	-.62**
b	R_1	.85**	.90**	.42
b	R_2	.73*	.86**	.43
r^2	W	-.93**	-.95**	-.69**
W	R_1	-.08	-.74*	-.20
W	R_2	-.24	-.66	-.22
r^2	R_1	-.04	.83**	-.22
r^2	R_2	.28	.74*	-.18
R_1	R_2	.66	.95**	.97**

*, ** significativo al .05 y .01 de probabilidad, respectivamente.

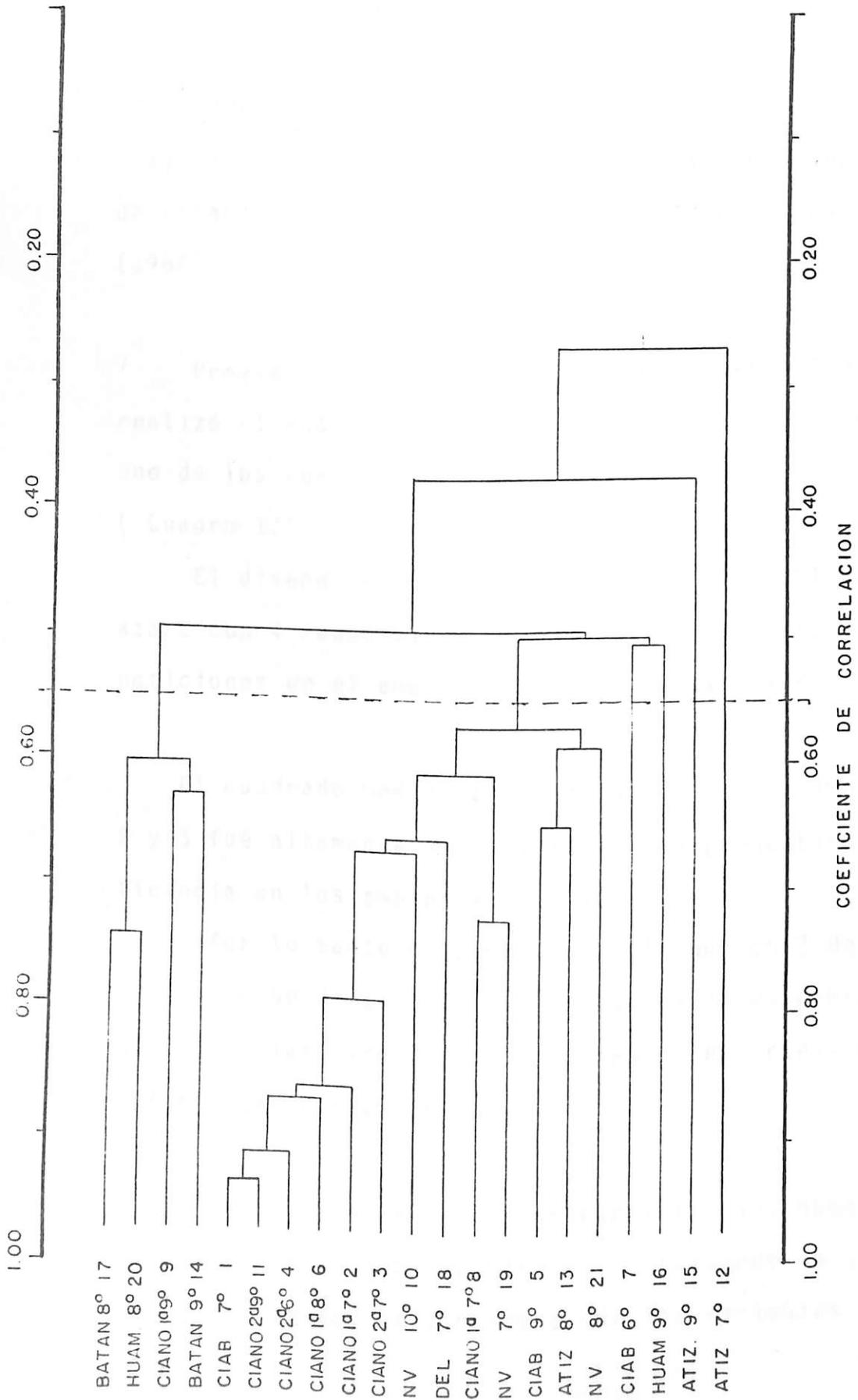


Fig. No. 1 Representación de similitudes entre ambientes para rendimiento de los Ensayos Internacionales de Rendimiento de Triticale (ITYN).

C. Experimento III.

a). Análisis de Varianza para estimar los parámetros de estabilidad según el método de Eberhart y Russell, (1966).

Previo al análisis combinado para estabilidad se realizó el análisis de varianza individual para cada uno de los cuatro ambientes incluidos en el estudio, (Cuadro 17).

El diseño experimental usado fué el de bloques al azar, con 4 repeticiones en 3 de los ambientes y 3 repeticiones en el ambiente de Buenavista 77-78.

El cuadrado medio para variedades en los ambientes 2 y 3 fué altamente significativo, no presentando significancia en los ambientes 1 y 4.

Por lo tanto se puede concluir que en 2 de los ambientes hubo diferencia significativa en el comportamiento de las variedades, y en las 2 restantes, no hubo diferencias entre variedades.

Se realizó la prueba de Bartlett para homogeneidad de varianzas en los 4 ambientes, resultando no significativa, por lo que se considera que las varianzas son homogéneas.

En el análisis combinado de estabilidad, el cuadrado medio de variedades y el de variedades x ambiente -- lineal, fueron significativos al 5% de probabilidad, --- habiendo por lo tanto diferencias entre variedades y -- entre sus coeficientes de regresión.

El cuadrado medio para ambientes lineal fué alta -- mente significativo, mostrando así que los ambientes -- fueron diferentes. No hubo significancia en las desviaciones ponderadas de cada variedad, lo cual indicó que las desviaciones de regresión de cada variedad fueron estadísticamente iguales a cero, lo cual fué corroborado por sus coeficientes de determinación, cuyos valores fueron muy cercanos a la unidad (r^2 .99).

Los resultados anteriores se presentan en el cuadro No. 19.

En el cuadro No. 20 se presentan los resultados de la utilización de todos los parámetros de estabilidad incluídos en este estudio, en el cual se observa que la media general de rendimiento de las 8 variedades fué de 2740 Kgs./ha., presentando un rendimiento superior a la media el 50% de las variedades.

El máximo rendimiento medio lo presentó la varie--

.. . . .

dad Setter, con 2994 Kgs./ha., y el mínimo la variedad Yoreme, con 2485 Kgs./ha.

Los coeficientes de regresión variaron de .71 hasta 1.31, ambos significativamente diferentes de uno, - en las variedades Rahum y UM-2038, respectivamente.

Las restantes 6 variedades tuvieron un coeficiente de regresión estadísticamente igual a la unidad, aunque sólo la variedad IA-BushxM2A tuvo un valor de $b=1$.

Como se señaló anteriormente, las desviaciones de regresión no fueron significativas, interpretándose esto como estabilidad de comportamiento sobre todos los - ambientes probados.

Con respecto a los parámetros estudiados, las 8 variedades se pueden clasificar en 3 grupos, de acuerdo a la clasificación de Carballo y Márquez, (1970).

1).- Variedades FS-1897, Yoco, Setter, Rahum"S", - IA-BushxM2A y Yoreme, como materiales estables.

2).-UM-2038, como consistente y con mejor respuesta en buenos ambientes.

3).- Rahum, como consistente y con respuesta mejor en ambientes desfavorables.

De acuerdo a los resultados del análisis de estabilidad de Finlay y Wilkinson, (1963), la clasificación de las 8 variedades por su adaptabilidad permitió la formación en este estudio de los siguientes grupos de variedades:

- 1).- Yoco, IA-BushxM2A, y Yoreme, las cuales presentaron media de rendimiento baja y $b=1$, con mala adaptación a todos los ambientes.
- 2).- Rahum, con media de rendimiento intermedia y $b=1$, que presenta estabilidad superior a la media.
- 3).- FS-1897, Setter y Rahum"S", con media de rendimiento relativamente alta y $b=1$, estando bien adaptadas a todos los ambientes.

Con respecto a los dos tipos de clasificación considerados, (Carballo y Márquez, 1970 y Finlay y Wilkinson, 1963), se pudo observar que existió discrepancia en la caracterización de las variedades, pues en el caso del primer grupo de variedades, éstas se clasificaron como genotipos estables (Carballo y Márquez), y como materiales con mala adaptación (Finlay y Wilkinson).

La variedad Rahum se incluyó en ambos criterios como

. . . .

estable ó consistente.

En el caso de la variedad UM-2038, no existió clasificación por Finlay y Wilkinson, pues presentó una media de rendimiento relativamente alta y b 1, y por el criterio de Carballo y Márquez se catalogó como consistente y con mejor respuesta en ambientes ascendentemente favorables.

Por lo anterior se pudo deducir que la clasificación de Carballo y Márquez, aún tomando en cuenta sólo la media y el coeficiente de regresión, presenta mayores alternativas para clasificar el germoplasma, principalmente el de media alta y coeficiente de regresión mayor que la unidad, considerando que casi todos los materiales seleccionados en nuestro país, presentaron, a la vez que altos rendimientos, mayores coeficientes de regresión.

La contribución relativa a la varianza de la interacción genotipo x ambiente, (Wricke, 1962), mostró los siguientes resultados: la variedad con menor contribución fué la IA-Bush x M2A, con un 1.41%, y la de mayor aporte fué la variedad UM-2038, con un 28.27%

Los rangos de las variedades fueron los siguientes: la variedad UM-2038 tuvo el máximo valor de 4104 Kgs., y el mínimo valor lo presentó la variedad Rahum, con -- 2130 Kgs. Los valores de R_2 fueron los mismos de R_1 en las mismas variedades.

El mayor rango correspondió a la variedad con mayor coeficiente de regresión, esto es, si en el experimento hubo ambientes desde desfavorables hasta favorables, (Cuadro No. 21), la variedad con mayor coeficiente de regresión debió de rendir progresivamente más de acuerdo a las ascendentes condiciones favorables del -- ambiente, por lo que su rango fué mayor.

Por el contrario, el mínimo rango correspondió a una variedad con coeficiente de regresión menor que uno, es decir, esta variedad rindió bien en ambientes desfavorables, pero no respondió a condiciones ambientales - favorables, por lo que su rango fué menor.

De lo anterior se puede concluir que, de acuerdo -- con Márquez Sánchez, (1976), las variedades con coeficientes de regresión menores que uno, "desperdician" - los medios ambientes favorables.

.

D.- Correlaciones,

En los cuadros 22, 23 y 24, se presentan los resultados de las correlaciones entre los parámetros utilizados en los 3 experimentos, de los cuales los más importantes y significativos son: la alta correlación positiva entre media de rendimiento y coeficientes de regresión, lo que viene a ratificar los reportes sobre la estrecha asociación de estos parámetros; la alta correlación significativa entre los coeficientes de regresión de Eberhart y Russell (1966), y el de Finlay y Wilkinson (1963), lo que permite usar en forma confiable cualquiera de los dos.

En el Experimento III existió una correlación negativa y altamente significativa entre el coeficiente de determinación y las desviaciones de regresión, de lo que se deduce que entre más alto es el coeficiente de determinación, serán menores las desviaciones de regresión, por lo que el primer parámetro puede utilizarse, en la selección de materiales estables substituyendo, a las desviaciones de regresión, que por otra parte se lleva más mayor tiempo en su cálculo, lo que en ciertos programas no los hace muy prácticos.

Las correlaciones entre los demás parámetros variaron de experimento a experimento, por lo que no son tan útiles y predictivos como los mencionados al principio.

.

E.- Comportamiento nacional y mundial de los triticales probados en los últimos 10 años de Ensayos Internacionales, en comparación con los trigos testigos.

En las figuras 2 y 3, se puede observar que en forma general, tanto a nivel nacional como mundial, los triticales presentaron rendimientos inferiores a los de los trigos testigos en los primeros 4 años de prueba, debido probablemente a que los triticales estaban en sus primeras fases de mejoramiento, y los trigos tenían mayor tiempo mejorándose. En el 5° Ensayo, igualaron sus rendimientos al de los trigos y a partir del 6° Ensayo (1974-1975), -- los superaron. En el lapso comprendido entre 1976 y 1978, los rendimientos en ambos materiales disminuyeron relativamente debido posiblemente a condiciones ambientales generales desfavorables, volviéndose a registrar un incremento en los rendimientos en el último año de prueba registrado (1978-1979).

Los trigos harineros, a partir de 1974, registraron un comportamiento similar al de los triticales, aunque con una media de rendimiento ligeramente menor, en contraste con los trigos duros, que aparte de presentar menores rendimientos, han presentado fluctuaciones más drásticas en su rendimiento a través de los años (1972-1973).

Esto puede ser debido a su menor adaptación y menor potencial de rendimiento. De todo lo anterior, se puede deducir que en forma general, es evidente el progreso en el mejoramiento de triticales básicamente en 2 aspectos: -- mayor media de rendimiento y mayor adaptación. Esto es debido a que la mayor parte de los triticales de los Ensayos Internacionales se han seleccionado en México utilizando 2 localidades donde se siembra el material segregante, los cuales están situados a diferente latitud y altitud, pero con días cortos en ambas localidades lo que asegura primordialmente que los materiales seleccionados presenten insensibilidad al fotoperíodo, y por lo tanto, más amplia adaptación.

Por esta razón, los rendimientos medios nacionales, son ligeramente mayores que los mundiales, aunque siguen el mismo patrón a través de los 10 años de prueba.

CUADRO No. 17. Análisis de Varianza de cada uno de los 4 ambientes utilizados en el análisis combinado de estabilidad del Experimento III.

Fuente de Variación	G.L.	Cuadros Medios			
		Ambiente Exp.Tcl. Bv.	Ambiente Exp.Tcl. INV.	Ambiente Exp.A.Bv	Ambiente Exp.Tcl.Nv.
Variedades	7 (1) 7	246.3	378.0**	748.2	425.5*
Repeticiones	3 2	795.8**	251.0**	3053.2*	186.7
Error	21 14	231.0	41.7	563.8	162.6
Total	31 23	(1) Exp.A Tcl.Bv.77-78			

*,** significativo al .05 y .01 de probabilidad, respectivamente.

Cuadro No.19 Análisis de Varianza Combinado para Estabilidad de las 8 variedades de Triticale del Exp.III. (Eberhart y Russell,1966).

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.
Total	31	42935.7	
Variedades	7	1169.2	167.0*
Ambientes	3	41766.4	1740.2**
Vars.x Ambs.	21		
Ambientes(lineal)	1	39346.0	39346.0**
Var.xAmbs.(lineal)	7	1477.0	211.0*
Desv.Ponderadas	16	943.3	58.9
Variedad 1	2	137.8	68.9
Variedad 2	2	310.7	155.3
Variedad 3	2	110.3	55.1
Variedad 4	2	25.6	12.8
Variedad 5	2	114.9	57.4
Variedad 6	2	123.6	61.8
Variedad 7	2	34.4	17.2
Variedad 8	2	85.6	42.8
Error Ponderado	77		59.0

*,** significativo al .05 y .01 de P., respectivamente.

Variedad	Rend. (Kgs./ha.)	(1) $b \pm S_b$	s_d^2	(2) $b \pm S_b$	r^2	W	R_1	R_2
Setter	2994	.90 .108	-1.5	1.06 .061	.993	6.69	2622	2622
UM-2038	2938	1.33*118	9.9	1.10 .077	.990	28.27	4104	4104
Rahum"S"	2895	1.21 .112	2.8	1.07 .058	.994	14.91	3797	3797
FS-1897	2853	1.07 .177	96.3	1.04 .067	.991	13.99	3266	3266
Rahum	2648	.71*051	-46.1	.93 .065	.990	18.09	2130	2130
Yoco	2619	.80 .105	-3.8	.93 .054	.993	12.50	2321	2321
IA-BushxM2A	2488	1,00 .059	-41.7	.92 .033	.997	1.41	2964	2964
Yoreme	2485	.94 .093	-16.1	.91 .036	.996	4.09	2829	2829

*,** significativo al .05 y .01 de probabilidad, respectivamente.

(1) Eberhart y Russell, 1966.

(2) Finlay y Wilkinson, 1963.

Cuadro No 21 Medias de rendimiento, coeficientes de regresión, desviaciones de regresión, coeficientes de determinación, valores de Wricke y valores de R_1 y R_2 , de las 8 variedades de Triticale del Experimento III.

Cuadro No.24 Coeficientes de correlación entre medias de rendimiento, coeficientes de regresión, desviaciones de regresión, coeficientes de determinación, valores de Wricke y valores de R_1 y R_2 del Experimento III de Triticale.

Indices Correlacionados		r
\bar{X}	b (1)	.48
\bar{X}	b (2)	.95**
\bar{X}	S_d^2	.27
\bar{X}	W	.53
\bar{X}	r^2	-.33
\bar{X}	R_1	.49
\bar{X}	R_2	.49
r^2	b (1)	.02
W	b "	.41
S_d^2	b "	.23
b (2)	b "	.73**
R_1	b "	.99**
R_2	b "	.99**
W	b (2)	.56
r^2	b "	-.25
S_d^2	b "	.29
R_1	b "	.74**
R_2	b "	.74**
W	R_1	.45
W	R_2	.45
r^2	R_1	.03
r^2	R_2	.03
r^2	W	-.03
r^2	S_d^2	-.78**
S_d^2	W	.15
R_1	S_d^2	.23
R_2	S_d^2	.23
R_1	R_2	1.00**

*,** significativo al .05 y .01 de P., respectivamente

(1) Eberhart y Russell

(2) Finlay y Wilkinson.

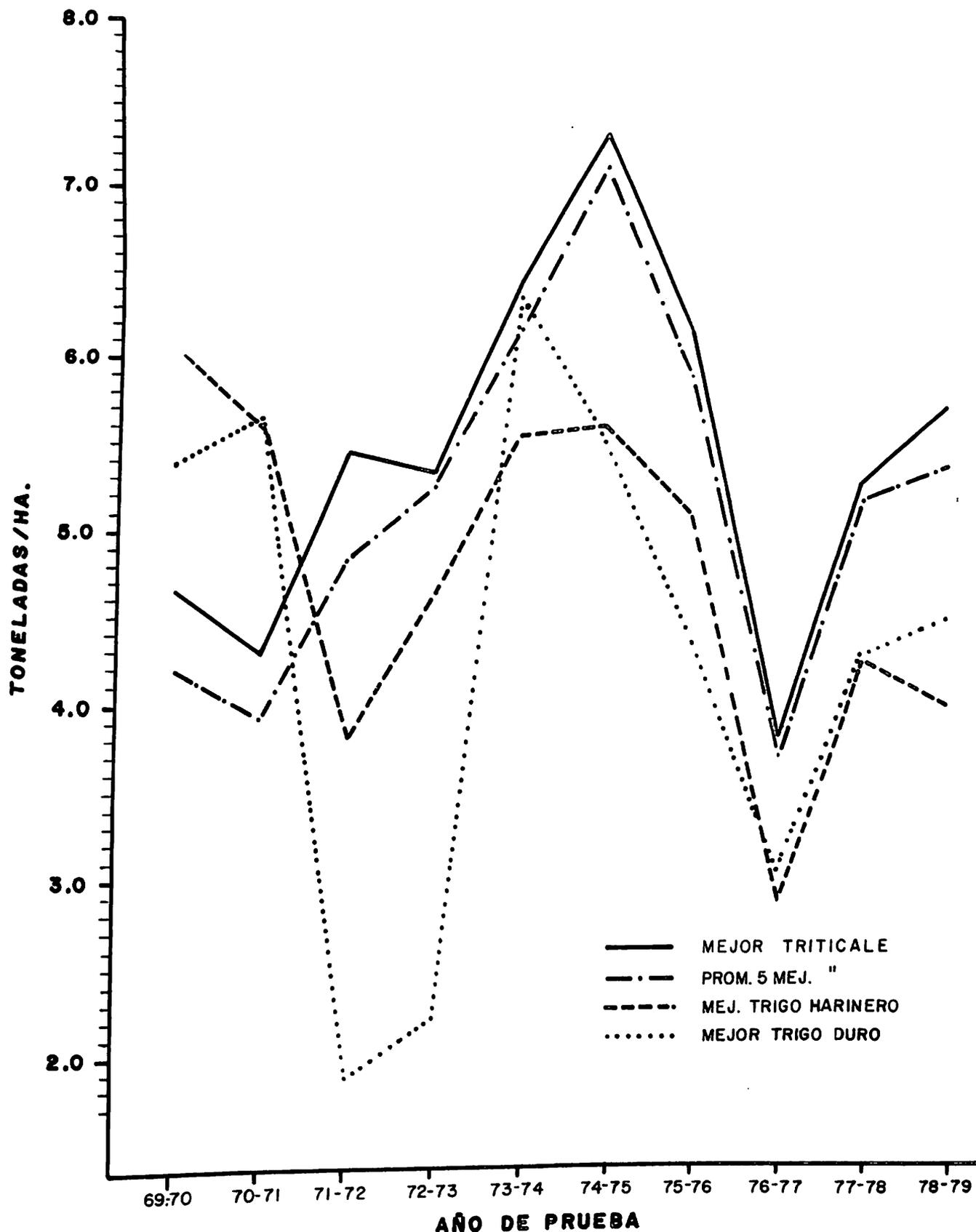


Fig. No. 2 Comportamiento relativo de los mejores triticales durante los 10 años de Ensayos Internacionales en la República Mexicana (1969-1979).

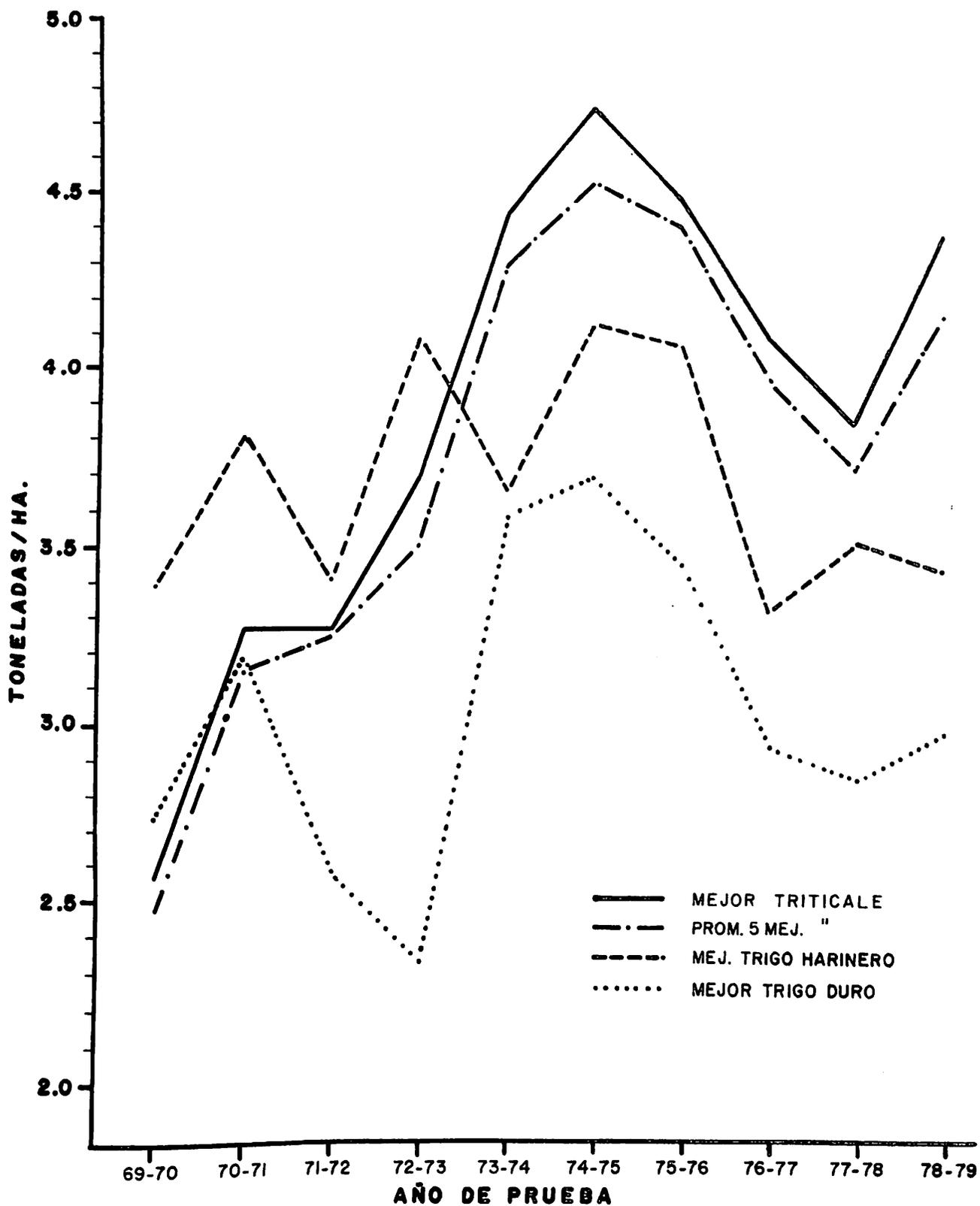


Fig. No.3 Comportamiento relativo mundial de los mejores triticales durante los 10 años de Ensayos Internacionales (1969-1979).

V. CONCLUSIONES

En base al germoplasma utilizado y las limitaciones de este estudio, se llegó a las siguientes conclusiones:

1.- La media de rendimiento y el coeficiente de regresión, por su alta repetibilidad y su estrecha asociación, probablemente estén gobernadas por el mismo sistema genético. El resto de los parámetros que miden la estabilidad están influenciados por la forma de ordenación de los datos y por lo tanto no son muy predictivos.

Por lo anterior, la media de rendimiento y el coeficiente de regresión son los parámetros más importantes en un programa de selección.

2.- La categorización de las variedades para su recomendación a los distintos ambientes en base a los 2 parámetros mencionados antes es más confiable por la clasificación de Carballo y Márquez (1970), por presentar mayores alternativas al mejorador.

3.- Se puede reducir al número de evaluaciones en CIANO, por su homogeneidad de respuesta entre fecha de siem--

.

bra y a través de años. De preferencia se puede eliminar la 1a. Fecha de siembra, ya que los rendimientos son ligeramente menores que en la 2a. Fecha.

- 4.- Los triticales a pesar de tener poco tiempo de mejoramiento, han superado a los trigos, por lo que se puede concluir que existe mayor ganancia en la selección, y por lo tanto, el potencial genético a explotar aún es grande.

BIBLIOGRAFIA.

- Abou-El Fittowh, H.A., Rawlings, J.O. y Miller, P.A., 1969. Classification of environments to control genotype - by environment interactions with an application to cotton. *Crop. Sci.* 9:135-140.
- Allard, R.W., 1961. Relationship between genetic diversity and consistency of performance. In different environments. *Crop. Sci.* 1:127-133.
- Allard, R.W. y Bradshaw, A.D. 1964. Implications of genotype environment interactions in applied plant breeding *Crop Sci.* 4:503-507.
- Acosta, G.J.A. 1977. Identificación de genotipos tolerantes a la sequía en frijol. Tesis M.C. U.A.A.A.N., Saltillo, Coahuila., México.
- Adams, M.W. y D.B. Shank, 1957. The relationship of heterozygosity to homeostasis in maize hybrids. *Genetics* - 44:777-786.
- Baker, R.J., y F.G. Kosmolak, 1977. Effects of genotype x - environment interaction on bread wheat quality in western Canada. *Can. J. Plant. Sci.* 57:185-191.
- Bhatt, G.M. y N.F. Derera. 1975. Genotype x environment interactions for, heritabilities, and correlations among quality traits in wheat. *Euphytica* 24:597-604.
- Borlaug, N.E. 1965. Wheat, rust, and people. *Phytopathology* 55:1088-1098. ✓
- Bradshaw, A.D. 1965. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. *Adv. Genet.* 13:115-155.
- Breese, E.L. and M.D. Hayward, 1972. The genetic basis of -- present methods of breeding in forage crops. *Euphytica* 211:324-336.
- Bucio-Alanis, L.J.M. Perkins, and J.L. Jinks. 1969. Environmental, and genotype-environmental, components of variability. V. Segregating generations. *Heredity* ---- 24:115-127.
- Byth, D.E. y C.R. Weber. 1968. Effects of genetic heterogeneity within two soybean populations, variability within environments and stability across environments. - *Crop. Sci.* 8:44-47.
-

- Campbell, L.G. y H.N. Lafever. 1980. Effects of locations and years upon relative yields in the Soft Red Winter Wheat región. *Crop. Sci.* 20:23-28.
- Carballo, C.A. 1970. Comparación de variedades de maíz de El Bajío y de la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. E.N.A. Chapingo, México.
- Carballo, C.A. y F. Márquez S. 1971. Comparación de variedades de maíz del Bajío y la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. *Agrociencia* Vol. V. No. 1:129-146.
- Clay, R.E. y R.W. Allard, 1969. A comparison of the performance of homogeneous and heterogeneous barley populations. *Crop. Sci.* 9:407-412.
- Comstock, R.E. y Moll, R.H. 1963. Genotype-environment interactions. Symposium on Statistical Genetics and Plant Breeding. NAS-NRC. Pub. 982. pág. 164 - 196.
- Chang, T.T. Cooperative rice variety trials in Taiwan, -- 1956-58. *International Rice Commission News letter* 10(1):14-22.
- Dobzhansky, Th y H. Levene. 1955. Genetics of natural populations. XXIV. Developmental homeostasis in natural populations of. Drosophila pseudoobscura. *Genetics* 40:797-808.
- Dormling, I.A. Gustafsson, H.R. Jung and von Wettstein. - 1969. Phytotron cultivation of svalot's bonus barley and its mutant svalof's. *Hereditas* 56:221-237.
- Eagles, H.A., and K.J. Frey, 1977. Repeatability of the stability-variance parameter in oats *Crop. Sci.* 17: 253-256.
- Eagles, H.A. P.N. Hinz y K.J. Frey, 1977. Selection of superior cultivars of oats by using regression coefficients. *Crop. Sci.* 17:101-105.
- Easton, H.S. y R.S. Clements 1973. The interaction of wheat genotypes with a specific factor of the environment. *J. Agri. Sci.* 80:43-52.
- Eberhart, S.A. y Russell, E.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6:36-40.

- Eberhart, S.A. y W.A. Russell, 1969. Yield and stability for a 10-line diallel of single cross and double -- cross maize hybrids. *Crop. Sci.* 9:357-361.
- Eberhart, S.A., Russell, W.A., y Penny, L.H. 1964. Double cross hybrid prediction in maize when apistasis is present. *Crop. Sci.* 4:363-366.
- Fatunla, T. y K.J. Frey. 1974. Stability indexes of radiated and nonradiated oat genotypes propagated in bulk populations. *Crop. Sci.* 14:719-724.
- Fatunla, T. and K.J. Frey, 1976. Repeteability of regression stability indexes for grain yield, of oats. *Euphytica* 25:21-28.
- Finlay, K.W. 1961. Breeding for yield in barley. *Proc. - int. Barley Genet. Symp.* 2:338-345.
- Finlay, K.W. 1963. Adaptation, its significance and measurement in barley breeding. *Inter. Barley Genetics Symp. Symp. Wageningen, Procc.* 1:351-359.
- Finlay, K.W. y Wilkinson, G.N., 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. *Australian Journal of Agricultural Research* 14:742-754.
- Freeman, G.H. 1973. Statistical methods for the analysis of genotype by environment interactions. *Heredity* 31:339-354.
- Frey, K.J. 1972. Stability indexes for isolines of oats (*Avena sativa* L.). *Crop Sci.* 12:809-812.
- Funk, C.R. y J.C. Anderson., 1964. Performance of mixtures of field corn (*Zea mays* L.) hybrids. *Crop. Sci.* 4:353-356.
- Gama, E.E.G. 1978. Stability analysis of Single cross hybrids of maize (*Zea mays* L.) produced from selected and unselected inbred lines. Tesis Ph:D. Iowa State Unive. Ames, Iowa.
- Gamble, E.E. Gene effects in corn (*Zea mays* L.). I. Separation and relative importance of gene effects for yield. *Can. J. Plant Sci.* 42:339-348.
- Gómez, J.R. 1979. Aplicación de 3 métodos de parámetros de estabilidad en 8 colecciones de frijol (*P. vulgaris*). bajo cuatro ambientes de humedad en el suelo Inédito. Colegio de Graduados. U.A.A.A.N. Saltillo, Coahuila., México.

- González-Rosquel, V. 1976. Evolution of production stability and other quantitative traits in a bulk population of oat. Ph. D. dissertation. Iowa State Univ. Ames, Iowa.
- Gotoh, K. y Fujimori, I. 1960. Rank correlation analysis of local adaptability in soybeans - Japanese Journal of Breeding 10:272.
- Gustafsson, A. 1969. A study of induced mutations in plants. In Induced mutation in plants. IAEA. Publ. STI/PUB/231. United Nations, Vienna.
- Hardwick, R.C. y Wood, J.T. 1972. Regression methods for studying genotype-environment interactions-Heredity. -- 28:209-222.
- Horner, T.W. y Frey, K.J. 1957. Methods for determining natural areas for oat varietal recommendations. Agron. J. 49:313-315.
- Ichii, M. and H. Yamagata. 1975. Effects of individual chromosomes on the phenotypic variability in common wheat. p. 153-158. In t. Matsuo (ed.) Adaptability in plants. Univ. of Tokyo Press, Tokyo.
- Jensen, N.F. 1952. Intra-varietal diversification in oat breeding. Agron. J. 44:30-34.
- Johnson, G.F. y W.I. Whittington. 1977. Genotype x environment interaction effects in F₁ Barley hybrids. Euphytica 26:67-73.
- Johnson V.A., S.L. Shaver, y J. W. Schmidt, 1968. Regression analysis of general adaptation in Hard Red Winter Wheat (Triticum aestivum, L). Crop. Sci. 8:187-191.
- Jollifer I.T. 1975. Cluster analysis as a multiple comparison method. Applied Statistics. R.P. Gupta. Editor North-Holland Publ. Company. 1975. 159-168.
- Jones, D.F. 1958. Heterosis and homeostasis in evolution and in applied genetics. Am. Nat. 92:231-238.
- Joppa, L.R. Lebsack, K.L. y Busch, R.H. 1971. Yield stability of selected spring wheat cultivars. (Triticum aestivum, L. em thell). In the Uniform Regional Nurseries. 1959-1968. Crop. Sci: 11:238-241.
- Jowett, D. 1972. Yield stability parameters for sorghum in East Africa. Crop. Sci. 12:314-317.
-

- kaltsikes, P.J. 1971. Stability of Yield Performance in -
Triticale and common and Durum Wheats. *Crop. Sci* -
11:573-575.
- Kershen, R. Kersehen Triticale Company. Canyon, Texas. -
Comunicación personal.
- Konishi, T. y Sugishima, H. 1964. The nature of regional -
differences of barley varieties responsible for hea-
ding time. *Bulletin of the Kyushu Agricultural Expe-*
riment Station 10:1-10.
- ✓ Langer, I.K.J. Frey y T.B. Bailey, 1978. Production Respon-
se and stability characteristics of oat cultivars de-
veloped in different years. *Crop. Sci.* 18:938-942.
- Lerner, I.M. 1954. Genetic homeostasis. John Wiley and --
Sons. Inc. New York.
- Lewontin, R.C. 1957. The adaptation of populations to vary-
ing environments. *Cold Spring Harbor Symposium on --*
Quant Biol. 22:395-408.
- Luthra, O.P. y R.K. Singh. 1974. A comparison of different
stability models in wheat. *Theo A pl. Genet.* 45:143-
149.
- Márquez Sánchez, Fidel 1970. El problema de la interacción
genético-ambiental en genotecnia vegetal. Colegio de
Postgraduados, Chapingo, E.N.A., Chapingo, México.
- Márquez Sánchez Fidel. 1976. Obtención de un índice socio--
agrónómico de adaptabilidad para la selección de varie-
dades de plantas cultivadas. VII Reunión de Maiceros
de la Zona Andina, Guayaquil, Ecuador. Págs. 35-47.
- Marshall, D.R., and H.D. Brown. 1973. Stability of perfor-
mance of mixtures, and multilines. *Euphytica* 22:405-
412.
- Martín A.C. y R.E. Maurer O. 1972. Introducción, adaptación
y selección de triticales en Apodaca, N.L. XIII Infor-
me de Investigación 1971-1972. ITESM Págs. 34-35.
- Mather, K. 1953. Genetical control of stability in develop-
ment. *Heredity* 7:297-336.
- Oka, H.I. 1967. Adaptability for seasons and locations and
yield stability in crop varieties, its mechanism and
selection. *Recent Advances in Breeding* 8:42-47.
-

- Oka, H.I. 1975. Breeding for wide adaptability. p.177-185. In T. Matsuo (ed). Adaptability in plants. Univ. of Tokyo. Press. Tokyo.
- Pacucci, G. y K.J. Frey 1972. Stability of grain yield in - selected mutant oat lines (Avena sativa L). Rad Bot - 12:385-397.
- Plaisted, R.L. y Peterson, L.C. 1959. A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations or seasons. Amer. Pot. Jour. 36:381-385.
- Pedersen, A.R. E.H. Everson y J.E. Grafius. 1978. The gene pool concept as a basis for cultivar selection and -- recommendation. Crop. Sci. 18:883-886.
- Perkins, J.M., and J.L. Jinks. 1968. Environmental and genotype-environmental components of variability. III Non-linear interaction for multiple inbred lines. Heredity 23:525-535.
- Pinthus, M.J. 1973. Estimate of genotypic value: A proposed method. Euphytica 22:121-123.
- Probst, A.H., 1957. Performance of variety blends in soy -- beans. Agron. J. 49:148-151.
- Rasmusson, D.C., 1968. Yield and stability of yield of barley populations. Crop Sci. 8:600-602.
- Reitz, L.P. y P.C. Salmon 1959. Hard red winter wheat improvement in the plains, a 20 year summary. U.S.D.A. Tech. Bull. No. 192.
- 1970. Resultados del 1er. Ensayo Internacional de --- Rendimiento de Triticale. (ITYN). CIMMYT.
- 1971. Resultados del 2º Ensayo Internacional de Rendimiento de Triticale. (ITYN). CIMMYT.
- 1972. Resultados del 3º Ensayo Internacional de Rendimiento de Triticale. (ITYN). CIMMYT.
- 1973. Resultados del 4º Ensayo Internacional de Rendimiento de Triticale. (ITYN). CIMMYT.
- 1974. Resultados del 5º Ensayo Internacional de Rendimiento de Triticale. (ITYN). CIMMYT.
- 1975. Resultados del 6º Ensayo Internacional de Rendimiento de Triticale. (ITYN). CIMMYT.
- 1976. Resultados del 7º Ensayo Internacional de Rendimiento de Triticale. (ITYN). CIMMYT.
-

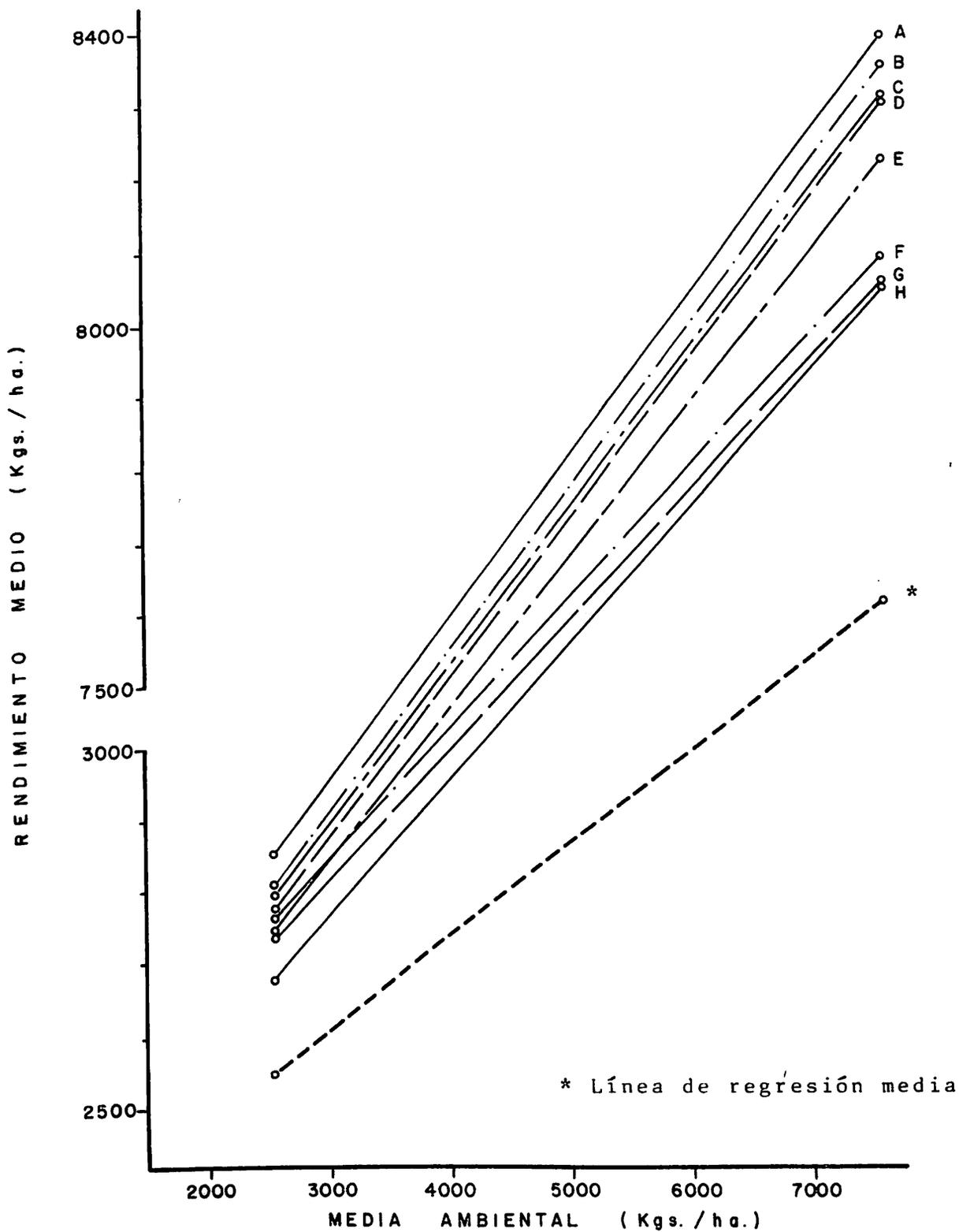
- _____ 1977. Resultados del 8º Ensayo Internacional del Rendimiento de Triticale. (ITYN). CIMMYT.
- _____ 1978. Resultados del 9º Ensayo Internacional del Rendimiento de Triticale. (ITYN). CIMMYT.
- _____ 1979. Resultados del 10º Ensayo Internacional del Rendimiento de Triticale. (ITYN). CIMMYT.
- Russell, N.A. 1974. Comparative performance for maize hybrids representing different years of maize breeding Proc. Am. Corn and Sorghum Prod. Conf. 29:81-101.
- Sadam, M. Konzak, C.F., Morrison, K.J. Rate, W.S. y Bogyo, T.P. 1970. Maximum response as the environment in = dex describing varietal adaptability. Agronomy Abstracts of the American Society of Agronomy 62 nd. - Annual meeting. Tucson, Arizona.
- Scott, G.E. 1967. Selecting for stability of yield in maize. Crop Science 7:549-551.
- Schmidt, J.W., V.A. Johnson, A.I. Diehl y A.F. Dreier. 1973. Breeding for adaptation in Winter wheats for the - Great Plains. En E.R. Sears y L.M.S. Sears (editores). Proc. of 4th Int. Winter wheat Symposium Univ. de Missouri, Columbia. Mo.
- Sidorova, K.K. and V.V. Khvostava. 1972. Investigation of the ecology of the mutant gene. p. 277-284. In induced mutations and plant improvement. IAEA. Publ. STI/PUB/297. United Nations, Vienna.
- Simmonds, N.W. 1962. Variability in crop plants, its use -- and conservation. Biological Reviews 37:422-465.
- Smith, R.R., D.E. Byth, B.E. Caldwell y C.R. Weber 1967. -- Phenotypic stability in soybean, populations. Crop. Sci. 7:590-592.
- Stroike, J.E. y V.A. Johnson, 1972. Winter wheat performance in an international array of environments. Nebraska Agri. Exp. Station. Research. Bulletin 251:48- págs.
- Sprague, G.F. y Federe, W.T., 1951. A comparison of variance components in corn yield trials: II Error, year x - variety, location x variety, and variety components. Agr. Jour. 43:535-541.
- Shukla, G.K. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype environmental components of variability. -- Heredity 29:237-245.
-

- Tai, George C.C. 1971. Genotypic Stability Analysis and Its Application to Potato Regional Trials, Crop. - Sci. 11:184-190.
- Tessi, J.G.T. Scarascia-Mugnozza, B. Sigurbjornson, and D. Bagnara 1968. First year results in the FAO-IAEA Near East Uniform Regional Trials of radio-induced durum wheat mutants. p. 251-272. In mutations in plant breeding II IAEA Publ. STI/PUB/182. United Nations. Vienna.
- Tsai, K.H. Lu, Y.C. t. Oka, H.I. 1970. Studies on soybean breeding in Taiwan, 4 adaptability to fall cropping - explored by disruptive seasonal selection. of hybrid population. SABRAO Newsletter. 2:091-101.
- Wricke, G. 1962. Uber eine Methode zur Erfassung der ökologischen streubreite in feldversuchen. Z. Pflanzl. 47:92-96.
- wu, Hong-Pang. 1975. The genetic basis of adaptation in Arabidopsis. p. 159-167. T. Matuso (Ed). Adaptability in plants. Univ. de Tokyo Press, Tokyo.
- Yates, F. y Cochran, W.G. 1938. The analysis of groups of experiments J. Agric. Sci. Camb. 28-556-580.

A P E N D I C E

Fig. No. 4

Líneas de regresión de medias varietales sobre medias ambientales de las 8 variedades de - -
Triticale de mejor rendimiento del 5° ITYN.
(1974). (Según Finlay y Wilkinson)



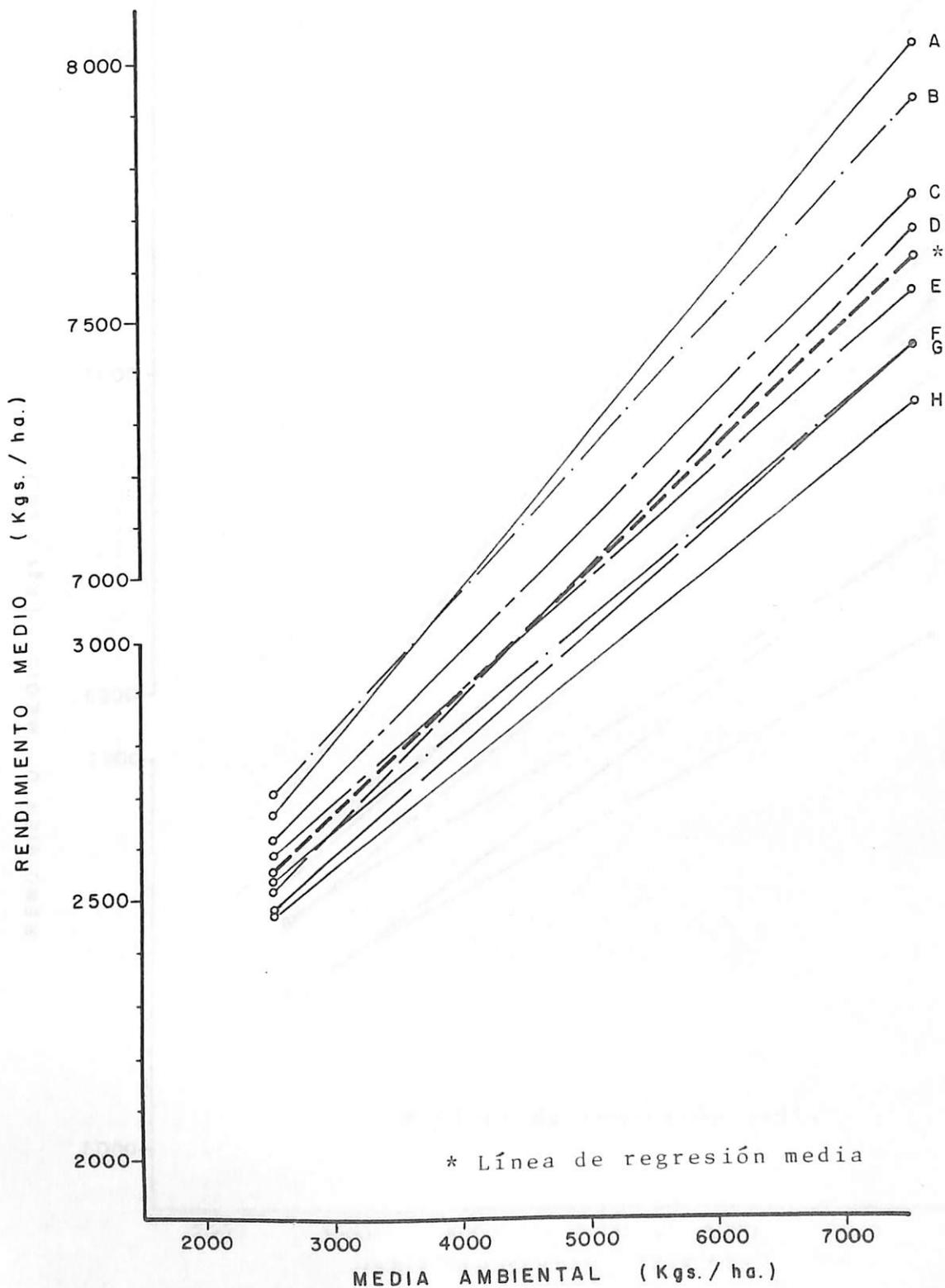
* Línea de regresión media

A: $6466 + 1.09(X_j - 5859.4)$
 B: $6422 + 1.09(X_j - 5859.4)$
 C: $6398 + 1.09(X_j - 5859.4)$
 D: $6387 + 1.09(X_j - 5859.4)$

E: $6324 + 1.08(X_j - 5859.4)$
 F: $6246 + 1.06(X_j - 5859.4)$
 G: $6213 + 1.05(X_j - 5859.4)$
 H: $6188 + 1.06(X_j - 5859.4)$

Fig.No.5

Líneas de regresión de medias varietales sobre medias ambientales de las 8 variedades de - -
Triticale de rendimiento intermedio del 5° ITYN
(Según Finlay y Wilkinson)



$$A: 6177 + 1.06(X_j - 5859.4)$$

$$B: 6114 + 1.03(X_j - 5859.4)$$

$$C: 5959 + 1.01(X_j - 5859.4)$$

$$D: 5883 + 1.02(X_j - 5859.4)$$

$$E: 5832 + .98(X_j - 5859.4)$$

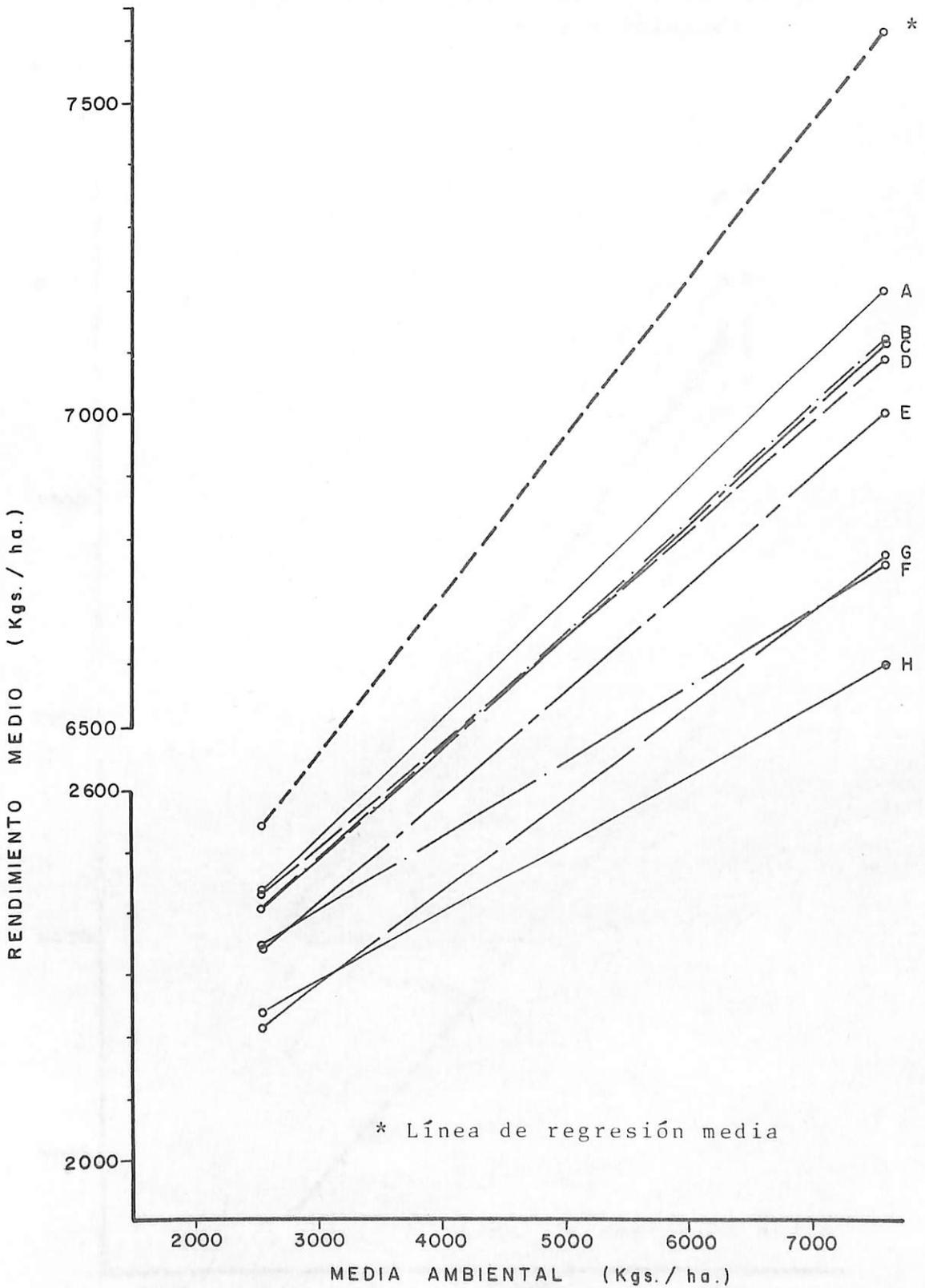
$$F: 5741 + .97(X_j - 5859.4)$$

$$G: 5724 + .98(X_j - 5859.4)$$

$$H: 5647 + .96(X_j - 5859.4)$$

Fig. No. 6

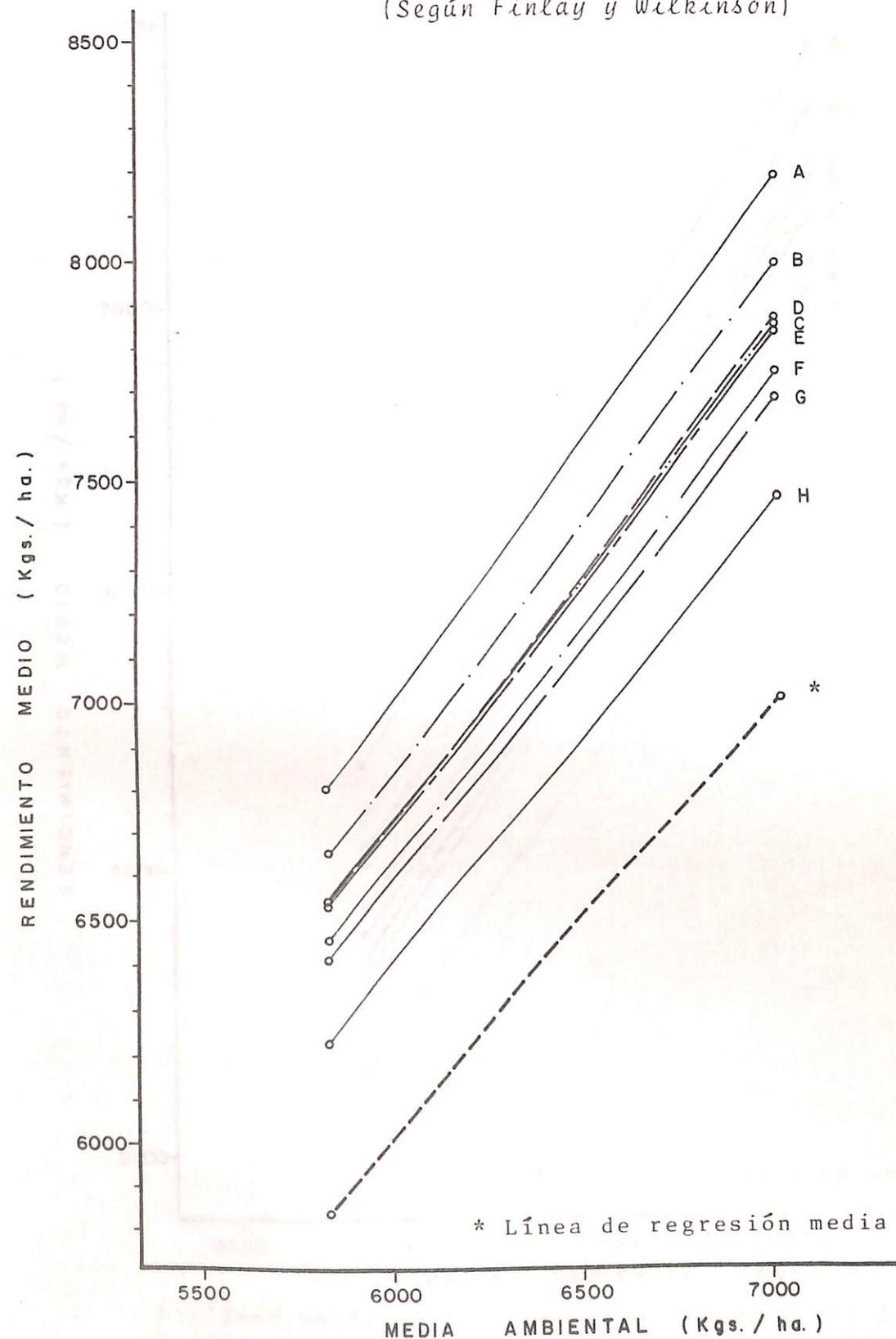
Líneas de regresión de medias varietales sobre medias ambientales de las 8 variedades de - - -
Triticale de menor rendimiento del 5° ITYN (1974)
(Según Finlay y Wilkinson).



A: $5553 + .94(X_j - 5859.4)$
 B: $5485 + .93(X_j - 5859.4)$
 C: $5483 + .93(X_j - 5859.4)$
 D: $5475 + .92(X_j - 5859.4)$

E: $5388 + .92(X_j - 5859.4)$
 F: $5230 + .87(X_j - 5859.4)$
 G: $5195 + .90(X_j - 5859.4)$
 H: $5088 + .86(X_j - 5859.4)$

Líneas de regresión de medias varietales sobre medias ambientales de las 8 variedades de - -
Triticale de mejor rendimiento del 6° ITYN (1975)
(Según Finlay y Wilkinson)



A: $7356 + 1.16(X_j - 6313.4)$

B: $7187 + 1.13(X_j - 6313.4)$

C: $7072 + 1.11(X_j - 6313.4)$

D: $7069 + 1.12(X_j - 6313.4)$

E: $7060 + 1.11(X_j - 6313.4)$

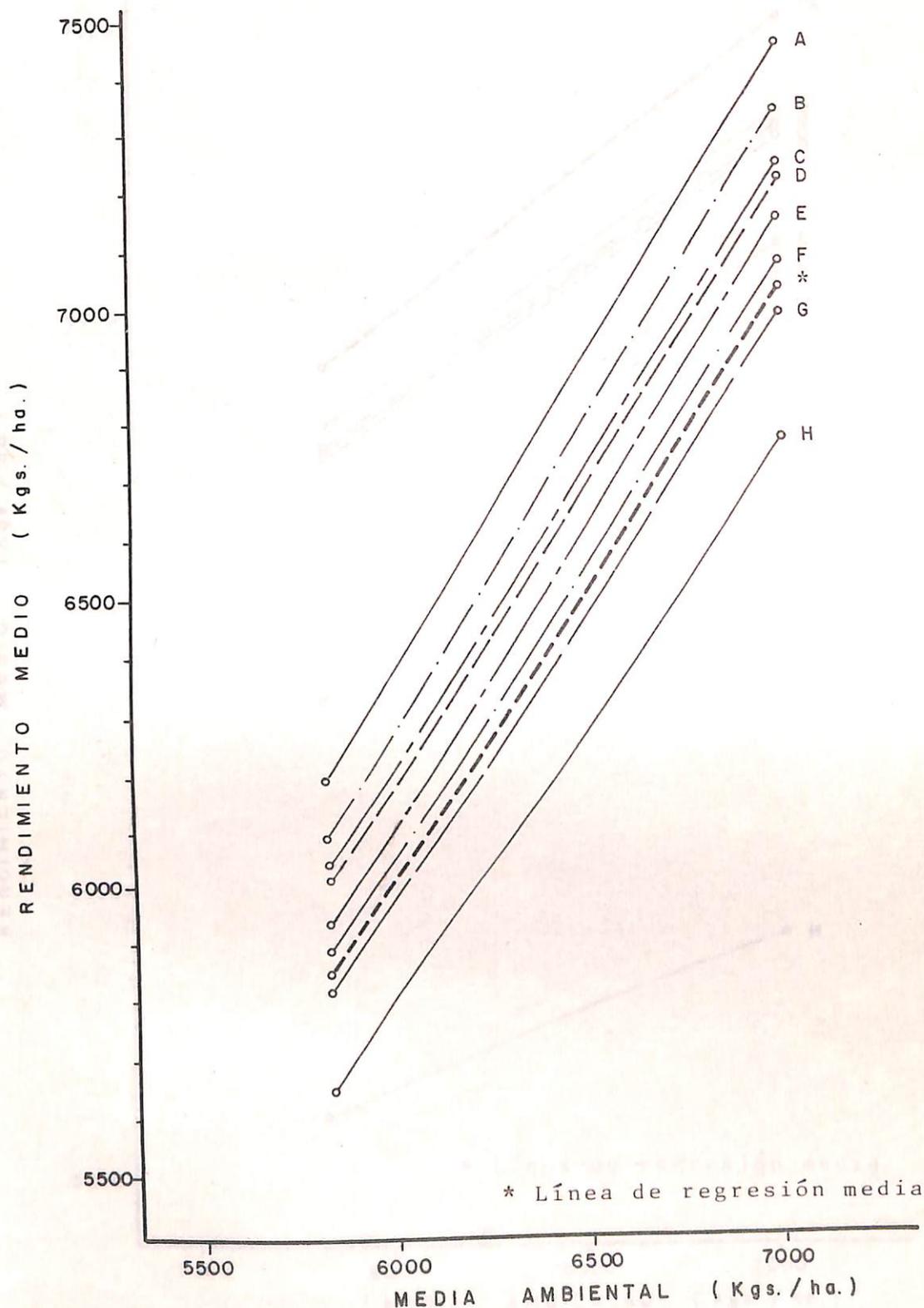
F: $6972 + 1.10(X_j - 6313.4)$

G: $6925 + 1.09(X_j - 6313.4)$

H: $6731 + 1.06(X_j - 6313.4)$

Fig. No. 8

Líneas de regresión de medias varietales sobre medias ambientales de las 8 variedades de - -
Triticale de rendimiento intermedio del 6° ITYN
(1975) (Según Finlay y Wilkinson)



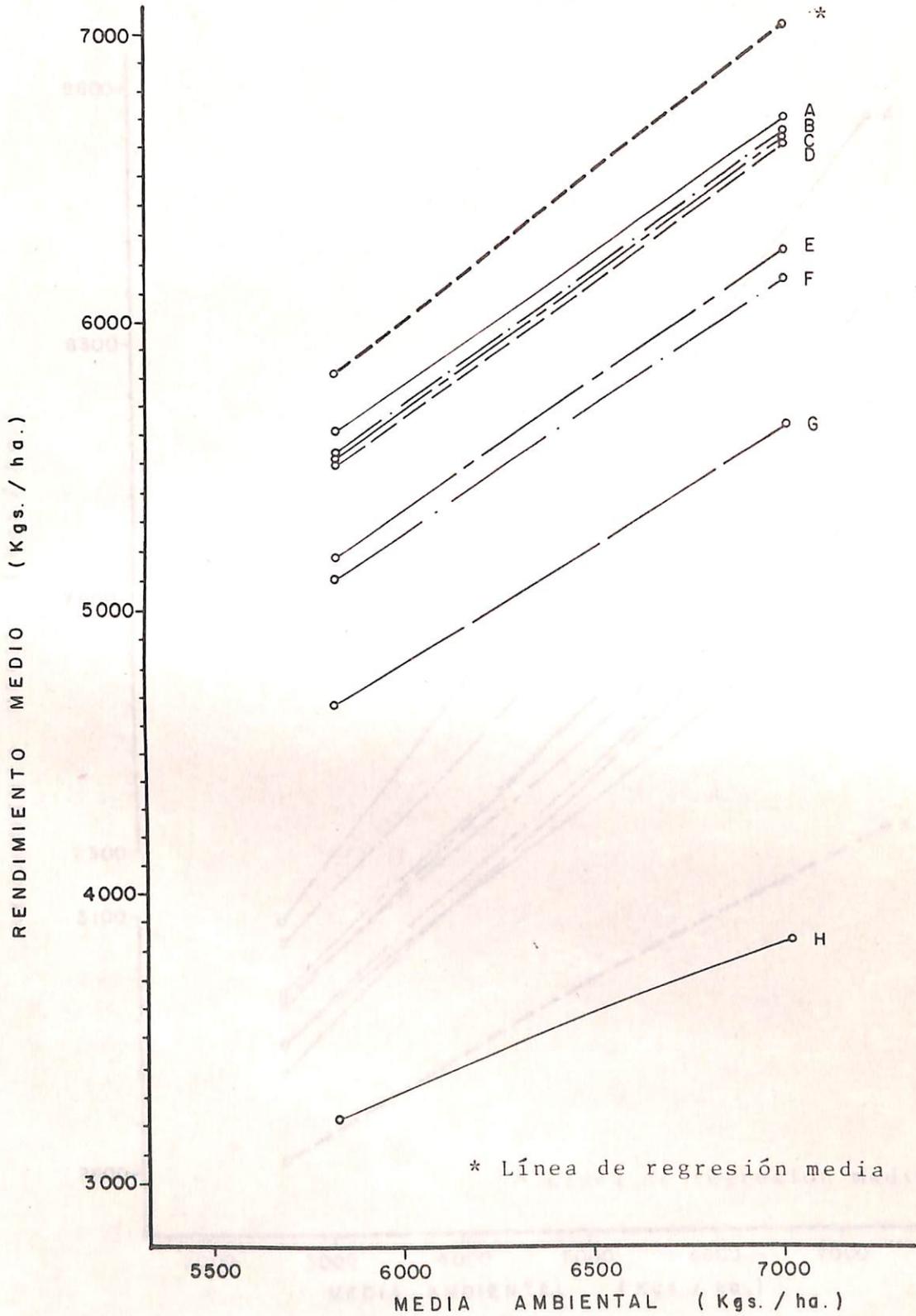
* Línea de regresión media

A: $6706 + 1.06(X_j - 6313.4)$
 B: $6592 + 1.04(X_j - 6313.4)$
 C: $6526 + 1.02(X_j - 6313.4)$
 D: $6503 + 1.02(X_j - 6313.4)$

E: $6421 + 1.02(X_j - 6313.4)$
 F: $6361 + 1.00(X_j - 6313.4)$
 G: $6281 + .99(X_j - 6313.4)$
 H: $6101 + .96(X_j - 6313.4)$

Fig. No. 9

Líneas de regresión de medias varietales sobre medias ambientales de las 8 variedades de - -
Triticale de menor rendimiento del 6° ITVN.
(1975) (Según Finlay y Wilkinson)



A: $6066 + .96(X_j - 6313.4)$

B: $5986 + .95(X_j - 6313.4)$

C: $5967 + .94(X_j - 6313.4)$

D: $5956 + .94(X_j - 6313.4)$

E: $5610 + .89(X_j - 6313.4)$

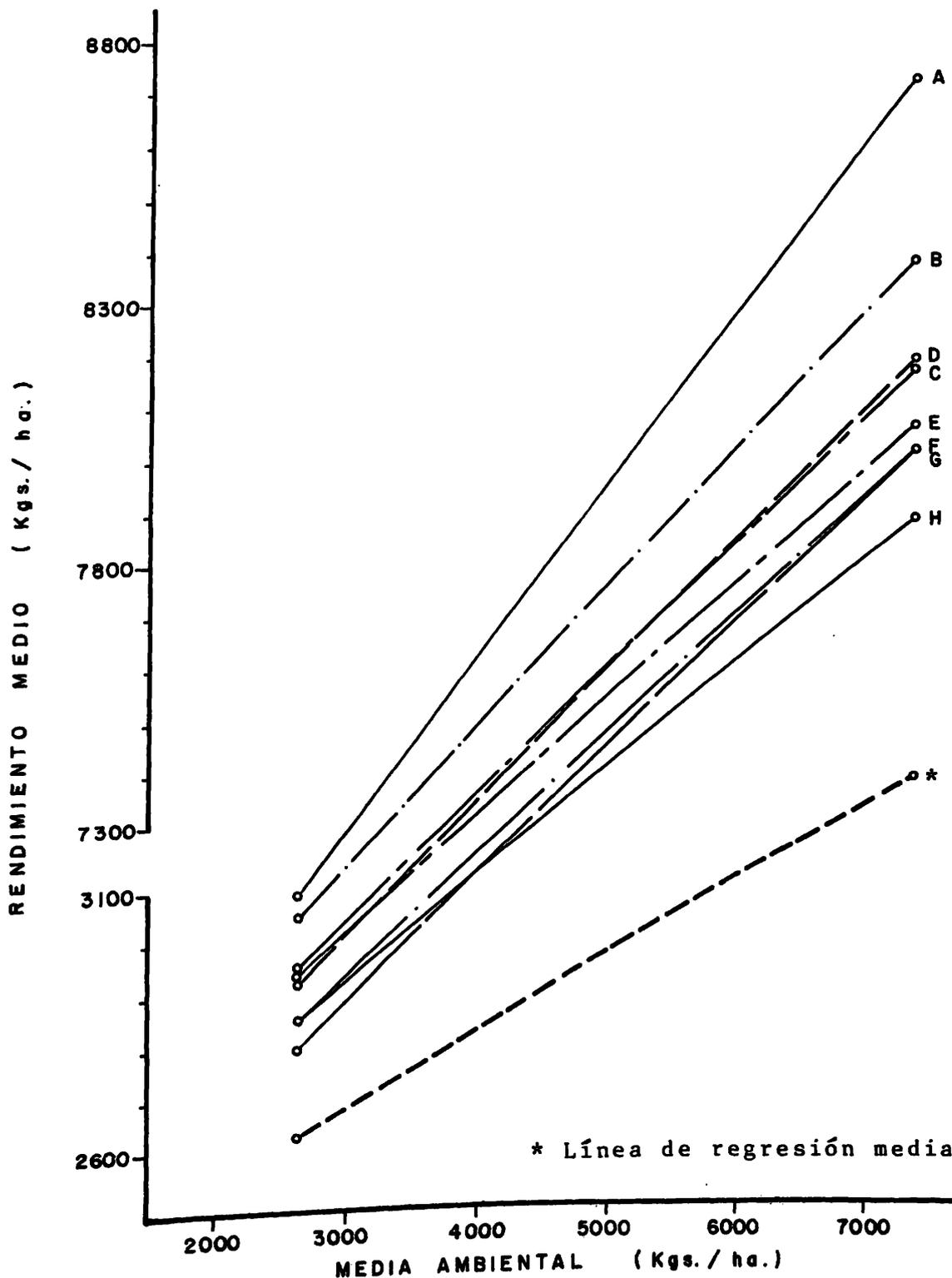
F: $5521 + .87(X_j - 6313.4)$

G: $5067 + .80(X_j - 6313.4)$

H: $3478 + .55(X_j - 6313.4)$

Fig. No. 10

Líneas de regresión de medias varietales sobre medias ambientales de las 8 variedades de - -
Triticale de mejor rendimiento del 7° ITYN (1976)
(Según Finlay y Wilkinson)

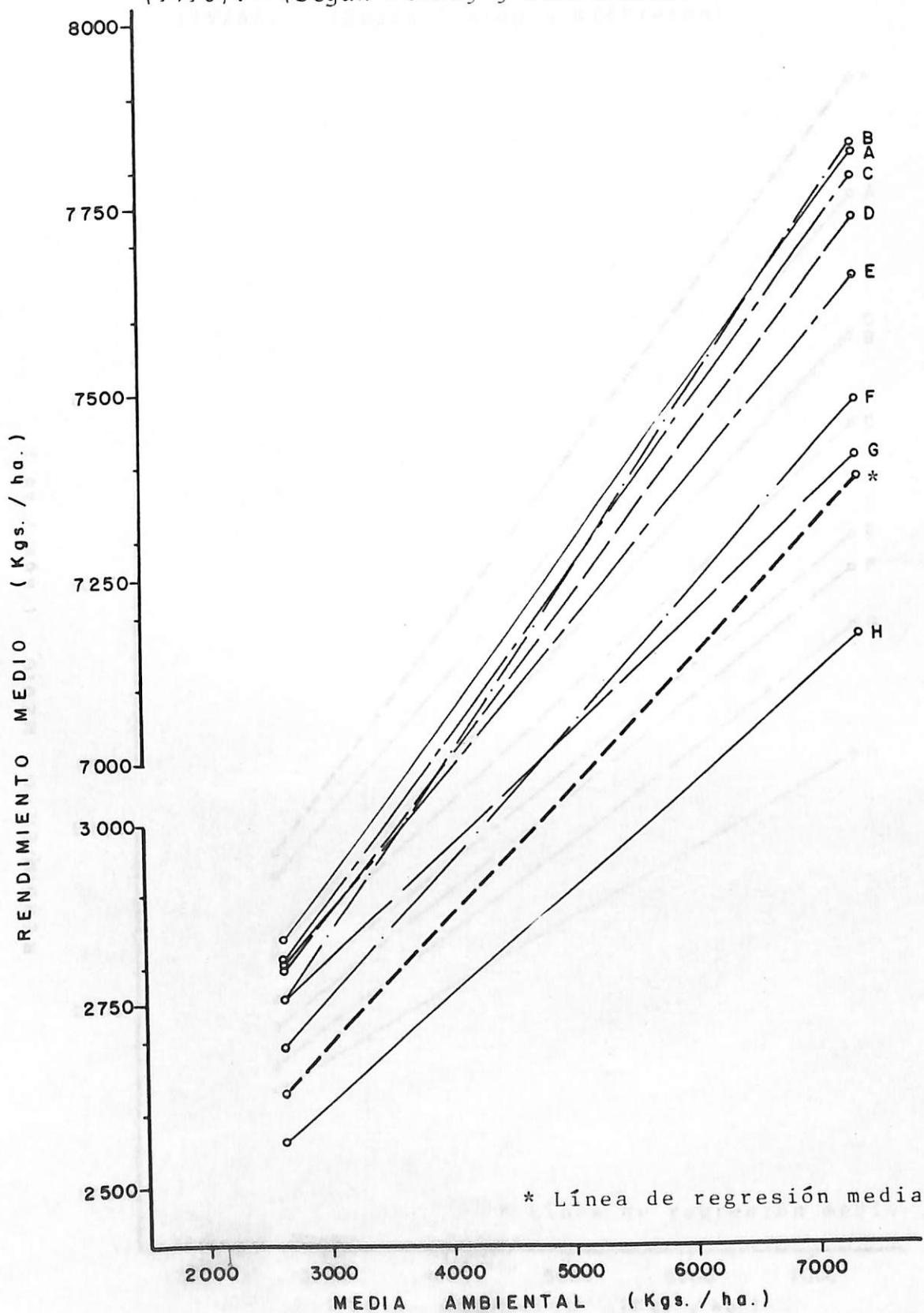


A: $6201 + 1.19(X_j - 5247.6)$
 B: $5978 + 1.12(X_j - 5247.6)$
 C: $5827 + 1.10(X_j - 5247.6)$
 D: $5824 + 1.11(X_j - 5247.6)$

E: $5759 + 1.08(X_j - 5247.6)$
 F: $5691 + 1.09(X_j - 5247.6)$
 G: $5672 + 1.10(X_j - 5247.6)$
 H: $5628 + 1.06(X_j - 5247.6)$

Fig.No.11

Líneas de regresión de medias varietales sobre medias ambientales de las 8 variedades de - -
Triticale de rendimiento intermedio del 7° ITVN
(1976). (Según Finlay y Wilkinson).



$$A: 5589 + 1.05(X_j - 5247.6)$$

$$B: 5557 + 1.07(X_j - 5247.6)$$

$$C: 5552 + 1.05(X_j - 5247.6)$$

$$D: 5519 + 1.04(X_j - 5247.6)$$

$$E: 5482 + 1.02(X_j - 5247.6)$$

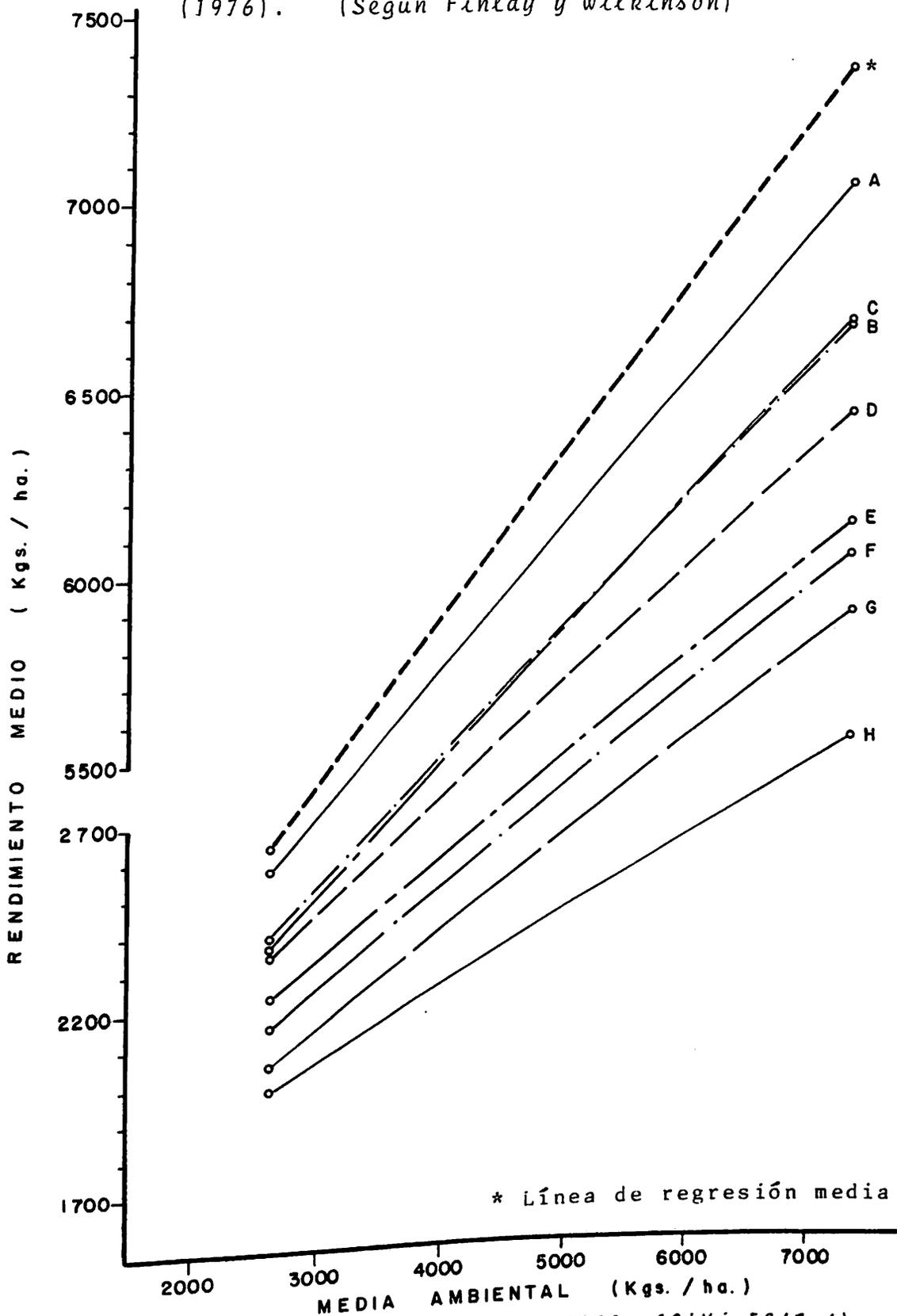
$$F: 5337 + 1.01(X_j - 5247.6)$$

$$G: 5325 + .98(X_j - 5247.6)$$

$$H: 5103 + .97(X_j - 5247.6)$$

Fig. No. 12

Líneas de regresión de medias varietales sobre medias ambientales de las 8 variedades de Triticale de menor rendimiento del 7° ITYN. (1976). (Según Finlay y Wilkinson)



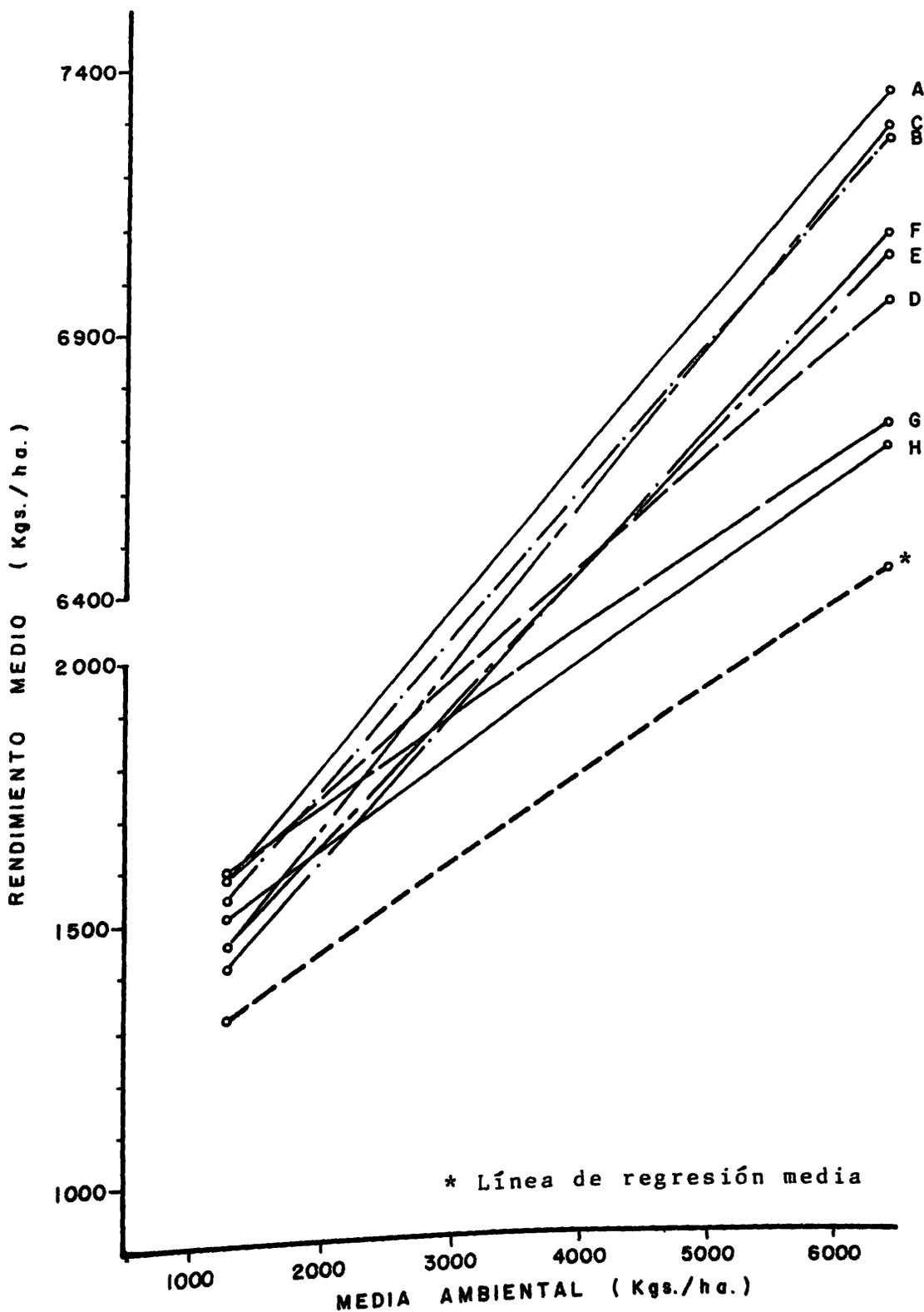
* Línea de regresión media

A: $5043 + .94(X_j - 5247.6)$
 B: $4745 + .90(X_j - 5247.6)$
 C: $4743 + .91(X_j - 5247.6)$
 D: $4589 + .86(X_j - 5247.6)$

E: $4372 + .82(X_j - 5247.6)$
 F: $4292 + .82(X_j - 5247.6)$
 G: $4166 + .81(X_j - 5247.6)$
 H: $3940 + .75(X_j - 5247.6)$

Fig.No.13

Líneas de regresión de medias varietales sobre medias ambientales de las 8 variedades de - - -
Triticale de mejor rendimiento del 8° ITYN.
(1977)



$$A: 3827.2 + 1.13(X_j - 3298.31)$$

$$B: 3766.6 + 1.12(X_j - 3298.31)$$

$$C: 3722 + 1.14(X_j - 3298.31)$$

$$D: 3663 + 1.05(X_j - 3298.31)$$

$$E: 3623 + 1.09(X_j - 3298.31)$$

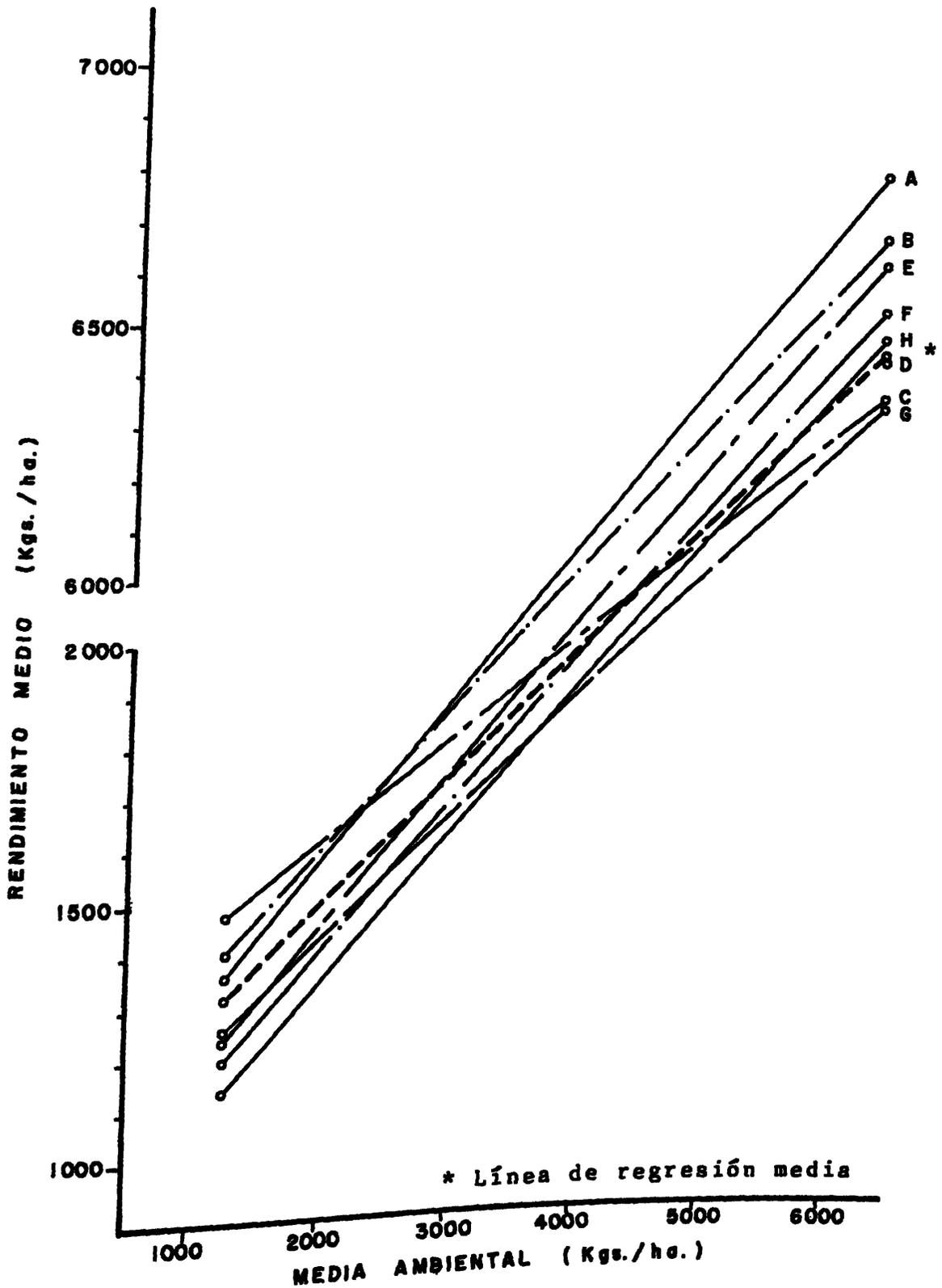
$$F: 3612 + 1.11(X_j - 3298.31)$$

$$G: 3576 + 1.00(X_j - 3298.31)$$

$$H: 3509 + 1.01(X_j - 3298.31)$$

Fig. No. 14

Líneas de regresión de medias varietales sobre medias ambientales de las 8 variedades de - - -
Triticale de rendimiento intermedio de 8° ITYN
(1977). (Según Finlay y Wilkinson)



$$A: 3464.2 + 1.06(X_j - 3298.31)$$

$$B: 3447.8 + 1.03(X_j - 3298.31)$$

$$C: 3367.6 + .95(X_j - 3298.31)$$

$$D: 3345.8 + .98(X_j - 3298.31)$$

$$E: 3321.4 + 1.05(X_j - 3298.32)$$

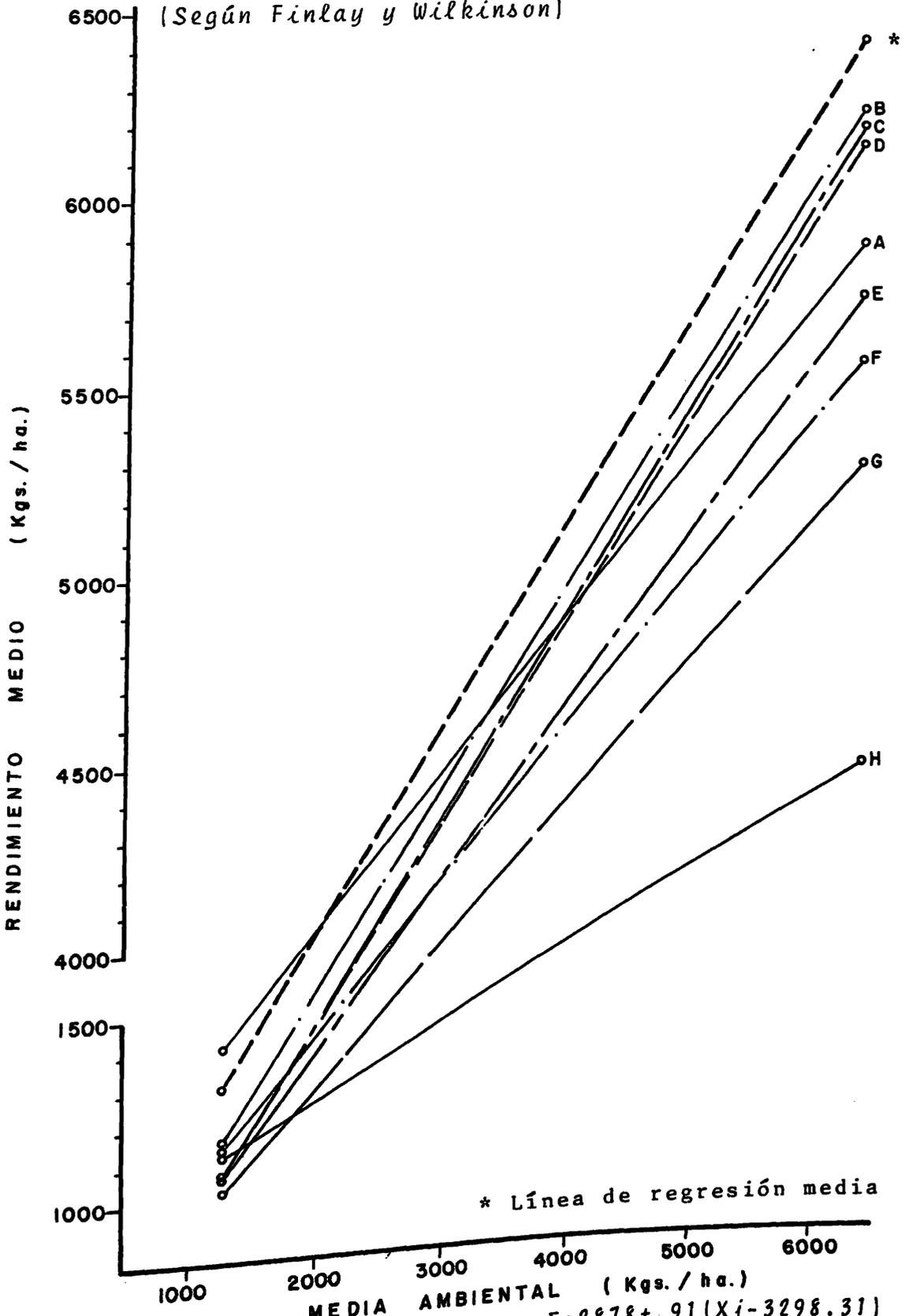
$$F: 3258.6 + 1.04(X_j - 3298.32)$$

$$G: 3222.8 + .99(X_j - 3298.32)$$

$$H: 3205.4 + 1.04(X_j - 3298.32)$$

Fig. No. 15

Líneas de regresión de medias varietales sobre medias ambientales de las 8 variedades de - -
Triticale de menor rendimiento del 8° ITYN (1977)
(Según Finlay y Wilkinson)

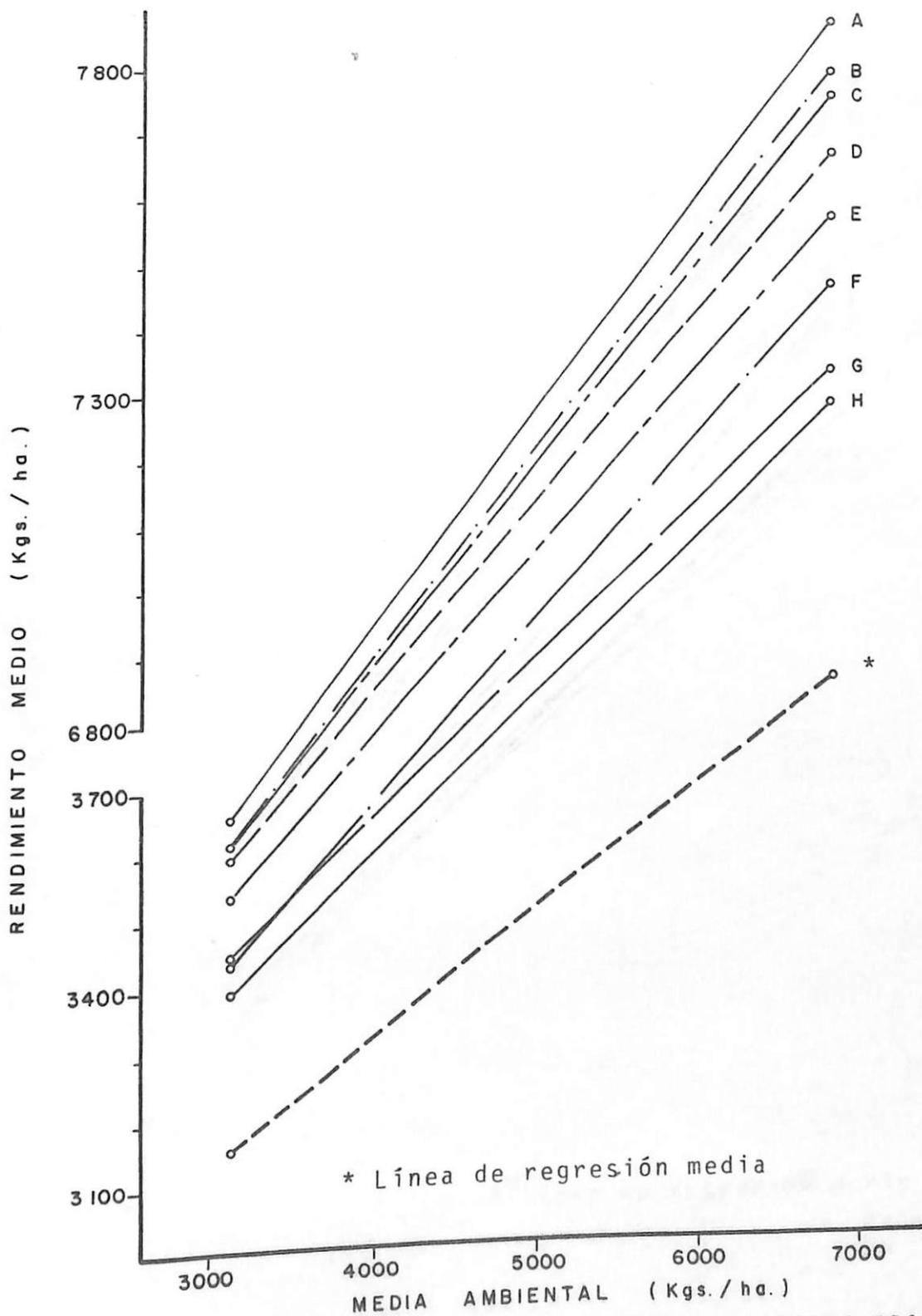


* Línea de regresión media

A: 3147.6 + .87(X _j -3298-31)	E: 2878 + .91(X _j -3298.31)
B: 3143 + .99(X _j -3298-31)	F: 2856 + .86(X _j -3298.31)
C: 3065 + 1.00(X _j -3298-31)	G: 2672 + .83(X _j -3298.31)
D: 3049 + .99(X _j -3298-31)	H: 2412 + .65(X _j -3298.31)

Fig.No.16

Líneas de regresión de medias varietales sobre medias ambientales de las 8 variedades de --
Triticale de mejor rendimiento del 9° ITYN -
(1978). (Según Finlay y Wilkinson).



$$A: 5290 + 1.14(X_j - 4587.84)$$

$$B: 5237 + 1.13(X_j - 4587.84)$$

$$C: 5217 + 1.12(X_j - 4587.84)$$

$$D: 5173 + 1.10(X_j - 4587.84)$$

$$E: 5097 + 1.09(X_j - 4587.84)$$

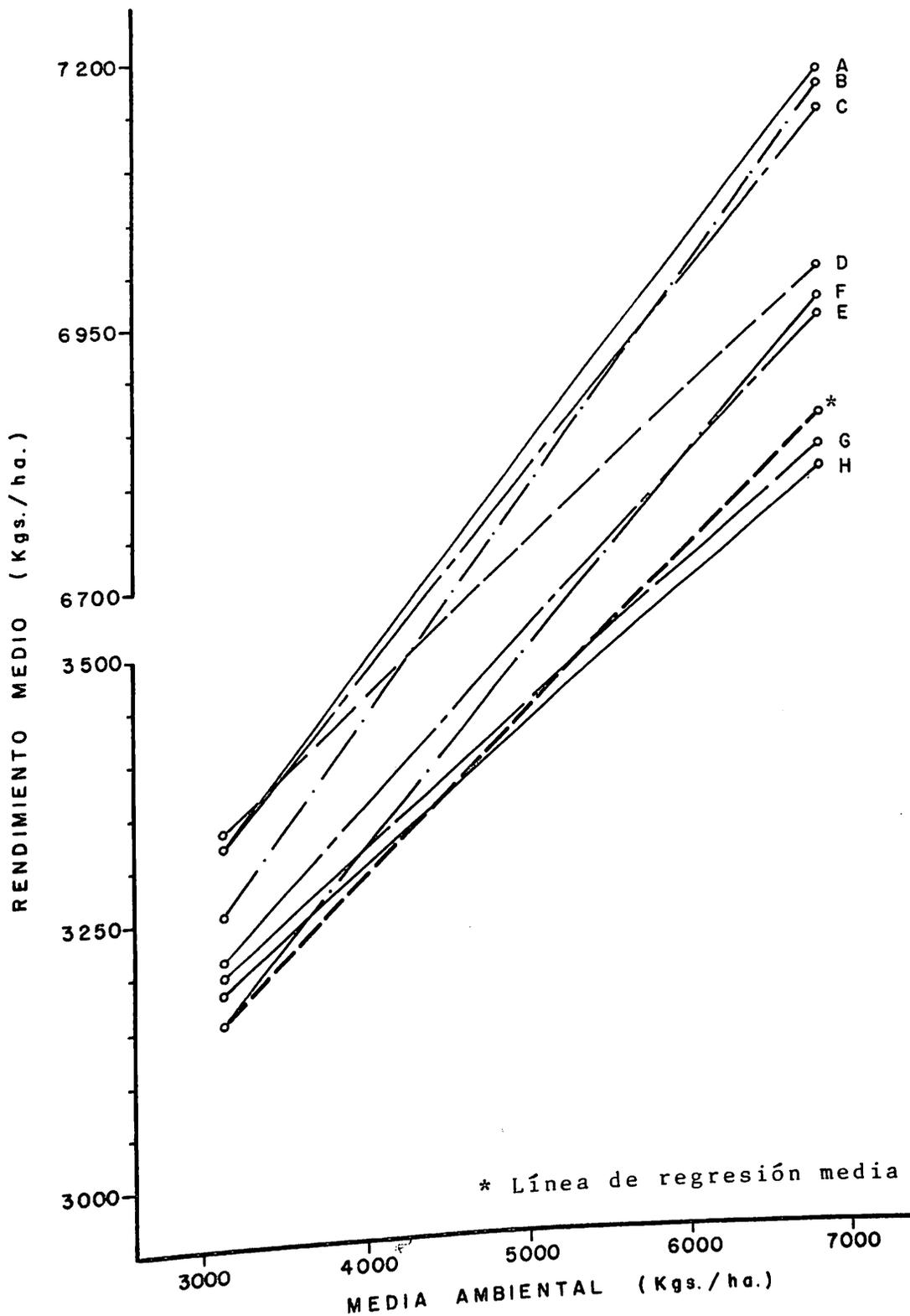
$$F: 4995 + 1.09(X_j - 4587.84)$$

$$G: 4949 + 1.05(X_j - 4587.84)$$

$$H: 4897 + 1.05(X_j - 4587.84)$$

Fig. No.17

Líneas de regresión de medias varietales sobre medias ambientales de las 8 variedades de - -
Triticale de rendimiento intermedio del 9° ITYN
(1978). (Según Finlay y Wilkinson).

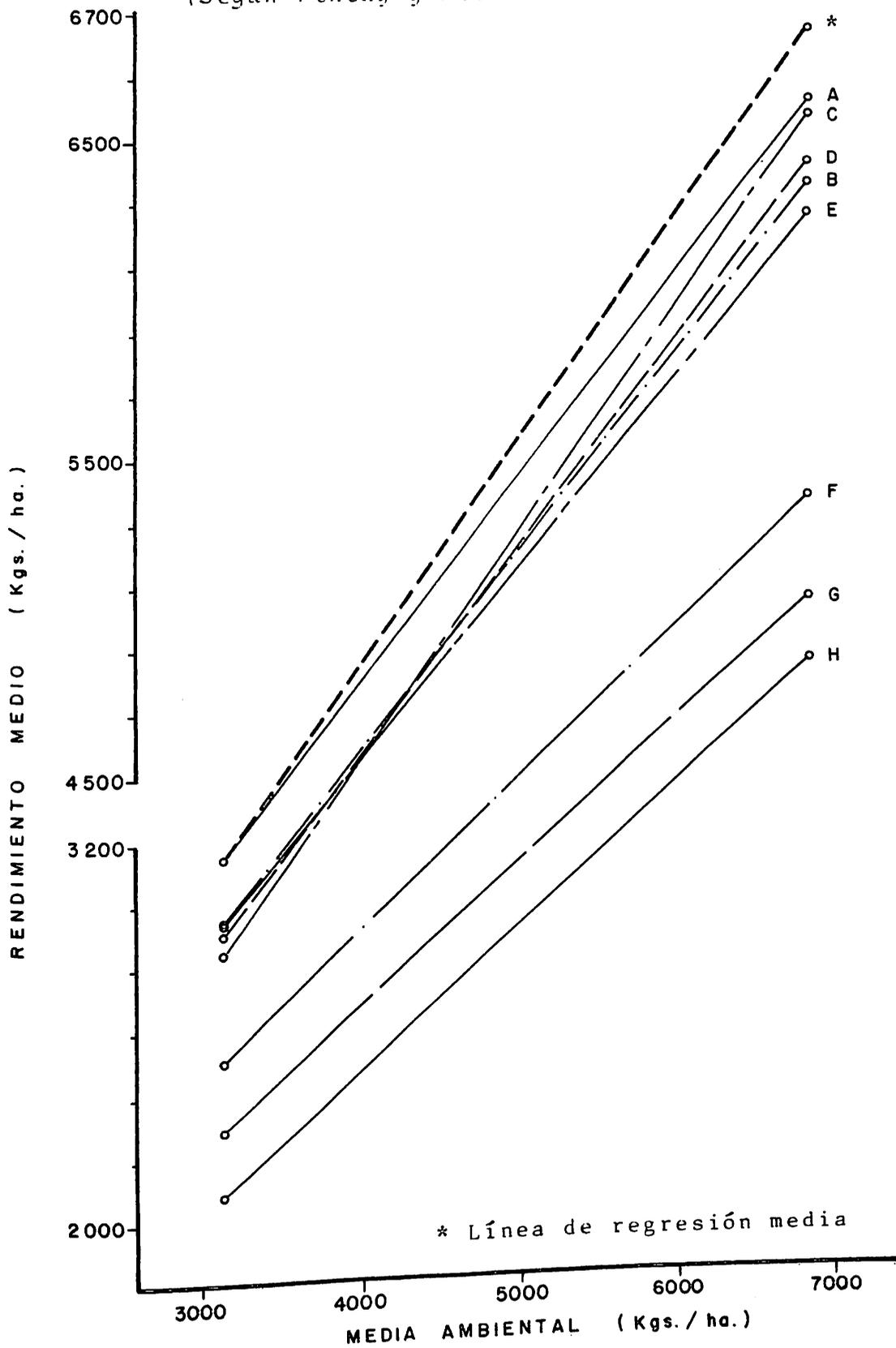


A: $4810 + 1.05(X_j - 4587.84)$
 B: $4797 + 1.04(X_j - 4587.84)$
 C: $4772 + 1.06(X_j - 4587.84)$
 D: $4753 + .99(X_j - 4587.84)$

E: $4660 + 1.01(X_j - 4587.84)$
 F: $4632 + 1.03(X_j - 4587.84)$
 G: $4601 + .98(X_j - 4587.84)$
 H: $4585 + .98(X_j - 4587.84)$

Fig. No. 18

Líneas de regresión de medias varietales sobre medias ambientales de las 8 variedades de menor rendimiento del 9° ITVN (1978).
(Según Finlay y Wilkinson)

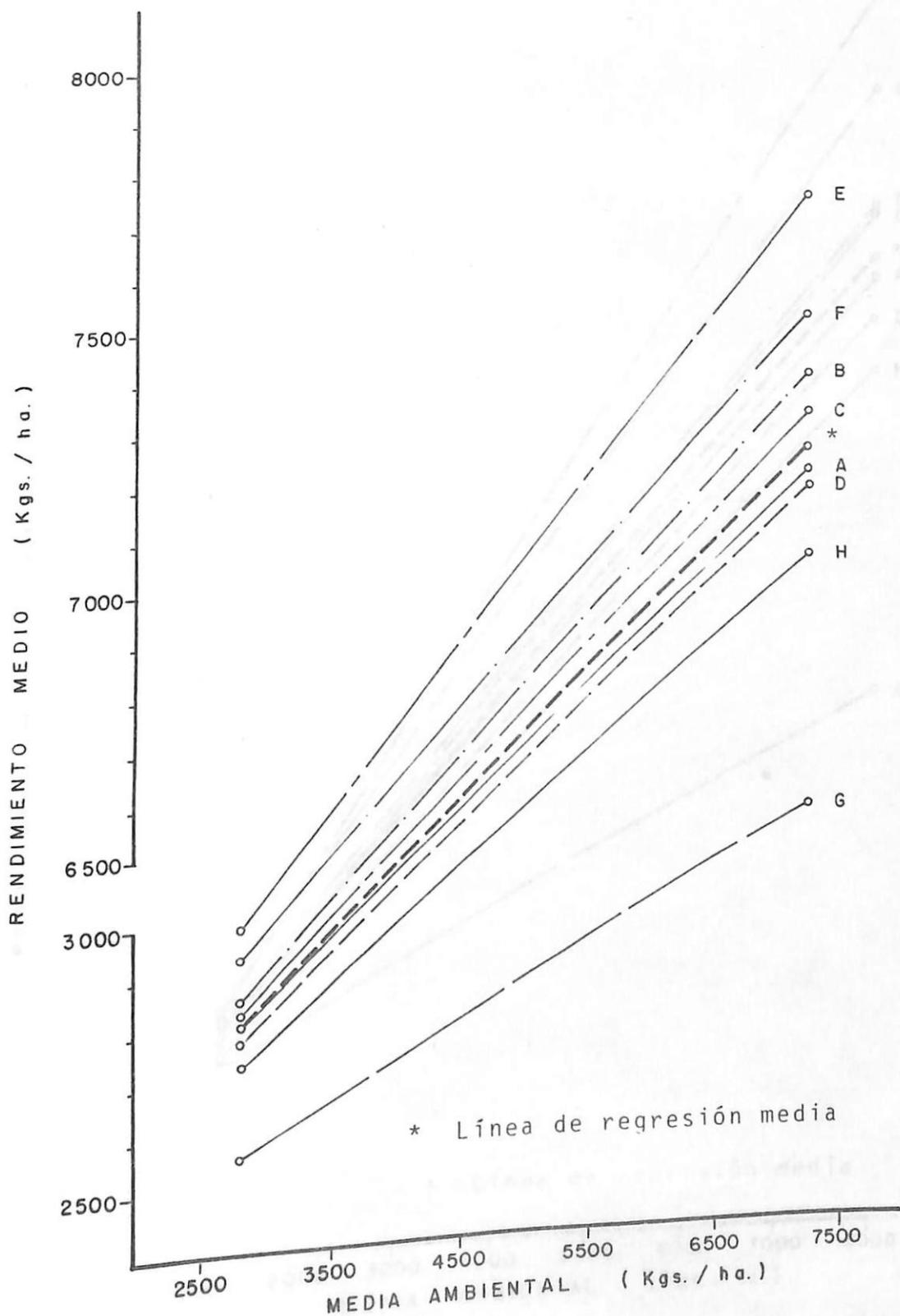


A: $4491 + .94(X_j - 4587.84)$
 B: $4289 + 1.01(X_j - 4587.84)$
 C: $4265 + .92(X_j - 4587.84)$
 D: $4261 + .95(X_j - 4587.84)$

E: $4222 + .90(X_j - 4587.84)$
 F: $3607 + .77(X_j - 4587.84)$
 G: $3351 + .74(X_j - 4587.84)$
 H: $3146 + .74(X_j - 4587.84)$

Fig. No. 19

Líneas de regresión de medias varietales sobre medias ambientales de las 8 variedades de - -
Triticales de la Serie Experimental II.
(7 Localidades) (Según Finlay y Wilkinson).

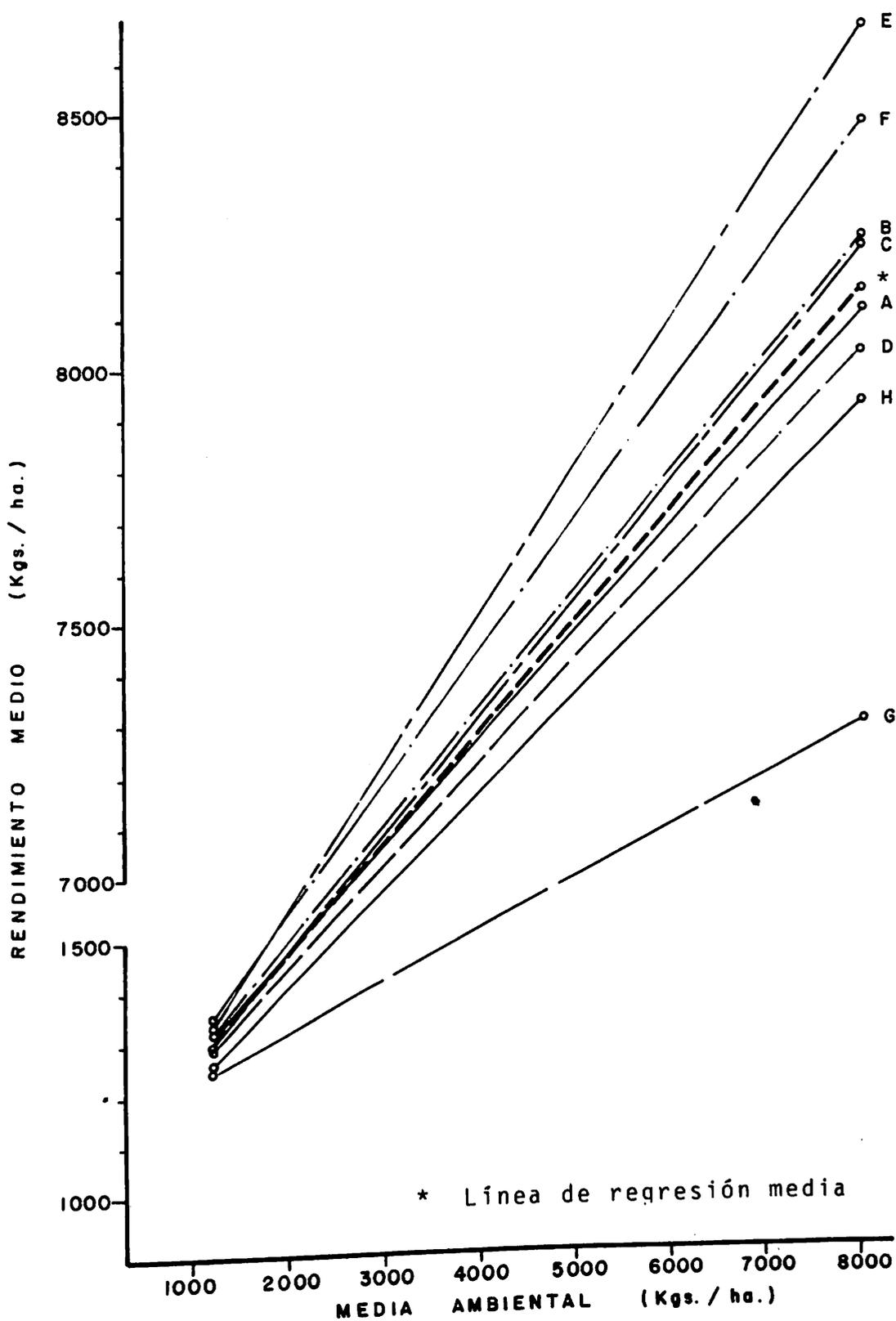


A: $4684.3 + .99(X_j - 4704.31)$
 B: $4795 + 1.02(X_j - 4704.31)$
 C: $4745.8 + 1.01(X_j - 4704.31)$
 D: $4655.4 + .99(X_j - 4704.31)$

E: $5019.9 + 1.07(X_j - 4704.31)$
 F: $4888.1 + 1.03(X_j - 4704.31)$
 G: $4267.3 + .90(X_j - 4704.31)$
 H: $4578.3 + .97(X_j - 4704.31)$

Fig. No. 20

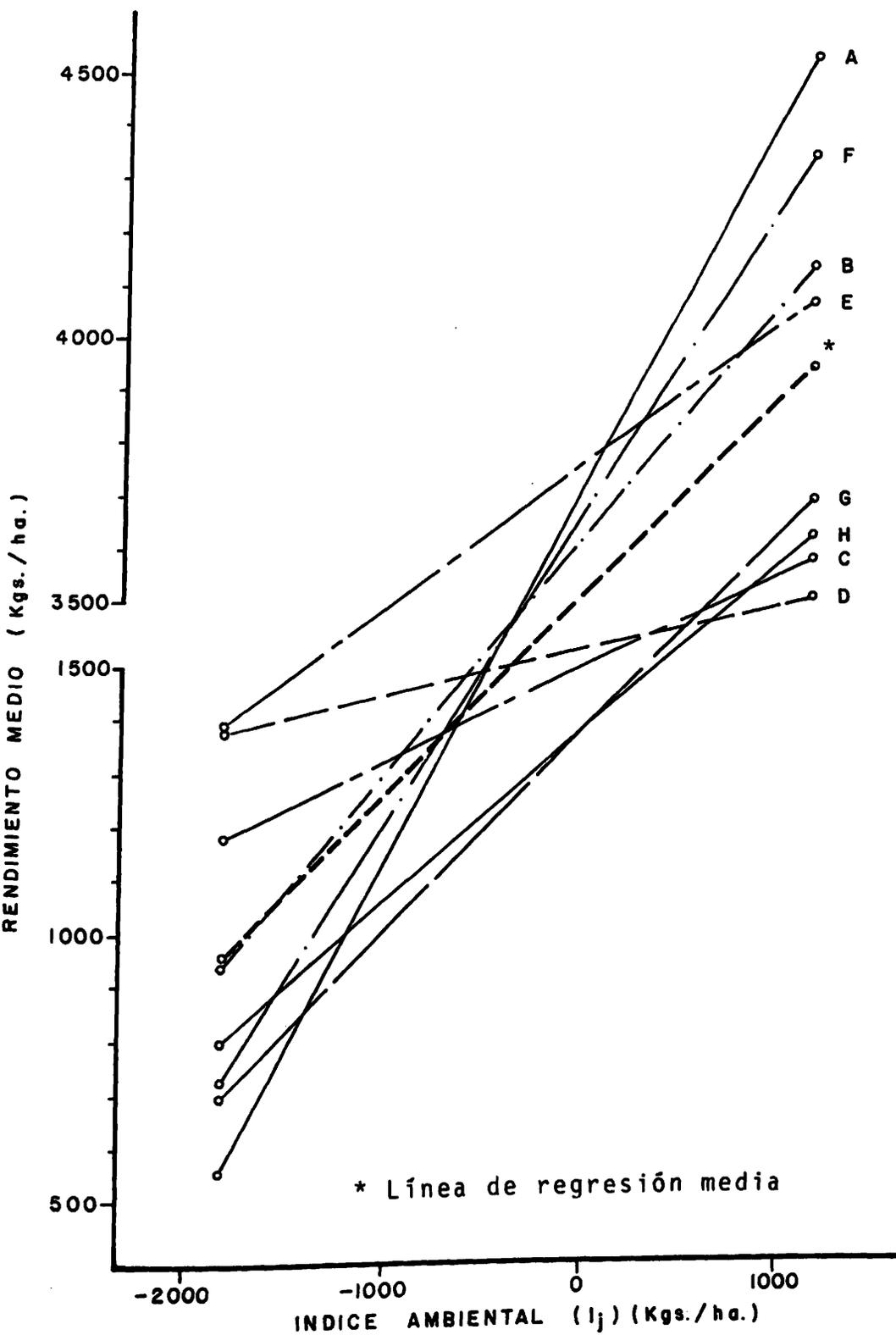
Líneas de regresión de medias varietales sobre medias ambientales de las 8 variedades de Triticale de la Serie Experimental II. (21 ambientes) (Según Finlay y Wilkinson)



A: $5089.3 + .99(X_j - 5094.42)$
 B: $5170.4 + 1.01(X_j - 5094.42)$
 C: $5160.9 + 1.01(X_j - 5094.42)$
 D: $5031.9 + .98(X_j - 5094.42)$

E: $5420.9 + 1.07(X_j - 5094.42)$
 F: $5316.3 + 1.04(X_j - 5094.42)$
 G: $4603.8 + .88(X_j - 5094.42)$
 H: $4961.7 + .97(X_j - 5094.42)$

Líneas de regresión entre rendimiento e índices ambientales de las 8 variedades de Triticale de la Serie Experimental III (Según Eberhart y Russell).

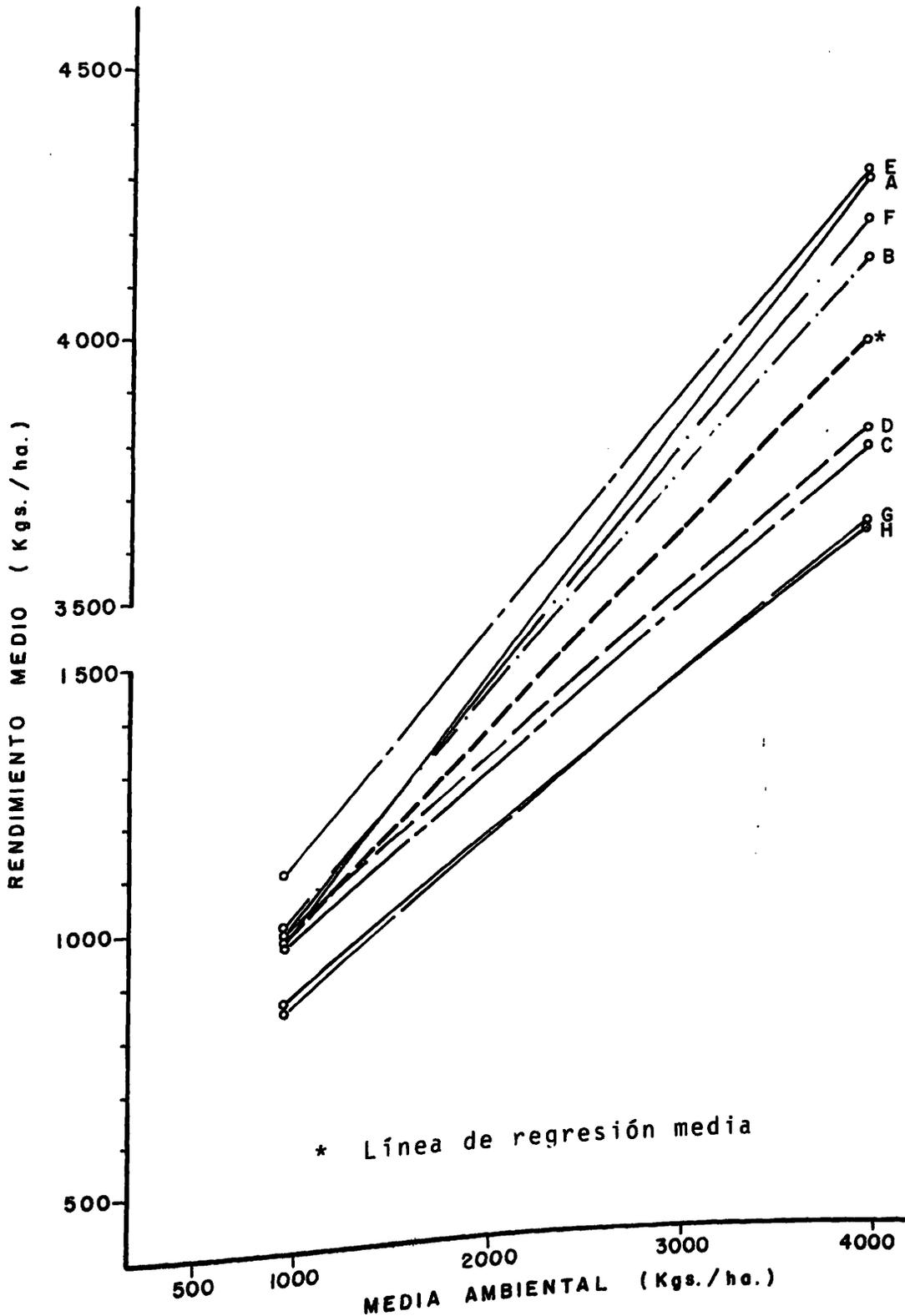


$$\begin{aligned}
 A: & 2938.2 + 1.33(I_j) \\
 B: & 2853.7 + 1.07(I_j) \\
 C: & 2619.4 + .80(I_j) \\
 D: & 2648.5 + .71(I_j)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E: & 2994.8 + .90(I_j) \\
 F: & 2895 + 1.21(I_j) \\
 G: & 2488.5 + 1.00(I_j) \\
 H: & 2485 + .94(I_j)
 \end{aligned}$$

Fig. No. 22

Líneas de regresión de medias varietales sobre medias ambientales de las 8 variedades de - - Triticale de la Serie Experimental III. (Según Finlay y Wilkinson).



$$A: 2938.2 + 1.10(X_j - 2740.41)$$

$$B: 2853.7 + 1.04(X_j - 2740.41)$$

$$C: 2619.4 + .93(X_j - 2740.41)$$

$$D: 2648.5 + .93(X_j - 2740.41)$$

$$E: 2994.8 + 1.06(X_j - 2740.41)$$

$$F: 2895 + 1.07(X_j - 2740.41)$$

$$G: 2488.5 + .92(X_j - 2740.41)$$

$$H: 2485 + .91(X_j - 2740.41)$$

COEFICIENTES DE REGRESION VARIETALES

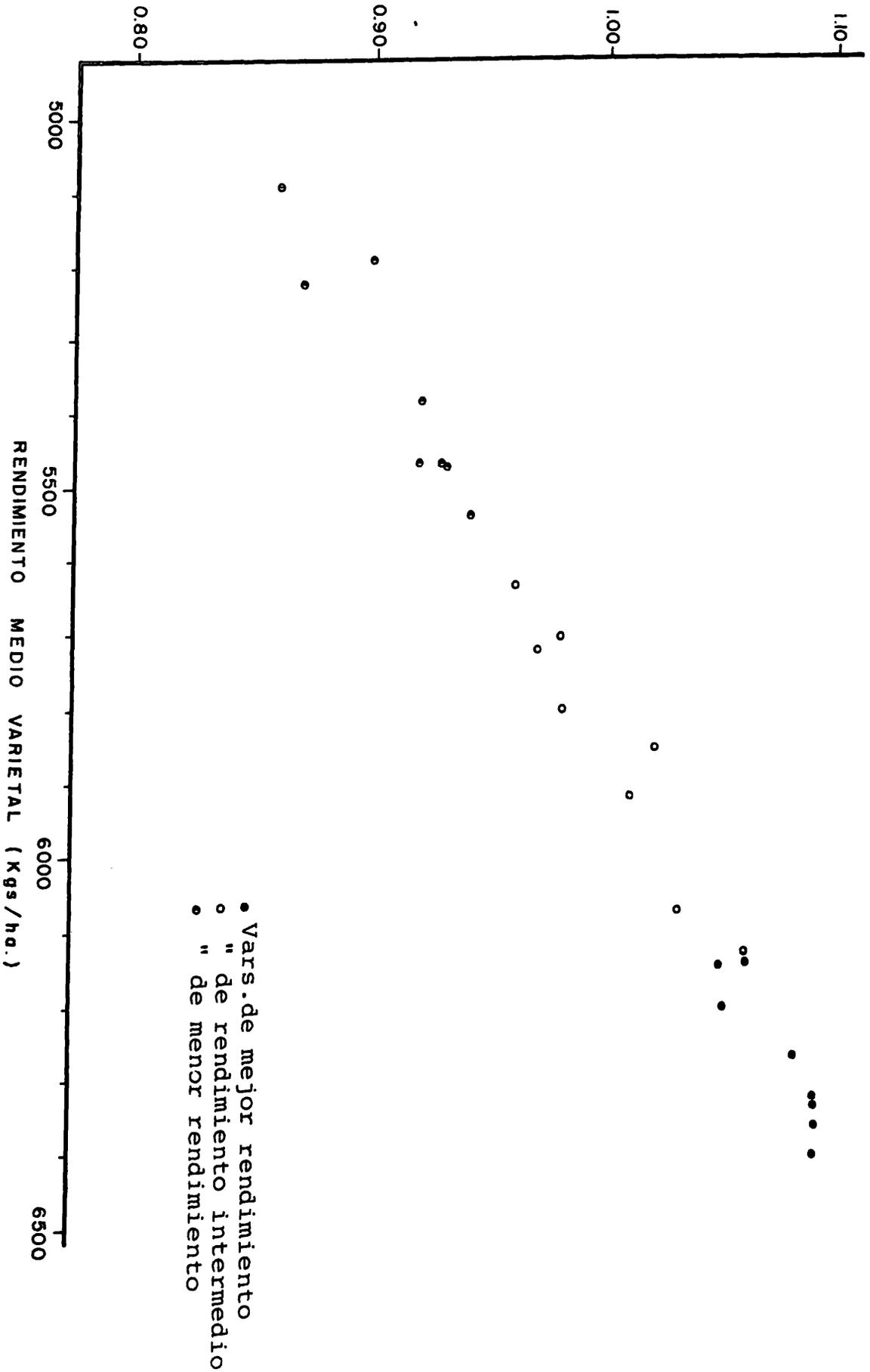


Fig. 23 Relación entre medias de rendimiento y coeficiente de regresión de las 24 variedades del 5°. ITVN (1974).

COEFICIENTES DE REGRESION VARIETALES

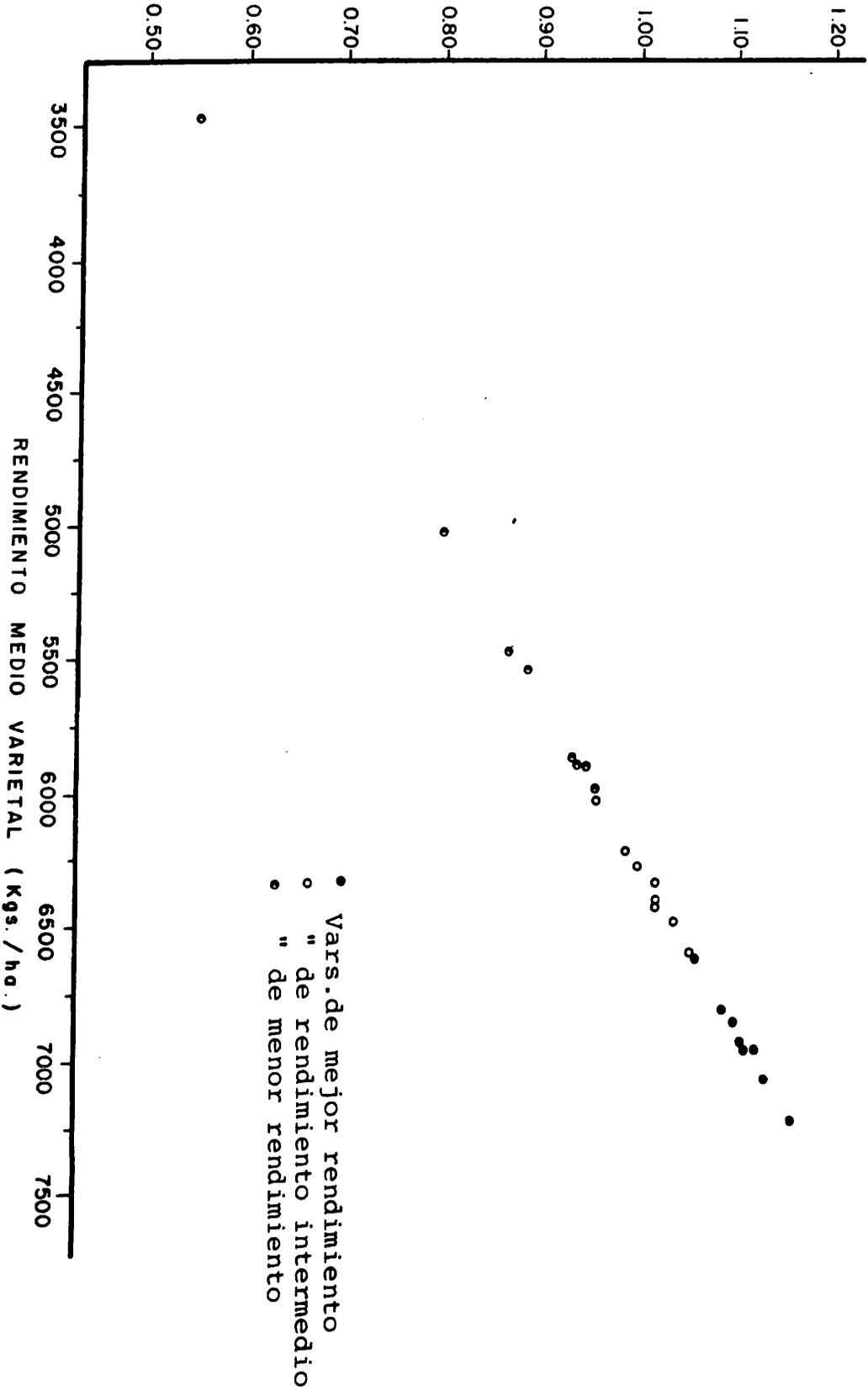


Fig. 24 Relación entre medias de rendimiento y coeficiente de regresión de las 24 variedades del 6°. 11VN (1975)

COEFICIENTES DE REGRESION VARIETALES

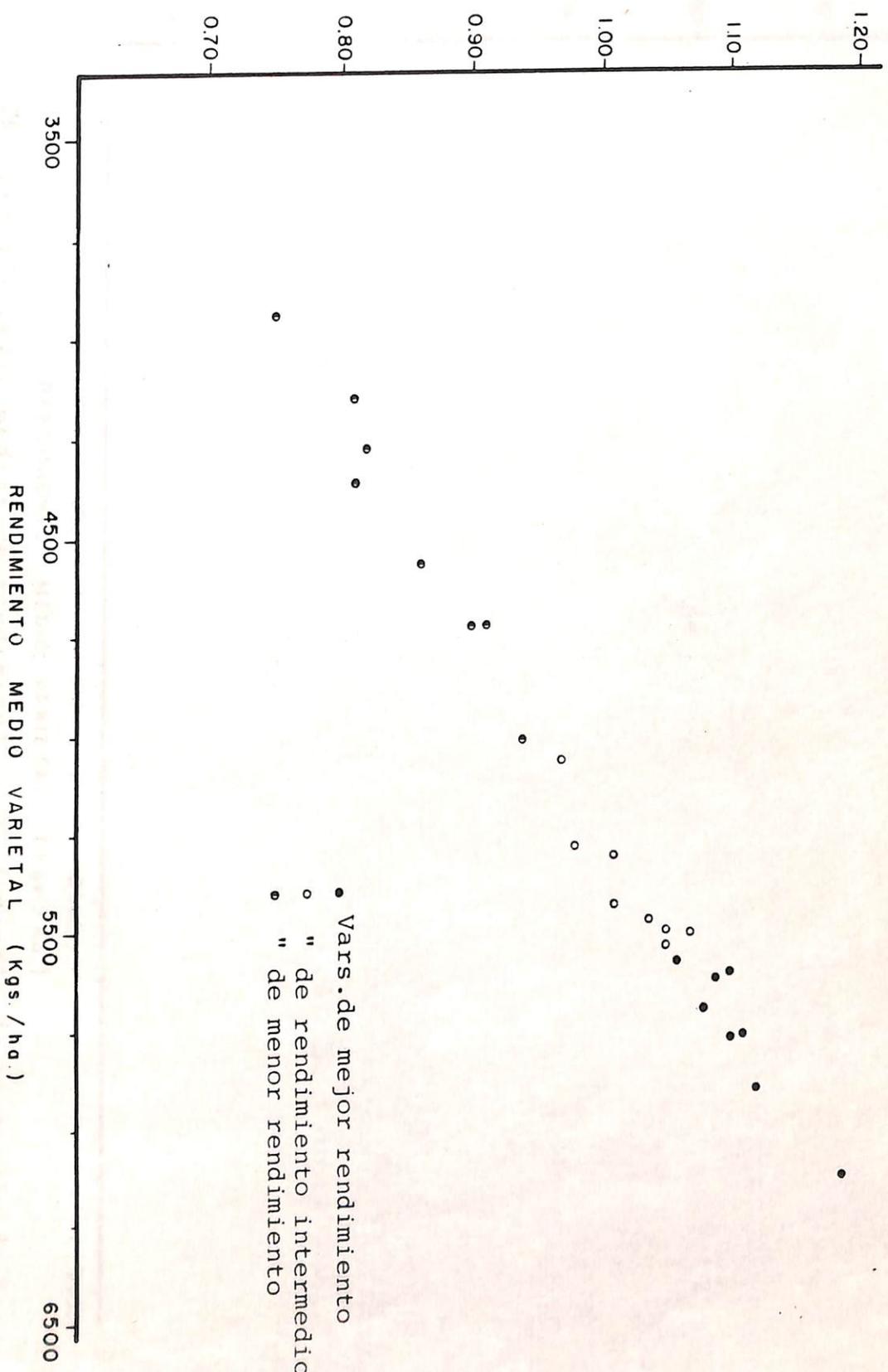


Fig. 25 Relación entre medias de rendimiento y coeficiente de regresión de las 24 variedades del 7°. TIVN (1976).

COEFICIENTES DE REGRESION VARIETALES

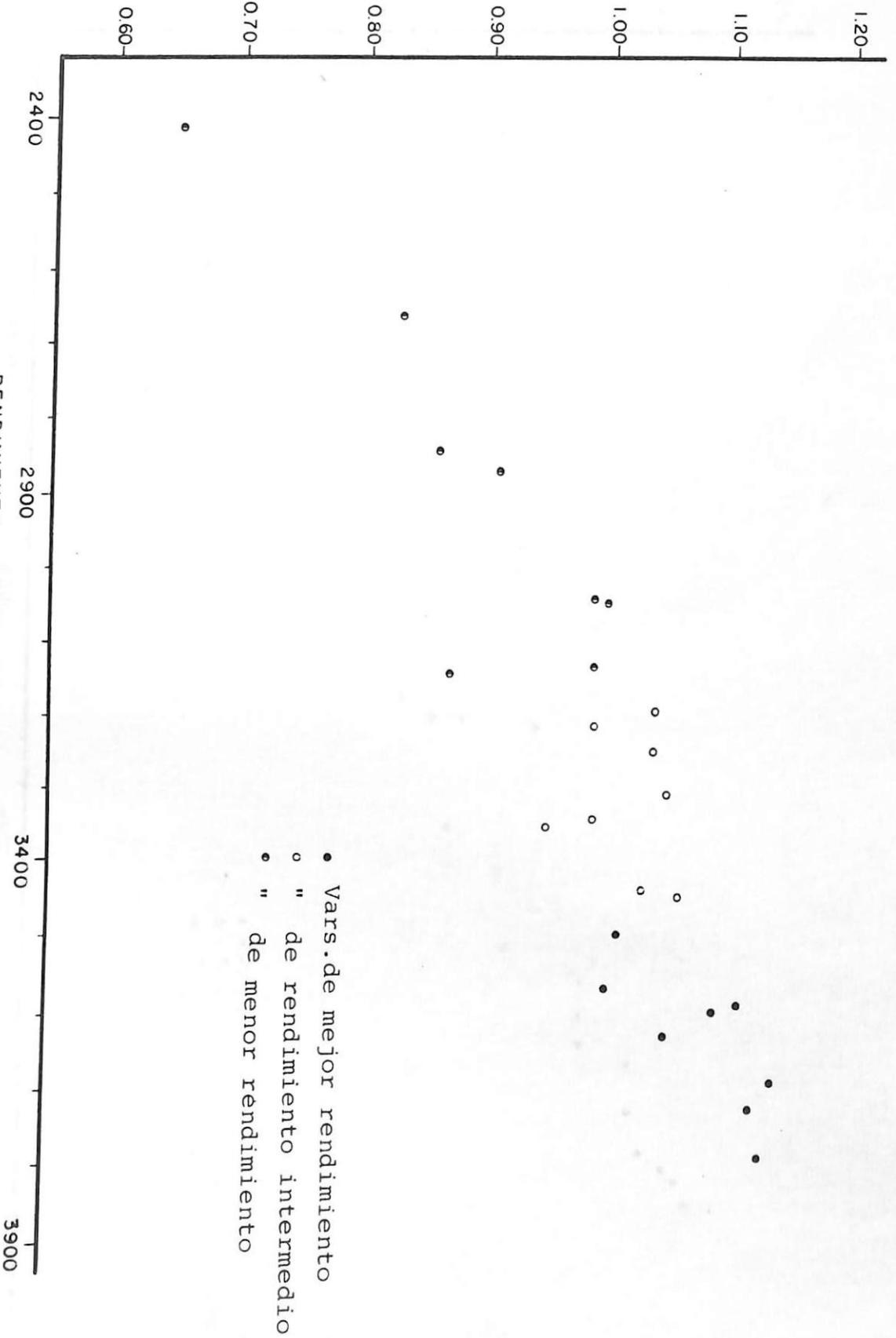


Fig. 26 Relación entre medias de rendimiento y coeficiente de regresión de las 24 variedades del 8°. ITVN (1977).

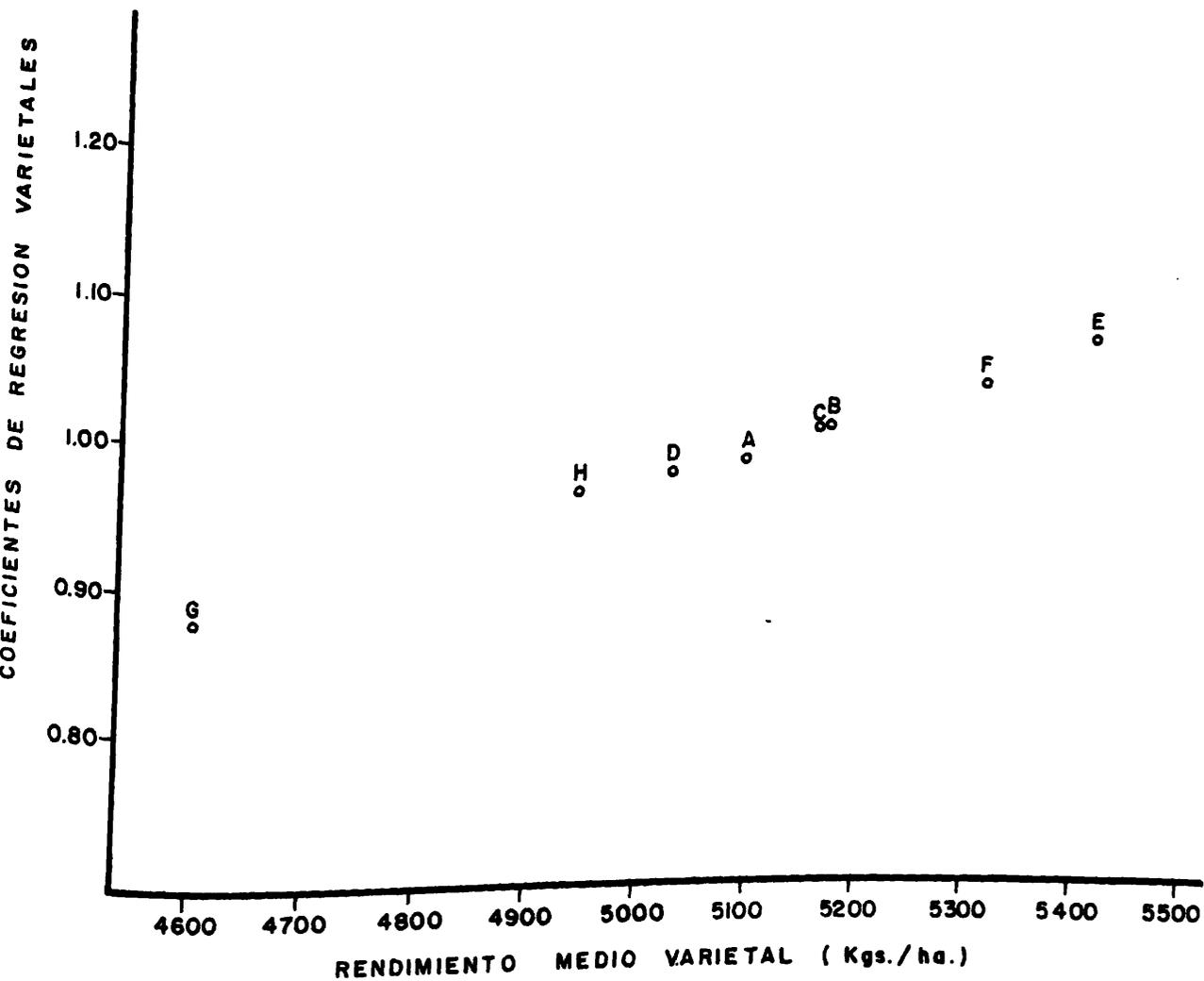


Fig. No. 28 Relación entre coeficientes de regresión y medias de Rendimiento Varietales del Exp. II. en 21 ambientes. (Según Finlay y Wilkinson).

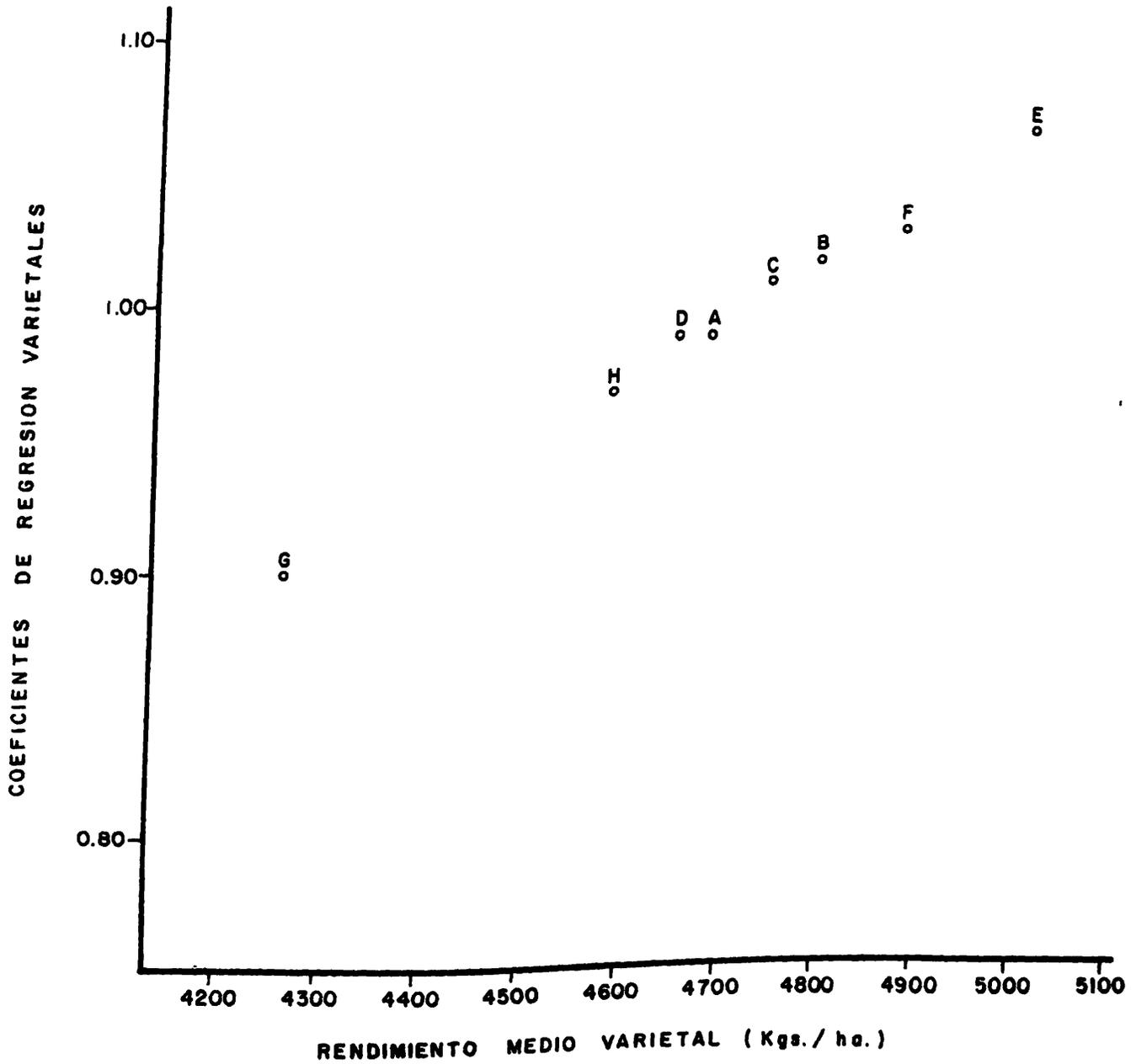


Fig. No.29 Relación entre coeficientes de regresión y medias de rendimiento varietales del Exp. 11. en 8 localidades.
 (Según Finlay y Wilkinson).

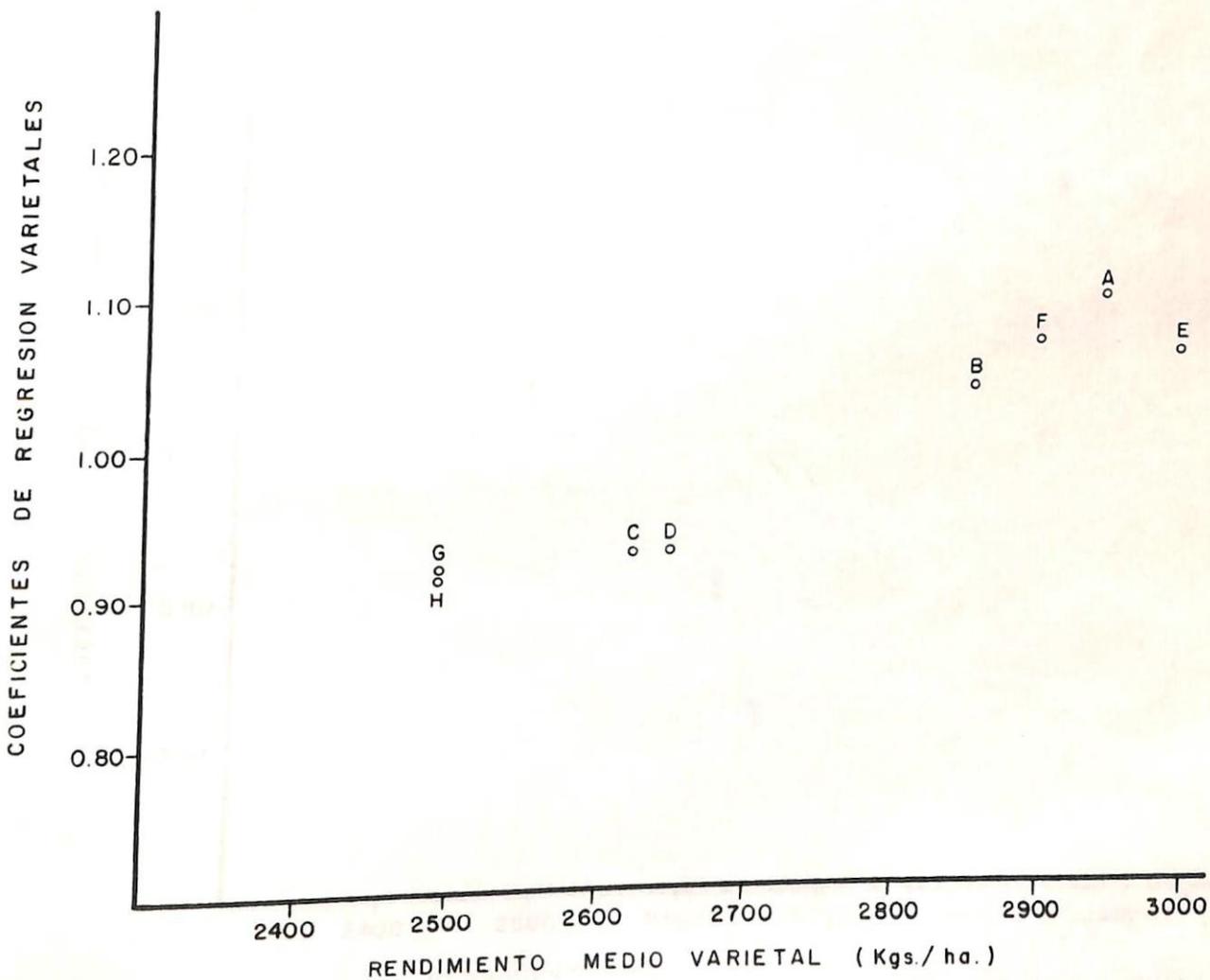


Fig. No. 30 Relación entre coeficientes de regresión y medias de Rendimientos Varietales del Exp. 111. (Según Finlay y Wilkinson).

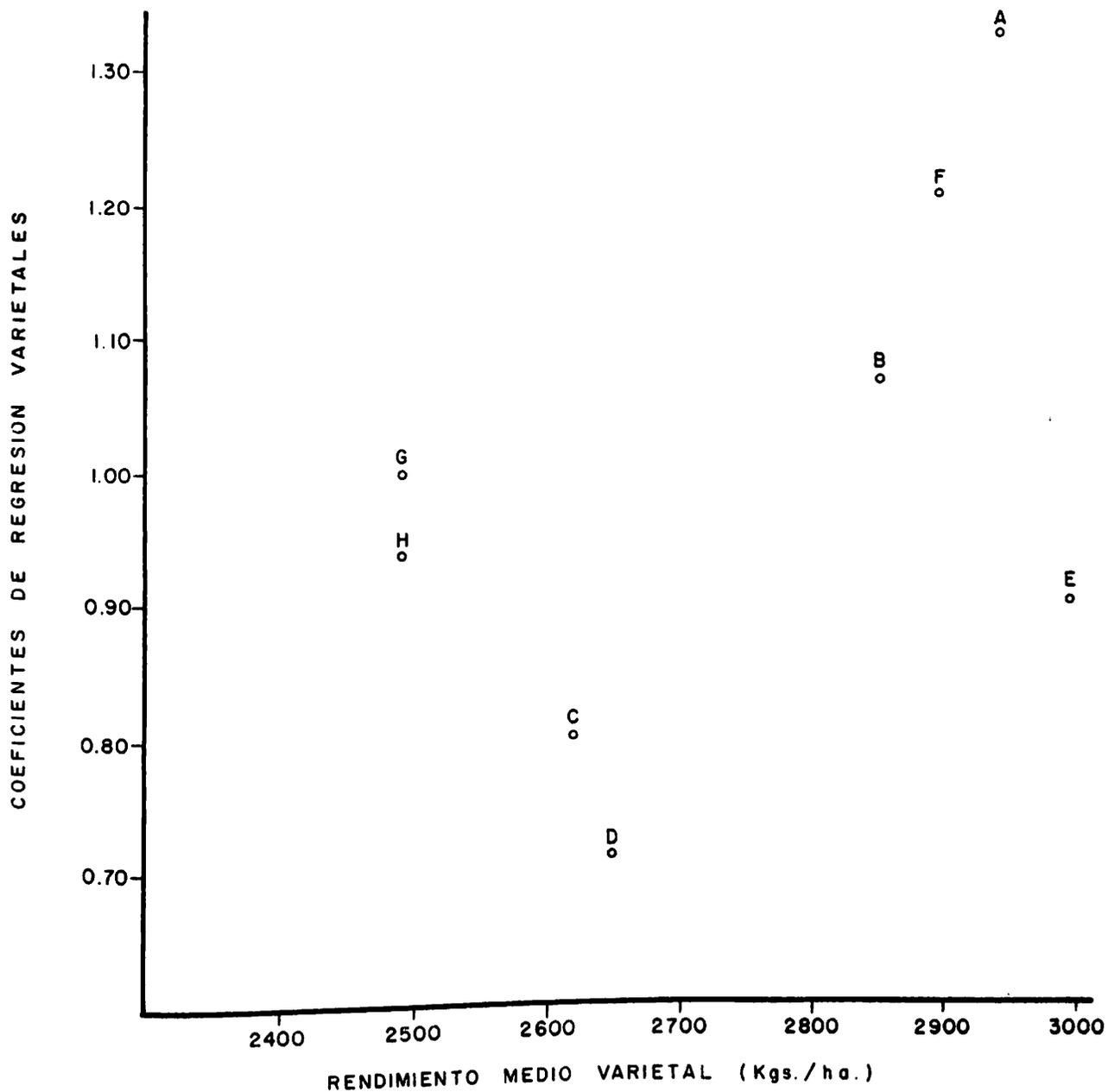


Fig. No. 31 Relación entre coeficientes de regresión y medias de Rendimiento Varietales del Exp. III. (Según Eberhart u Russell).