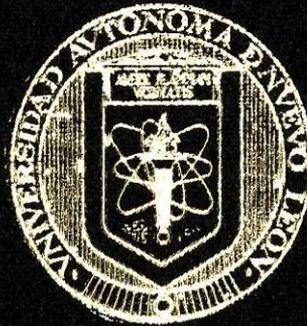


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



ESTABILIDAD Y RENDIMIENTO DE CULTIVARES
SOBRESALIENTES DE FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.)
EN TRES LOCALIDADES DE LAS ZONAS
BAJAS DE NUEVO LEON.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA

CARLOS AIME ABARCA CRUZ

MARIN, N. L.

DICIEMBRE DE 1986

T

SB327

A2

C.1



1080060553

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



ESTABILIDAD Y RENDIMIENTO DE CULTIVARES
SOBRESALIENTES DE FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.)
EN TRES LOCALIDADES DE LAS ZONAS
BAJAS DE NUEVO LEON.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA

CARLOS AIME ABARCA CRUZ

MARIN, N. L.

DICIEMBRE DE 1986

007015

T
SB327
A2

040.635
FA22
1986
C.5



Biblioteca Central
Magna Solidaridad

F. Tesis



UNP

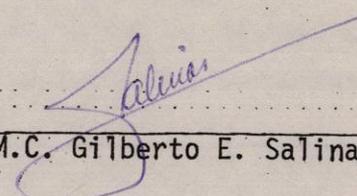
FONDO
TESIS LICENCIATURA

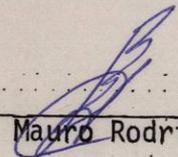
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

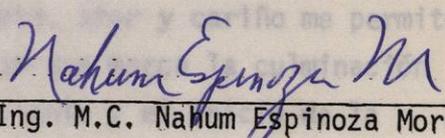
Tesis realizada en el Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo (PMMFS) del Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (CIA-FAUANL), aprobada por la Comisión Revisora como requisito para optar por el grado de

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

COMISION REVISORA


Ing. M.C. Gilberto E. Salinas García


Ing. M.C. Mauro Rodríguez Cabrera


Ing. M.C. Nahum Espinoza Moreno

MARIN, N.L.

DICIEMBRE DE 1986

DEDICATORIA

A DIOS:

"Gracias señor por tu palabra y por tus divinas enseñanzas que han fortalecido mi espíritu tantas veces.

Gracias por darme la vida a través de mis padres e indicarme el buen camino que me ha permitido alcanzar una meta más para el logro de mi formación humana".

A MIS PADRES:

Sr. Ataulfo B. Abarca Rufz
Sra. F. Alicia Cruz de Abarca

A quienes con respeto, amor y cariño me permito ofrecer este trabajo que marca la culminación de mi vida de estudiante y el inicio de la etapa más importante de mi existencia, gracias a su abnegación, esfuerzo y sacrificio.

A MIS HERMANOS:

Luz Antonieta	Esteban Rolando
Gloria Idalia	Yolanda Anavel
Aura Hortensia	José Ataulfo
Faviana Selene	Antonio Leyden

Por su amor y cariño que me ha impulsado siempre hacia la superación.

A MIS SOBRINOS:

José Luis
Carlos Alberto
Patricia María

Con todo mi cariño, a ustedes que son la alegría de la casa y el amor de sus padres.

A MIS ABUELOS:

Sr. José Abarca Ramos (†)
Sra. Faviana Ruiz Montoya

Sr. David Urbano Cruz del Carpio (†)
Sra. Luz Cancino Suart (†)

A TODOS MIS FAMILIARES Y AMIGOS:

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS:

En especial a:

Ing. José Rigoberto Mejía Hernández

Ing. Luis Humberto González Chavira

Ing. Antolín Morales Vázquez

Ing. Marco Antonio Arenas Gámez

Por su amistad y camaradería en las duras y maduras pasadas en
"La Isla de la Desesperación".

A GLORIA:

A ALFREDO:

A la Familia Sarmiento Olmedo, por su apoyo, amistad y aprecio
de siempre.

A la Familia Ramírez Martínez, por las atenciones prestadas
que tantas veces han hecho sentirme uno de ellos.

A TODOS CON CARINO.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Nuevo León.

A la Facultad de Agronomía de la UANL (FAUANL) y a los maestros de la misma por sus consejos y valiosa intervención en mi formación académica, en especial al:

ING. M.C. GILBERTO E. SALINAS GARCIA

Por su amistad, participación y asesoría en la elaboración del presente trabajo.

ING. M.C. MAURO RODRIGUEZ CABRERA

Por su interés y su valiosa revisión al presente escrito.

ING. NAHUM ESPINOZA MORENO

Por su ayuda oportuna en la interpretación estadística de los resultados obtenidos.

Al Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo para las Zonas Bajas del Estado de Nuevo León (PMMFS), en especial al Ing. Jesús A. Pedroza Flores y a los trabajadores de campo que hicieron posible el establecimiento del experimento en cada una de las localidades de prueba.

A los Srs. Andrés AnzaIdúa, Manuel Garza y Rogelio Benavides, agricultores de las localidades de prueba por las facilidades otorgadas para la realización del presente trabajo.

A mi hermano, amigos y demás personas que contribuyeron de una forma u otra para la realización del presente trabajo.

GRACIAS A TODOS.

C O N T E N I D O

	Página
INDICE DE CUADROS.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. Interacción genotipo-ambiente.....	3
2.2. Interacción genotipo-ambiente y parámetros de estabilidad.....	6
2.3. Estabilidad y algunos estudios relacionados con ella.....	14
2.4. Importancia de las características varieta- les en la agricultura de subsistencia.....	19
2.5. Ensayos en campos de agricultores.....	22
3. MATERIALES Y METODOS.....	24
3.1. Localización.....	24
3.2. Materiales genéticos.....	28
3.3. Diseño experimental.....	30
3.4. Desarrollo del experimento.....	30
3.5. Variables cuantificadas.....	37
3.6. Análisis de la información.....	38

	Página
4. RESULTADOS.....	45
4.1. Rendimiento de grano.....	45
4.1.1. Análisis combinado.....	45
4.1.2. Análisis por localidad.....	45
4.1.3. Parámetros de estabilidad.....	47
4.2. Rendimiento individual y sus componentes....	55
4.2.1. Análisis por localidad.....	55
4.2.2. Características cualitativas observa- das.....	55
5. DISCUSION.....	63
5.1. Rendimiento de grano.....	63
5.2. Estabilidad.....	64
6. CONCLUSIONES.....	66
7. BIBLIOGRAFIA.....	67

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Situaciones posibles en base a los valores que pueden tomar los parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell (1966), según Carballo y Márquez (1970).....	12
2	Precipitación y temperaturas registradas en las localidades de prueba, durante el desarrollo del experimento.....	27
3	Análisis de varianza para el cálculo de los parámetros de estabilidad, Eberhart y Russell (1966).....	44
4	Análisis de varianza combinado para rendimiento de grano en 6 cultivares de frijol evaluados en 3 localidades de Nuevo León (1985).....	45
5	Análisis de varianza por localidad para la variable rendimiento por parcela útil del experimento "Estabilidad y rendimiento de cultivares sobresalientes de frijol (<u>Phaseolus vulgaris</u> L.) en tres localidades de las zonas Bajas de Nuevo León".....	46
6	Concentración de rendimientos varietales en kg/parcela útil obtenidos en cada localidad de prueba, para la estimación de los parámetros de estabilidad propuestos por Eberhart y Russell (1966).....	48
7	Análisis de varianza para estimar los parámetros de estabilidad del carácter rendimiento de grano (kg/parcela útil).....	49

8	Comparación de medias para rendimiento de grano promedio (kg/parcela útil) en los cultivos evaluados en el experimento "Estabilidad y rendimiento de cultivares sobresalientes de frijol (<u>Phaseolus vulgaris</u> L.) en tres localidades de las Zonas Bajas de Nuevo León".....	50
9	Rendimiento varietal promedio de las 3 localidades probadas, parámetros de estabilidad y clasificación de acuerdo a Carballo y Márquez (1970).....	51
10	Análisis de varianza y comparación de medias (por SNK al 10% de probabilidad de error) para la variable rendimiento por planta.....	56
11	Análisis de varianza y comparación de medias (por SNK al 10% de probabilidad de error) para la variable vainas por planta.....	58
12	Análisis de varianza y comparación de medias (por SNK al 10% de probabilidad de error) para la variable semillas por vaina.....	59
13	Análisis de varianza y comparación de medias (por SNK al 10% de probabilidad de error) para la variable peso de 100 semillas expresado en gramos.....	60

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Localización de las variedades de cebada de acuerdo a su rendimiento promedio en varios ambientes y el coeficiente de regresión que representa su adaptabilidad según Finlay y Wilkinson, Tomado de Brauer (1973).....	10
2	Interpretación del significado que tiene la localización de los puntos de la Figura 1 con respecto a la adaptación de las variedades diferentes medios ambientales según Finlay y Wilkinson (1963). Tomado de Brauer 1973.....	11
3	Regiones fisiográficas del estado de Nuevo León y ubicación de las localidades de prueba. Síntesis geográfica de Nuevo León (1981).	36
4	Tendencia del comportamiento de los cultivos probados al graficar sus líneas de regresión usando los estimadores de los parámetros M_i (kg/parcela útil) y B_i	53
5	Tendencia del comportamiento de los cultivos probado al graficar sus líneas de regresión usando los estimadores de los parámetros M_i (kg/ha) y B_i	54

RESUMEN

El presente trabajo se estableció en tres localidades (Cerralvo, Gral. Terán y Los Herrera, N.L.) de las Zonas Bajas de Nuevo León, con el objeto de evaluar la estabilidad y rendimiento de seis cultivares sobresalientes de frijol (Phaseolus vulgaris L.) bajo el manejo de agricultores.

Los genotipos utilizados fueron: Selección #4, LEF-1-RB, Delicias-71, TOCHE-440, Pinto Americano y Pinto Norteño, los cuales fueron seleccionados por su rendimiento económico y reunir los requisitos de aceptación del agricultor.

Los seis cultivares antes mencionados, se establecieron en dos repeticiones por localidad, bajo el diseño experimental bloques completamente al azar; el análisis de la información se hizo en dos partes: a) un análisis individual y combinado y b) análisis estadístico para estabilidad propuesto por Eberhart y Russell (1966).

Para el carácter rendimiento de grano, se detectó una ausencia de interacción genético-ambiental y no se encontró diferencia significativa entre los materiales probados, no así para el rendimiento individual y sus componentes, en la cual se encontró una marcada diferencia entre ellos. Respecto a la estabilidad, el modelo propuesto por Eberhart y Russell (1966) resultó efectivo, ya que los parámetros (B_i y $\hat{S}^2 d_i$) clasificaron los cultivares en tres grupos diferentes: a) materiales

con rendimientos estables y consistentes a todos los ambientes ($B_i = 1$ y $\hat{S}^2 d_i = 0$), como el Selección #4; b) Materiales con rendimientos altos y consistentes en buenos ambientes ($B_i > 1$ y $\hat{S}^2 d_i = 0$) como TOCHE-440 y Pinto Norteño; c) Materiales con rendimientos estables y consistentes a malos ambientes ($B_i < 1$ y $\hat{S}^2 d_i = 0$), como Pinto Americano, LEF-1-RB y Delicias-71.

En base a los resultados obtenidos, se puede afirmar que el mejor cultivar fue Selección #4 por su alto rendimiento y estabilidad consistente a todos los ambientes, y de acuerdo con la información recabada entre los agricultores, este cultivar tiene grandes posibilidades de aceptación en la zona, por su arquitectura y capacidad de carga por planta.

1. INTRODUCCION

Por la importancia que tiene el cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.) en la dieta del mexicano y los bajos rendimientos obtenidos en las zonas productoras, se hace necesaria la investigación agrícola sobre este importante cultivo, a fin de incrementar el rendimiento por superficie y poder abastecer la demanda nacional. Los bajos rendimientos registrados se deben a las condiciones inadecuadas para el desarrollo del cultivo (áreas con mal temporal, plagas, enfermedades, suelos poco fértiles, etc.) que caracterizan a la agricultura de subsistencia existente en el país.

Sin embargo, existe una gran diversidad en el germoplasma de frijol, el cual se adapta en algunos casos a la gran diversidad de zonas climatológicas y ecológicas existentes en México. Estas condiciones tan diversas determinan una respuesta diferencial de los cultivares a los ambientes de producción, dificultando la obtención de altos y estables rendimientos, en la mayoría de las especies cultivadas. Por lo que es de gran importancia conocer el comportamiento de determinado cultivar en cuanto a adaptación y sensibilidad a los cambios ambientales del área de establecimiento.

En base a lo anterior, el Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo para las Zonas Bajas del Estado de Nuevo León, ha generado mediante el mejoramiento genético una serie de genotipos que pretende liberar como variedades comerciales.

En la parte final del proceso de evaluación del germoplasma se incluye el establecimiento de los materiales genéticos en campos de agricultores a fin de observar su comportamiento bajo el manejo de éstos; por lo cual se realizó este ensayo con los siguientes objetivos:

1. Identificar genotipos sobresalientes en cuanto a rendimiento de grano en las localidades bajo el manejo de los agricultores cooperantes.
2. Determinar las variedades más adecuadas a las condiciones de producción (Ecológicas, Tecnológicas y Sociales) predominantes en las zonas bajas de Nuevo León, atendiendo el rendimiento por genotipo y estimando su estabilidad ambiental con los parámetros propuestos por Eberhart y Russell (1966).
3. Establecer en forma general y preliminar, los dominios de recomendación.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Interacción genotipo-ambiente

Allard (1964) hace un análisis de la literatura existente sobre la interacción genotipo-ambiente. Restringiendo intencionalmente su discusión, establece el principio de que todo lo conocido a este respecto puede servir en la práctica del mejoramiento de plantas para la formación de variedades que sean capaces de controlar el desarrollo de sus procesos en cada una de sus etapas y mostrar una alta y consistente calidad, es decir, variedades con un mínimo de interacción perjudicial.

Lo anterior puede lograrse mediante el cálculo de la magnitud de la interacción genotipo-ambiente, la cual debe ser hecha necesariamente a partir de muestras referentes a un todo y seleccionar el mejor genotipo en todos los ambientes.

No obstante, lo improbable y difícil de la elección del mejor genotipo por la infinidad de posibles interacciones existentes, se ha logrado una mejora en la productividad en virtualmente todas las plantas cultivadas. Esto indica que los mejoradores han tenido que vencer algunas de las barreras de la complejidad genotipo-ambiente para progresar y alargar la esperanza de lograr mayores avances a este respecto.

Márquez (1976) define la interacción genotipo-ambiente como el comportamiento relativo diferencial que exhiben los genotipos cuando se les somete a diferentes medios ambientes, y remarca que cuando se habla de los fenómenos hereditarios que ocurren en cualquier investigación, está implícito que ellos se refieren al ambiente en que tuvieron lugar los ex

perimentos y que al cambiar de ambiente y año, los resultados no son los mismo. Asimismo, destaca que el fenómeno de la interacción genético-ambiental en la evaluación de genotipos en diferentes ambientes, no siempre se ha tomado en cuenta en los programas de mejoramiento de plantas y el modelo descriptivo tradicional de un genotipo particular que se desarrolla en un ambiente determinado es:

$$f = g + e$$

Donde: f es el fenotipo correspondiente al genotipo g en el ambiente e, sin dar la importancia debida a la interacción genotipo-ambiente ge. Pero ante la importancia que ha tomado este fenómeno, mostrado por la gran cantidad de trabajos de varias fuentes y contenidos, se define actualmente al fenotipo de un individuo como la resultante de su componente genética, la influencia directa del medio en que se desarrolla y la interacción entre ambas componentes. Lo anterior define un modelo como el siguiente:

$$f = g + e + eg$$

Donde:

f = Es el fenotipo resultante

g = Es la componente genética o genotipo

e = Es la componente ecológica o ambiental

eg = Es la interacción genético ambiental

Allard (1980) menciona a Johansen con su demostración sobre la diferencia entre genotipo y fenotipo y a Nilsson Ehle y East con la demostración que los caracteres cuantitativos se heredan de acuerdo con las leyes

de Mendel; como la base para su afirmación de que la variación en la expresión fenotípica es generada por la acción conjunta del genotipo y del medio en que se desarrolla y describe la expresión fenotípica de un determinado carácter mediante la ecuación lineal.

$$A = U + a + e + ea$$

Donde:

A = Es la expresión fenotípica del carácter en cuestión.

U = Es la media general de la población

a = Es el efecto del genotipo

e = Es el efecto ambiental,

ea = Es el efecto de la interacción genotipo-ambiente.

Para la identificación de componentes ambientales que tienen efectos de importancia en la determinación de los valores agrícolas del genotipo estudiado (como son la fertilidad del suelo, lluvia y temperatura) se asocian generalmente con años y localidades mediante la siguiente ecuación:

$$A = U + a + r + l + y + al + ay + ly + aly + e$$

Donde:

A = Es la expresión fenotípica del carácter

U = Es la media general

a = Es el efecto genético

r = Es el efecto directo de la repetición

l = Es el efecto directo de la localidad

y = Es el efecto directo del año

e = Es el error compuesto de los restantes efectos (incluyendo el efecto de la parcela con otras de la misma repetición, error

debido al muestreo y errores cometidos en las medidas).

Las combinaciones de símbolos indican interacciones entre los factores principales.

Bucio (1966) indica que la descripción completa de la variación fenotípica requiere la integración de tres componentes principales: El genético, el ambiental y la interacción de ambos, y al encontrar un número escaso de trabajos que estudien las componentes ambiental e interacción genético-ambiental, dedica su investigación en Nicotiana rustica, al entendimiento y descripción de estas dos fuentes de variación fenotípica.

Eberhart y Russell (1966) opinan que para los mejoradores de plantas la interacción genético-ambiental reviste gran importancia cuando las variedades son comparadas en una serie de ambientes y que esta interacción se presenta en variedades que son líneas puras, cruza simples, híbridos de cruza dobles, o cualquier otro material en que el mejorador esté trabajando, lo que dificulta mostrar la superioridad significativa de cualquier variedad.

2.2. Interacción genotipo-ambiente y parámetros de estabilidad

Márquez (1973) partiendo del modelo genotípico estándar (sin la componente de interacción genotipo-ambiente) hace una comparación de los modelos matemáticos que se han desarrollado recientemente con la característica interacción genético-ambiental, encontrando que el modelo propuesto por Eberhart y Russell es el más adecuado para la identificación de plantas generadoras de variedades adaptables.

Además, describe la interacción genotipo-ambiente en términos de parámetros de estabilidad y define a una variedad estable como aquella que responde exactamente a los cambios del ambiente sin interaccionar con éste, es decir, que para cualquier carácter bajo estudio, una variedad estable tiene un coeficiente de regresión igual a uno y un cuadrado medio de desviaciones de regresión igual a cero. A manera de comparación el autor cita a Hanson, quien usando un concepto convencional de estabilidad, define un genotipo estable como aquel que tiene el mínimo posible de variabilidad cuando se desarrolla en diferentes ambientes (una variedad de este tipo tiene un coeficiente de regresión y el cuadrado medio de desviaciones de regresión iguales a cero).

Palomo y Prado (1975) discuten sobre la importancia de la interacción genotipo-ambiente en relación a la falta de una técnica estadística eficiente en la evaluación de variedades y líneas avanzadas probadas bajo diferentes condiciones ambientales, lo que lleva a considerar únicamente el rendimiento promedio de los genotipos como una medida para su discriminación sin considerar si existe o no interacción genético-ambiental y menos aún si la variedad elegida es estable en su rendimiento al cultivársele en un rango considerable de ambientes.

La búsqueda de una técnica adecuada para la identificación de variedades estables influyó grandemente en las investigaciones realizadas por Plaisted y Peterson (1959), Finlay y Wilkinson (1963), Eberhart y Russell (1966) y Bucio (1966), de las que surgieron diferentes métodos, siendo el más adecuado y el más utilizado en la actualidad el propuesto por Eberhart y Russell (1966).

Eberhart y Russell (1966) ante la ineffectividad de la estratificación ambiental por lo impredecible de la variación ambiental y la necesidad de generar un modelo con los parámetros adecuados para probar el criterio de rango de variedades por estabilidad, realizaron el trabajo en el que proponen el siguiente modelo:

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

Donde:

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

U_i = Es la media de la i -ésima variedad en todos los ambientes

B_i = Es el coeficiente de regresión que mide la respuesta de la i -ésima variedad para ambientes variantes.

δ_{ij} = Es la desviación de regresión de la i -ésima variedad en el j -ésimo ambiente.

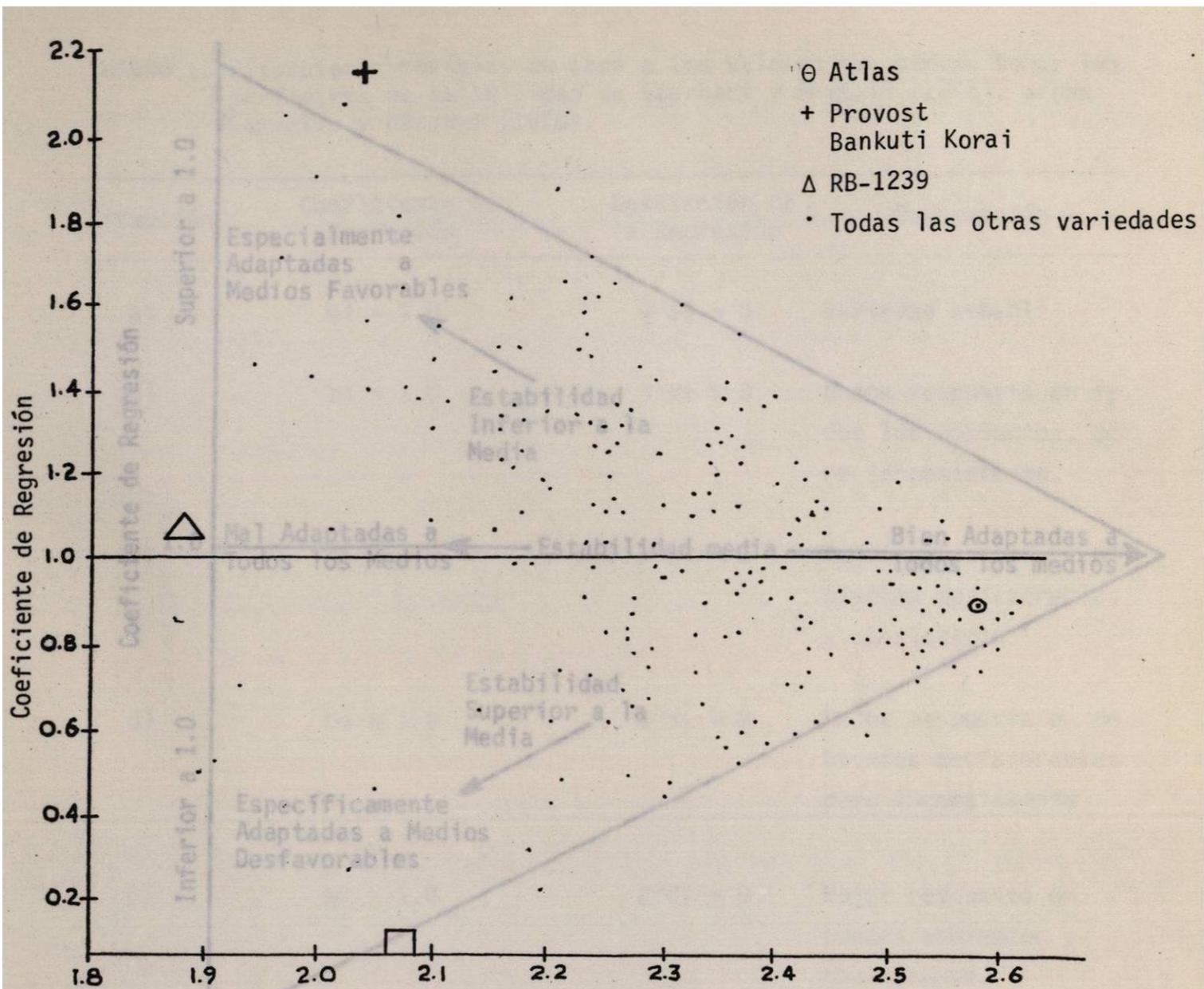
I_j = Es el índice ambiental obtenido de la media de todas las variedades en el j -ésimo ambiente.

Siendo B_i y δ_{ij} los parámetros de estabilidad generados, los cuales en una variedad estable toman valores de 1 y 0 respectivamente.

Finlay y Wilkinson (citados por Brauer, 1973) apoyándose en los conocimientos generados por Mather (1958) y colaboradores, son los primeros en trabajar con parámetros de estabilidad, y en su trabajo utilizan el rendimiento de 277 variedades de cebada como medida del ambiente, tomándolo como punto de comparación, evalúan el comportamiento de las variedades individuales, estimando la reacción de cada variedad en particular

y su estabilidad, mediante una regresión de productividad con respecto a la media general de todas las variedades. Con los resultados obtenidos construyeron una gráfica ubicando en el eje de las ordenadas los valores correspondientes a los coeficientes de regresión de cada variedad o línea y en el eje de las abscisas el rendimiento medio por variedad (Gráfica 1) de manera que cada variedad queda representada por un punto. De esta manera se obtiene una gráfica formada por un conjunto de puntos con la tendencia general de un triángulo isósceles cuya base apunta hacia el eje de las ordenadas y el vértice está hacia la derecha sobre la línea de regresión cuyo valor es uno; además, se representan las variedades más conocidas con una simbología diferente a las demás. Para una mejor interpretación de las características de cada variedad por su ubicación en la gráfica, se elabora una segunda gráfica en donde se hace mención del grado de adaptación de las variedades a los diferentes ambientes de acuerdo a su posición (Gráfica 2).

Carballo y Márquez (1970) basándose en los valores que pueden tomar los parámetros propuestos por Eberhart y Russell (Cuadro 1) y a fin de facilitar su interpretación, definen seis situaciones posibles que pueden presentar los genotipos al establecerlos en un conjunto de ambientes. Considerando estas situaciones, definen a la variedad que interactúa menos con el ambiente a aquella cuyo coeficiente de regresión es igual a uno y sus desviaciones de regresión son iguales a cero, además la definen como deseable si su rendimiento está por encima de la media general.



Rendimiento Medio por Variedad
(Long. gramos/parcela)

FIGURA 1. Gráfica que muestra la localización de las variedades de cebada de acuerdo a su rendimiento promedio en varios ambientes y el coeficiente de regresión que representa su estabilidad, tomado de Finlay y Wilkinson (1963).

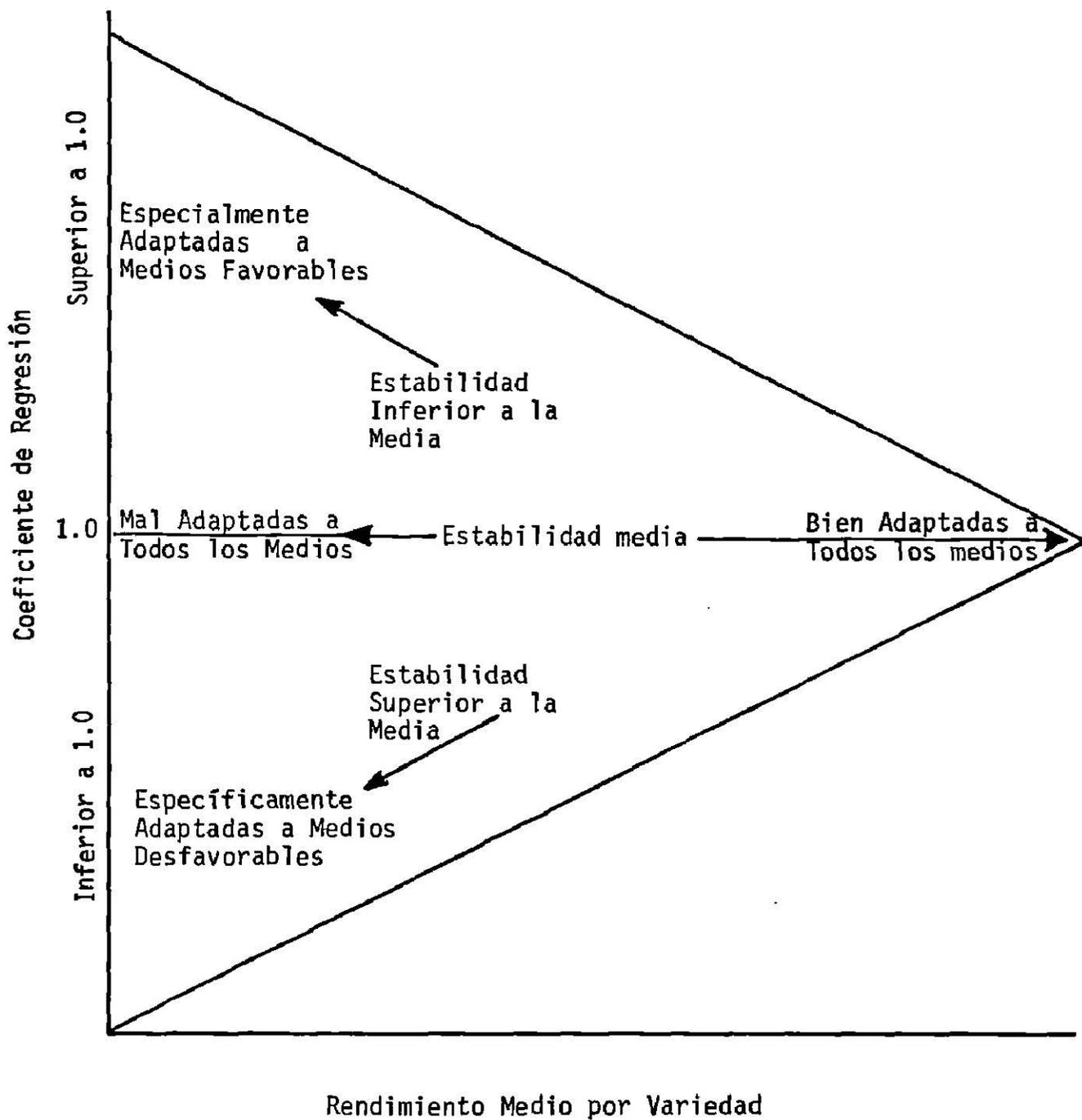


FIGURA 2. Interpretación del significado que tiene la localización de los puntos de la Figura 1 con respecto a la adaptación de las variedades a diferentes medios ambientes. Según Finlay y Wilkinson (1963). (Tomado de Brauer, 1973).

CUADRO 1. Situaciones posibles en base a los valores que pueden tomar los parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell (1966), según Carballo y Márquez (1970).

Situación	Coefficiente de Regresión	Desviación de la Regresión	Descripción
a)	$b_i = 1.0$	$\delta^2 d_i = 0$	Variedad estable
b)	$b_i = 1.0$	$\delta^2 d_i > 0$	Buena respuesta en <u>to</u> dos los ambientes, <u>pe</u> ro inconsistente.
c)	$b_i < 1.0$	$\delta^2 d_i = 0$	Mejor respuesta en <u>am</u> bientes desfavorables y consistente.
d)	$b_i < 1.0$	$\delta^2 d_i > 0$	Mejor respuesta en <u>am</u> bientes desfavorables pero inconsistente.
e)	$b_i > 1.0$	$\delta^2 d_i = 0$	Mejor respuesta en buenos ambientes y consistente.
f)	$b_i > 1.0$	$\delta^2 d_i > 0$	Mejor respuesta en buenos ambientes pero inconsistente

Bucio (1966) genera un modelo de regresión lineal trabajando con el promedio de altura de planta de dos líneas híbridas de Nicotiana rustica cultivadas en dos localidades inglesas por 16 años, el cual es utilizado para estimar los componentes de varianza genética, ambiental y de interacción de los mismos; el modelo generado es representado por la siguiente expresión:

$$Y = d + Be$$

Donde:

Y = Es la interacción genotipo-ambiente

d = Es el valor genético

B = Es el coeficiente de regresión

e = Es el efecto ambiental

En el análisis de las medias del conjunto de datos revela una relación lineal entre la interacción genotipo-ambiente y el efecto ambiental por lo que B puede tomar varias magnitudes diferentes; y de esta manera la medida de B indica el valor tomado por e y Y de la siguiente forma:

- 1) Si $B > 1$, el valor absoluto de $Y > e$
- 2) Si $B = 1$, el valor absoluto de $Y = e$
- 3) Si $B < 1$, el efecto de interacción de Y será menor que el efecto ambiental e , observándose una situación similar cuando B es negativo.
- 4) Si $B = 0$ pueden ocurrir dos cosas:
 - a). No existe interacción genotipo-ambiente ($Y=0$) y toda la variación es debida al ambiente.
 - b). $Y \neq 0$, pero la interacción genético ambiental no es función del ambiente.

Gómez (1983) sometió el modelo propuesto por Eberhart y Russell (1966) a un análisis estadístico, motivado por la utilización en el modelo de un índice ambiental (I_j), que es dependiente de la variable bajo estudio; y su uso es justificado por los autores por que:

"Es deseable un índice independiente de las variedades experimentales, obtenido de factores ambientales, tales como: lluvia, temperatura y fertilidad del suelo. El conocimiento actual de las relaciones entre tales factores y la producción no nos permite el cálculo de dicho índice, hasta que podamos medir tales factores de manera que formulemos una relación matemática con la producción, deberá satisfacernos la producción promedio de las variedades en un ambiente dado".

Sin embargo, ante la importancia que tiene el modelo en la investigación agrícola (ya que la validez del método, alcances del mismo, restricciones del modelo y opciones de análisis estadístico son una preocupación constante del investigador), el autor realiza este análisis estadístico y propone una metodología multivariada alternativa.

2.3. Estabilidad y algunos estudios relacionados con ella

En el modelo propuesto por Eberhart y Russell (1966) define los parámetros de estabilidad: Coeficiente de regresión y cuadrado medio de las desviaciones de regresión; los cuales sirven para la identificación de las mejores variedades por su rendimiento y estabilidad del mismo, cuando se les cultiva en diferentes condiciones ambientales, lo que permite seleccionar los genotipos mejor adaptados a las condiciones ambientales prevalecientes.

Esto ha hecho que este método sea el más utilizado para analizar estudios de este tipo, algunos de los cuales se mencionan a continuación:

Carballo y Márquez (1970) utilizando este modelo comparan el rendimiento de variedades e híbridos de maíz, formados con materiales de ensayos comunes en diferentes años y localidades en la Mesa Central y el Bajío mexicano. De sus resultados concluyen que:

- a) El método resultó efectivo por que permite al mejorador recomendar variedades para regiones específicas, determinadas por un rendimiento medio elevado, desviaciones de regresión cercanas o iguales a cero y un coeficiente de regresión igual a uno; si la región está sujeta a fluctuaciones predecibles e impredecibles, mayor que uno si la región presenta condiciones ambientales favorables más o menos constantes y menor que uno si las condiciones ambientales de la región son desfavorables.
- b) No encontraron correlación entre las medias varietales y los parámetros de estabilidad para los agrupamientos sembrados bajo riego, pero no así, para los experimentos bajo temporal en los que se encontró una correlación significativa y negativa entre el coeficiente de regresión y las desviaciones de regresión, indicativo de que las variedades bajo temporal responden consistentemente bien en condiciones favorables, pero bajo condiciones desfavorables la respuesta es baja y errática.

Palomo y Prado (1975) proporcionan un formato para el cálculo de los parámetros de estabilidad del modelo propuesto por Eberhart y Russell basado en un estudio sobre siete variedades de algodón efectuado en sue-

los con distintos grados de infestación por el hongo Verticillium dahliae K. y utilizando la clasificación de variedades hecha por Carballo (1970) de acuerdo a los valores que pueden tomar los parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell (1966), encontraron que la variedad Acala 5701 es por su coeficiente de regresión obtenido, sus desviaciones de regresión igual a cero y su alto rendimiento indican un rendimiento altamente consistente y predecible, lo que hace de ella una variedad deseable para cultivarse en suelos con problemas de este tipo.

Juárez (1977) al estudiar el efecto del número de ambientes (5, 10, 15 y 21) sobre el valor de los parámetros de estabilidad; encontró que con una evaluación de 10 ambientes de prueba pueden obtenerse resultados bastante confiables en la medida del rendimiento y en los parámetros de estabilidad; sin embargo, para una recomendación más precisa sobre este particular, deben explorarse entre 5 y 15 ambientes, ya que un número inferior a 5 tiene implicaciones de tipo estadístico en las pruebas de significancia de los coeficientes de regresión, mientras que un número mayor de 15 no representa ventaja adicional alguna, sino más bien problemas prácticos y económicos.

Morales (1982) evaluó en la región norte de Tamaulipas un grupo de híbridos experimentales y comerciales a nivel regional a fin de identificar materiales estables y de alto rendimiento; haciendo uso del modelo de Eberhart y Russell (1966), identificó cruzas triples iguales o superiores en cuanto a rendimiento de los materiales comerciales, y recomienda al híbrido experimental 12 y Pioneer 515 como materiales apropiados para la región, no sólo por su rendimiento y estabilidad, sino también por otras características como su resistencia al acame.

Gómez (1977) delimita áreas de cultivo del sorgo para grano en México, mediante el control de la interacción genotipo-ambiente, siguiendo dos estrategias:

- a) Selección de variedades que muestren un alto grado de estabilidad en comportamiento sobre un amplio rango de ambientes; para lo que hace uso del modelo propuesto por Eberhart y Russell (1966).
- b) Subdividiendo un área heterogénea en la cual las variedades están siendo evaluadas, en regiones más discretas, de tal manera que cada una de ellas tenga un ambiente homogéneo y sus variedades más idóneas; para lo cual hace uso de una técnica de agrupamiento similar a la de Abuo-El-Fittouh, Rawling y Miller (1969).

Concluyendo que la primer metodología resultó efectiva para la caracterización de variedades por estabilidad de rendimiento, al detectarse la ubicación de sorgos en las seis situaciones descritas por Carballo (1970) y de manera general los materiales adaptados a ambientes favorables fueron los más rendidores, y los que mostraron adaptación a todos los ambientes, tuvieron un rendimiento intermedio.

El autor opina que la clasificación por efectos fenotípicos equivale a clasificar por efectos ambientales directos, y haciendo uso de ella, identifica cuatro tipos de ambientes con condiciones ambientales diferentes que pueden definirse como:

- a) Muy favorables
- b) Favorables
- c) Desfavorables y
- d) Muy desfavorables

Chavez (1977) estudió la respuesta de un conjunto de genotipos de avena a varios ambientes con el fin de seleccionar las variedades apropiadas para zonas agrícolas específicas o bien para zonas que incluyen una amplia diversidad ambiental; para lograr esto, analiza tres aspectos de la interacción genotipo-ambiente:

- 1) Cambios ocurridos en el comportamiento en base a la media de rendimiento y sensibilidad a las variaciones ambientales de un conjunto de variedades seleccionadas en México, comparadas con genotipos introducidos.
- 2) Cambios en las estimaciones de la sensibilidad ambiental de los genotipos (coeficientes de regresión) haciendo variar el criterio de formación de grupos de ambientes en los que se evalúan las variedades.
- 3) Selección de genotipos adecuados a determinados niveles de respuesta ambiental para obtener óptimos rendimientos de grano.

El autor opina que de acuerdo con sus resultados, el bajo rendimiento observado en las líneas introducidas son un reflejo de su falta de adaptación, y como ejemplo de ello, podemos citar un ciclo tardío que en ocasiones obliga a efectuar la cosecha de estas variedades antes de que alcancen la madurez fisiológica, además de su sensibilidad a las enfermedades. Contrario a esto, los rendimientos medios superiores se encuentran en los materiales formados en México, indicativo de la existencia acumulada de genes tanto para rendimiento como para adaptación.

La selección de materiales bajo estudio resultó efectiva para el aumento de la media de los rendimientos, pero no para mejorar la estabili-

del autor considera que si se quiere mejorar la estabilidad en función de las desviaciones de regresión, el criterio de selección debe incluir la estimación de este parámetro. La alta correlación entre la media de rendimiento y la respuesta a los cambios ambientales puede reducirse por un muestreo no aleatorio de los ambientes, llegando al extremo de romper completamente esta correlación cuando los ambientes se agrupan por su similitud en la interacción genotipo-ambiente.

2.4. Importancia de las características varietales en la agricultura de Subsistencia

Márquez (1976) en su trabajo sobre la orientación socioeconómica del fitomejoramiento, opina que para el éxito de la investigación fitogenética (generación de progreso económico, social y agrícola) es necesario tomar en cuenta, desde el planteamiento de dicha investigación, las preferencias varietales de los agricultores a determinados cultivares, lo cual aunado a una tecnología acorde con el medio ecológico y social existente, determinará el que los agricultores de la zona adopten satisfactoriamente la tecnología generada. Y plantea que en un programa de investigación fitogenética para zonas de agricultura de subsistencia deben considerarse fundamentalmente los siguientes factores:

- a) Que el agricultor no está en condiciones de comprar semillas mejoradas.
- b) Que las variedades recomendadas posean gran adaptabilidad al medio (dentro de un área ecológica racionalmente definida).
- c) Que para el agricultor es más importante asegurar la cosecha año con año, aunque el rendimiento promedio no sea muy alto, que tener rendi

mientos excelentes en años buenos y rendimientos mediocres o nulos en años malos.

La variedad generada para el agricultor tradicionalista, cuya producción es para autoconsumo, debe superar el rendimiento de la variedad criolla que él ha sembrado siempre y además ofrecer las mismas características cualitativas de la variedad criolla que el agricultor está acostumbrado a disfrutar.

Guzmán (1984) realizó un estudio en la Subregión de Lomeríos Suaves del estado de Nuevo León y encontró que la siembra del frijol en esta zona es para autoconsumo y sólo se comercializan (en mercados locales) la producción excedente de los años buenos. Referente a las características varietales preferidas por los agricultores, menciona que el consumidor demanda preferentemente la variedad comercial Pinto Americano, por su grano grande, su crecimiento tipo "arbolito" (Tipo II, según la escala del Centro Internacional de Agricultura Tropical) que facilita las labores de cultivo y proporciona mayor rendimiento aún en años con condiciones desfavorables; siendo esta última característica una de las más importantes dada su finalidad de autoconsumo, además de su precocidad que asegura la cosecha en años con problemas de distribución de las lluvias y heladas tempranas.

Menciona además, que en la región se siembran otras variedades como: Bayo gordo, Flor de Mayo, etc. Estas variedades son preferidas en esta zona no por sus características varietales en sí, sino por estar adaptadas a la región, es decir, que año tras año se siembran por que siempre producen algo para el consumo.

Rodríguez (comunicación personal) haciendo uso de la información recabada en las colectas de materiales de frijol hechas en el sur del estado de Nuevo León, menciona que las características varietales preferidas por los agricultores de la región son:

- a) Hábito de crecimiento. Como la gran mayoría produce para el autoconsumo, prefieren variedades de hábito indeterminado. Estas variedades se siembran en asociación con maíz, bajo temporal en un período que va de Abril a Julio.

En los raros lotes de agricultura semi-comercial, se prefieren las variedades de hábito determinado y se siembran bajo riego en cultivo.

- b) Color de grano. Se prefieren las variedades de color claro, como los bayos, pintos, ojo de cabra, amarillos y se consumen en localidades muy definidas; los negros sólo se siembran y se consumen en los límites con el estado de Tamaulipas, de los blancos no se ha colectado ningún material.
- c) Tamaño y forma del grano. En cuanto a tamaño, se prefiere el mediano por la apariencia que presenta una vez cocido; y no existe una forma preferencial definida, ya que la preferencia hacia las variedades por parte de los agricultores de la región no es por sus características varietales, si no más bien porque las siembras de estas variedades en el lote del agricultor producen año tras año algo para el consumo.

2.5. Ensayos en campos de agricultores

Monares (1980) analizó la implementación de experimentos en campos de agricultores y determinó que la necesidad de este tipo de experimentos, es debida a varias causas: ineficiencia de los servicios estatales de extensión, la escaséz de crédito agrícola, falta de adecuación de las tecnologías recomendadas a las condiciones y recursos de los agricultores.

Además, explica que la importancia de ésto, estriba en que permite mejorar los sistemas de investigación agrícola de los países en desarrollo ya que en términos generales, tienen el propósito de probar componentes tecnológicos factibles bajo condiciones de manejo de los agricultores y desarrollar recomendaciones que mejoren los resultados a un costo que permita al agricultor elevar su ingreso neto.

Woolley (1984) realizó la evaluación agronómica de ensayos a nivel de finca y ofrece líneas guía para el diseño experimental, la selección de lotes y la obtención de datos; a fin de obtener un buen análisis de los diseños experimentales. De este trabajo se puede concluir:

- a) Que la elección del diseño experimental tiene una importancia primordial, ya que la selección del diseño adecuado a los objetivos de la experimentación, aunado a una correcta formulación de las hipótesis, conducen al planteamiento correcto del problema y generan recomendaciones eficientes para la situación real del agricultor.
- b) Respecto a la selección del lote remarca la importancia que tiene la selección de agricultores cuyas condiciones sociales, técnicas y económicas sean representativas de la zona en la que se recomendarán

Las soluciones encontradas al problema planteado (dominio de recomendación).

- c) Indica que vale la pena un análisis de varianza de los datos obtenidos, pero el análisis que dá mayor información es una sencilla inspección de los promedios y de las diferencias entre ellos, ya que la clave del éxito de un programa de investigación de este tipo, es tener a la mano los resultados de un año, tanto agrónomicos como económicos para planificar las actividades del año siguiente.
- d) Entre las consideraciones generales para la presentación de resultados destaca:
1. Que para los experimentos de estas características puede utilizarse un nivel de significancia de 10% o hasta el 20%, especialmente cuando se presentan datos con sólo dos repeticiones por finca, como parte de un ensayo manejado en varias de ellas.
 2. Los gráficos de adaptabilidad a través de localidades son una forma resumida e interpretable de presentar los datos obtenidos ya que en un gráfico de regresión lineal (según el método de Eberhart y Russell), pueden apreciarse diferencias en la reacción de las líneas en localidades muy favorecidas y poco favorecidas, a pesar de tener promedios muy similares.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización

El presente trabajo se desarrolló bajo el auspicio del PMMFyS-CIA-FAUANL, y la cooperación de los agricultores de tres localidades de las zonas bajas (0-700 msnm) de Nuevo León, durante el período Septiembre-Diciembre de 1985.

Como el presente experimento tiene la característica de ser un ensayo de rendimiento bajo el manejo de agricultores, para su establecimiento se buscó la cooperación de productores de las zonas bajas del estado de Nuevo León que decidieran establecer un lote comercial de frijol con alguno de los dos cultivares testigos (Selección #4 ó Pinto Americano) de nuestro estudio y que obviamente estuvieran dispuestos a colaborar con nosotros. Se encontraron tres agricultores con estas características, y sus nombres y localidades se mencionan y describen a continuación:

Cerralvo

En esta localidad se contó con la colaboración del Sr. Andrés Anzáldúa, quien el 3 de Septiembre sembró (en un lote de su propiedad) cuatro hectáreas con Selección #4, usando equipo agrícola de su propiedad y semilla proporcionada por el Programa de Frijol de la FAUANL.

El lote se encuentra cercano a la presa "El Nogalito" al NW de la población de Cerralvo, cuyas coordenadas geográficas son 26°05' de Latitud Norte y 99°37' de Longitud Oeste, y una altura de 345 m.s.n.m. El clima predominante es clasificado como BSo/1(h')w"i (García, 1973).

En los suelos de esta región se observa una marcada predominancia de los litosoles (de origen residual, poco desarrollados, en cuanto a profundidad, no exceden los 10 cm). En algunos casos, el suelo es un Xerosol lúvico o cálcico sobre una fase de caliche.

En cuanto a vegetación, existe una riqueza considerable que incluye desde selva baja subperenifolia hasta pastizal inducido; el matorral submontano predomina extensiblemente tanto por su cobertura como por el número de sitios en que se localiza.

General Terán, N.L.

En esta localidad, el experimento se estableció en el ejido "Las Anacuas" en la parcela particular del Sr. Manuel Garza, quien sembró (con equipo agrícola propiedad del ejido) 4.5 hectáreas del cultivar Selección #4 bajo condiciones de riego. Cabe mencionar que la siembra se hizo con una sembradora mecánica desprovista de rayadores, haciendo la apertura en el terreno para la colocación de la semilla con los "maches" de la sembradora. La semilla al igual que en Cerralvo, fue proporcionada por el Programa de Frijol de la FAUANL.

El ejido "Las Anacuas" se localiza al noreste de la población de General Terán, N.L.; sobre la carretera Montemorelos-China. Para una mejor ubicación, este lugar tiene las coordenadas geográficas 21°18' de Latitud Norte y 99°35' de Longitud Oeste, una altitud de 323 m.s.n.m. y el clima predominante es clasificado por García (1973) como $BS_1(h')hw''(e')$.

En general, los suelos que aquí predominan son los Vertisoles, que son profundos y de color oscuro. Sin embargo, la diversidad de asociaciones en que se encuentran hace necesario destacar la presencia de

otros tipos de suelo en asociaciones como son: Xerosoles háplicos con Rendzinas (asociaciones predominantes), Rendzinas con Litosol y Rendzinas con Regosol.

El tipo de vegetación dominante es el matorral submontano y matorral espinoso, también se encuentran algunos sitios con pastizales cultivados e inducidos, algunos mezquites y manchones pequeños de selva baja espinosa y selva baja caducifolia.

Para observar las diferencias en cuanto a precipitación y temperatura registradas durante el tiempo que estuvo establecido este ensayo, se anexa el Cuadro 2 con la información proporcionada por las estaciones meteorológicas (Cerralvo, Herreras y California) de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

Los Herrera, N.L.

El agricultor cooperante de esta localidad fue el Sr. Rogelio Benavides, que estableció un lote (terreno bajo arrendamiento, pagado en efectivo con un porcentaje de la venta del producto cosechado año con año) de 4.5 hectáreas del cultivar Pinto Americano en los terrenos de la "Hacienda Guadalupe", bajo condiciones de temporal. Los trabajos de preparación de la tierra, arroje de la humedad y siembra, se hicieron con equipo agrícola propiedad del agricultor.

La Hacienda Guadalupe, se encuentra en el noreste de la población de Los Herrera, N.L., a la que se llega por la carretera Cerralvo-Herreras. Para una mejor ubicación, Los Herrera tiene las coordenadas geográficas 25°55' Latitud Norte y 99°25' Longitud Oeste, una altitud de 231 m.s.n.m. y un clima predominante clasificado como Bso(h')hw"(e') por García (1973).

CUADRO 2. Precipitación y temperaturas registradas en las localidades de prueba durante el desarrollo del experimento.

Mes	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)	
	Máx.	Mín.	Media	Total	Máx. en 24 hr.
<u>CERRALVO</u>					
Agosto	40(9)	20.0	30.0	29.4	26(13)
Septiembre			29.1	50.6	25.7(6)
Octubre	39(28)	13.0	24.3	97.9	71.7(19)
Noviembre	37	7(21)	21.5	12.3	8.7(19)
Diciembre	31(5)	-0.9(24)	12.4	16.2	7.5(21)
<u>GENERAL TERAN *</u>					
Agosto	42	20.5(27)	30.6	51	31(28)
Septiembre	38.5(6)	15.5(30)	28.2	73	22(13)
Octubre	37(7)	10.5(31)	24.2	111	47(20)
Noviembre				12	
Diciembre				17	
<u>LOS HERRERA</u>					
Agosto	43(9)	22.5	25.4	94	42(13)
Septiembre	41	16(30)	3.0	42.1	36(29)
Octubre	38.5(18)	11	25.8	14.8	7(20)
Noviembre	38(13)	4(4)	22.4	234	1(28)
Diciembre	33(31)	-5(15)	14.3	12.6	6.8(21)

NOTA: () significa días en que ocurrió el evento.

(*) Datos tomados de la Estación Meteorológica "California", por ser la más próxima a Gral. Terán, N.L.

Los suelos predominantes en esta región son clasificados como Xerosoles (lúvicos, cálcicos y háplicos), los cuales tienen entre otras las siguientes características: Son de color claro o pardo oscuro en húmedo, migajón arcilloso (textura), bastante porosos. Siguen en importancia los Vertisoles crómicos y pélicos, generalmente limitados por una fase salina o sódica; son de textura arcillosa.

El matorral espinoso y el mezquital son los tipos de vegetación más característicos de la zona; se presentan en forma alternada sobre el suelo Vertisol o Xerosol. La existencia de grandes manchones de cenizo (Leucophyllum sp.) en algunas áreas, indica un alto grado de perturbación en el matorral pues esta especie se encuentra casi sola.

3.2. Materiales genéticos

Los cultivares utilizados fueron seleccionados en base a ensayos preliminares de adaptación realizados en Marín y otras localidades de Nuevo León, sobresaliendo entre un grupo numeroso de genotipos por su rendimiento económico y reunir los requisitos de aceptación del agricultor. El grupo está formado por 6 cultivares diferentes de frijol, de los cuales a continuación se hace una descripción general:

- a) Pinto Americano. Variedad comercial de gran popularidad en la zona de estudio por sus características varietales como su precocidad (90 días a madurez fisiológica), hábito de crecimiento tipo arbolito (Tipo II según la clasificación del Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT), tamaño de grano grande (peso de 100 semillas superior a 30 g) y de color crema con manchas cafés.

- b) Selección #4. Variedad comercial formada en el Programa de Frijol del PMMFyS, originada por selección individual en el cultivar Delicias-71. Este cultivar guarda las mismas características varietales que el Delicias-71, del cual se diferencia por su mayor capacidad de producción por unidad de superficie y semilla de menor tamaño.
- c) Delicias-71, Cultivar de semilla pequeña (peso de 100 semillas menor de 25 g) de color crema con manchas cafés, precoz, hábito de crecimiento tipo II (según la clasificación del CIAT), grano de forma arriñonada, con rendimientos máximos de hasta 1900 kg/ha bajo riego.
- d) LEF-1-RB. Cultivar introducido del Programa de Frijol de Río Bravo Tamaulipas, de hábito de crecimiento tipo II (según la clasificación del CIAT), semilla pequeña de color bayo y forma cilíndrica, requiere más de 100 días para alcanzar la madurez fisiológica y con rendimientos máximos de hasta 2785 kg/ha.
- e) Toche-440. Cultivar de grano grande del tipo ojo de cabra, hábito de crecimiento tipo II (según la clasificación del CIAT), requiere alrededor de 100 días para alcanzar su madurez fisiológica, con rendimientos máximos de 1600 kg/ha.
- f) Pinto Norteño. Cultivar introducido por el Programa de Frijol de la FAUANL por intercambio con el CIAGON-CAERIB de Río Bravo, Tamaulipas y también conocido como LEF-10-RB, requiere alrededor de 100 días para alcanzar la madurez fisiológica, de hábito de crecimiento tipo II (según la clasificación del CIAT), semilla pequeña de color crema con manchas café obscuro.

Cabe mencionar que de entre estos seis cultivares mencionados se tienen como testigos al Pinto Americano por ser la variedad comercial de mayor aceptación entre los agricultores de la región y a Selección #4 por ser la primera variedad comercial generada en la FAUANL y recién liberada en la región de estudio.

3.3. Diseño Experimental

Los seis cultivares antes mencionados se establecieron en dos repeticiones por localidad, bajo el diseño experimental bloques completos al azar.

Las parcelas experimentales fueron de 8 surcos de 10 m de largo (salvo la repetición II de Cerralvo, en la longitud de sus surcos fue de 8 m) y una distancia entre surcos variables de una localidad a otra (Cerralvo 85 cm, Los Herrera 73.6 cm y Gral. Terán 80 cm).

La parcela útil se formó eliminando los dos surcos orilleros y un metro de cabecera a ambos lados de la parcela experimental.

3.4. Desarrollo del Experimento

En este apartado se hace una descripción general del desarrollo de los experimentos en cada una de las localidades de prueba (desde las condiciones del terreno antes del establecimiento de este ensayo hasta la cosecha del mismo).

Cerralvo

El experimento se estableció en un lote de 4 ha, en el cual se acostumbra generalmente sembrar sorgo en el ciclo temprano y maíz o frijol

en el tardío. En el ciclo anterior (Marzo-Agosto de 1985) se sembró sorgo y como la producción de grano fue muy baja, se metieron animales al terreno. El lote fue rastreado y preparado para la siembra del frijol, por lo que al momento de la siembra se observaron escasos residuos de cosecha que no alcanzaron a ser incorporados al suelo.

La preparación del terreno para la siembra concluyó con el surcado y el levantamiento de los bordos necesarios para la realización de los riegos. El riego de presiembra se efectuó el día 28 de Agosto; la siembra del testigo para el agricultor: (Selección #4), se hizo en forma mecánica el 2 de Septiembre de 1985, una vez que la tierra dió "punto". La siembra de los cultivares restantes se efectuó al día siguiente (3 de Septiembre), en 8 surcos por repetición dejados sin sembrar por el agricultor (desalojando la cadena de los engranes que hacen moverse al plato dosificador de semilla en la sembradora). La siembra se hizo en forma manual, en el fondo del surco buscando la humedad con unos rayadores y cubriendo la semilla con tierra húmeda usando azadones.

En esta localidad ocurrió la particularidad de que la repetición I quedó ubicada al centro de lote del agricultor y la repetición II en la orilla de este. Además, en la repetición II tuvo que reducirse la longitud de sus parcelas experimentales en 2 metros y 0.5 m la separación entre ellas; que originalmente tenían las siguientes características: 8 surcos de 10 metros de longitud, separación entre surcos variable, dependiendo del agricultor (aquí fue de 85 cm) y separación entre parcelas experimentales de 1 metro.

Con el objeto de observar el desarrollo de los cultivares de la siembra a la cosecha, se hicieron visitas periódicas a ésta y a las demás lo-

calidades del ensayo, en las que se tomaron algunas anotaciones: Durante la primera visita, se observaron las parcelas experimentales aún en proceso de emergencia y algunos manchones de clorosis en el lote del agricultor que afectaba la parcela experimental de Delicias-71. Para las siguientes visitas, se observó la desaparición gradual de la clorosis, normalización de la emergencia; y en cuanto a plagas, malezas y enfermedades, puede decirse que el lote estuvo libre de ellas.

La cosecha de los materiales en esta localidad, se efectuó el 10 de Diciembre. Durante la cosecha se procedió primeramente a delimitar la parcela útil y antes de cosecharla se seleccionaron 20 plantas con competencia completa para cuantificar la variable rendimiento por planta; la parcela útil se cosechó cuantificando el número de plantas en ella, y se colocaron en bolsas de papel de 20 kg previamente identificadas con el número de parcela, genotipo, repetición y localidad. Los dos surcos orilleros y el metro de cabecera a ambos lados de la parcela experimental, se dejaron para el uso del agricultor a fin de que pudiera proporcionarnos posteriormente información sobre sus preferencias por alguno de los materiales probados.

General Terán, N.L.

Además del terreno ejidal, cada ejidatario cuenta con una parcela particular de 4.5 ha. Dependiendo de la situación reinante, el agricultor siembra en esta parcela el cultivo que cree más conveniente; en el ciclo temprano (Marzo-Agosto) se siembra maíz o sorgo, y en el tardío se cultiva frijol o se deja descansar la tierra, para sembrar trigo en invierno.

En esta localidad el experimento se estableció bajo condiciones de riego; la siembra se hizo el 9 de Septiembre de 1985 una vez que la tierra dió "punto", después del riego de presiembra para esta actividad, el agricultor utilizó una sembradora desprovista de rayadores, es decir, que sólo los machetes de la sembradora abrieron el terreno para la colocación de la semilla (el terreno una vez sembrado no cambió su apariencia superficial, y continuó estando plano como estaba antes de la siembra, los riegos se hicieron por inundación).

El lote experimental se sembró en forma manual y quedó ubicado al margen derecho del lote comercial sembrado un día antes por el agricultor. Las parcelas experimentales conservaron sus características pre-establecidas y la distancia entre surcos fue de 80 cm. Para la siembra y delimitación de las parcelas experimentales, el terreno fue surcado en forma mecánica por el agricultor y la siembra de los materiales se hizo en forma manual con rayadores y azadones en el fondo del surco.

Las visitas se hicieron con la misma frecuencia que a las otras dos localidades; el desarrollo del experimento no fue tan uniforme en un principio como lo fue en Cerralvo y Los Herrera, aparentemente la profundidad de siembra y el tipo de suelo afectaron la velocidad de emergencia. Con el tiempo las densidades de población se uniformizaron y se tuvo oportunidad de apreciar la diferencia en cuanto a precocidad entre los materiales, empezando por el Pinto Americano y terminando con LEF-1-RB. El lote estuvo libre de malezas, las enfermedades (secadera) estuvieron presentes con baja incidencia.

La parcela experimental de Pinto Americano se vió afectada en cuanto a densidad de población (hasta un 40%) por fallas producidas por hongos

del suelo (pudrición).

La cosecha se efectuó el 14 de Diciembre y en general, el material colectado fue bastante abundante. Para la cosecha se procedió en igual forma que en Cerralvo: Delimitación de la parcela útil, elección de 20 plantas con competencia completa y cosecha de la parcela útil contando el número total de plantas cosechadas.

Los Herrera, N.L.

El agricultor no es propietario de las tierras que trabaja, pero año con año acostumbra sembrar sorgo en el ciclo temprano y maíz ó frijol en el tardío; en esta ocasión, al ocurrir una lluvia de más de 2" (todas las unidades de manejo del cultivo son en el sistema inglés) el día 29 de Agosto, arropó la humedad con un rastreo el día 2 de Septiembre y sembró el día 4 del mismo mes.

El experimento se estableció bajo condiciones de temporal y quedó ubicado en la "Hacienda Guadalupe" de los Herrera, N.L. Las parcelas experimentales se ubicaron en 8 surcos de 154 m de longitud, dejados sin sembrar por el agricultor. Una vez delimitadas las parcelas, se procedió a sembrar en forma manual buscando la humedad del fondo del surco con un rayador, depositando la semilla y cubriendola de inmediato con tierra húmeda utilizando un azadón. Las parcelas experimentales conservaron sus magnitudes y características preestablecidas; la distancia entre surcos fue de 29" (73.6 cm).

Por ser las localidades más próximas del ensayo, después de visitar Cerralvo, nos trasladabamos a Los Herreras (Hda. Guadalupe), y en esta

localidad podemos decir que desde un principio se observaron problemas, ya que aunque la emergencia fue uniforme en todas las parcelas, en todas ellas se observaron también plántulas secas con perforaciones a la altura del cuello, mostrando el lugar de entrada de una larva que se alimentaba de la médula del tallo, las plántulas secas daban la apariencia de haber sido atacadas por secadera.

La parcela de la repetición II de LEF-1-RB tuvo un rendimiento cero, debido a que después del ataque de la larva, fue atacada por un herbívoro (liebre) posiblemente por ser el genotipo más tardío, ya que sólo este genotipo fue atacado.

El material cosechado (2 de Diciembre de 1985) fue bastante raquíptico debido a la falta de humedad durante las últimas dos terceras partes del ciclo y al ataque de las plagas. A pesar de las condiciones impo-rantes, el Pinto Americano fue el único cultivar que alcanzó las 200 plantas por parcela útil. Selección #4 y Delicias-71 que sobrepasaron las 100 plantas por parcela útil en la repetición I, mostraron rendimientos cero, en la repetición II.

En un principio, se contemplaba la siembra del experimento en una localidad más, pero la falta de agricultores cooperantes que reunieran las características de este ensayo, no lo permitió. Como puede observarse en la Figura 3, los municipios donde se encuentran establecidos los experimentos, están ubicados cada uno en una región fisiográfica diferente de las tres que atraviesan al estado de Nuevo León, lo que asegura que los experimentos se encuentran establecidos en condiciones ambientales naturales diferentes.

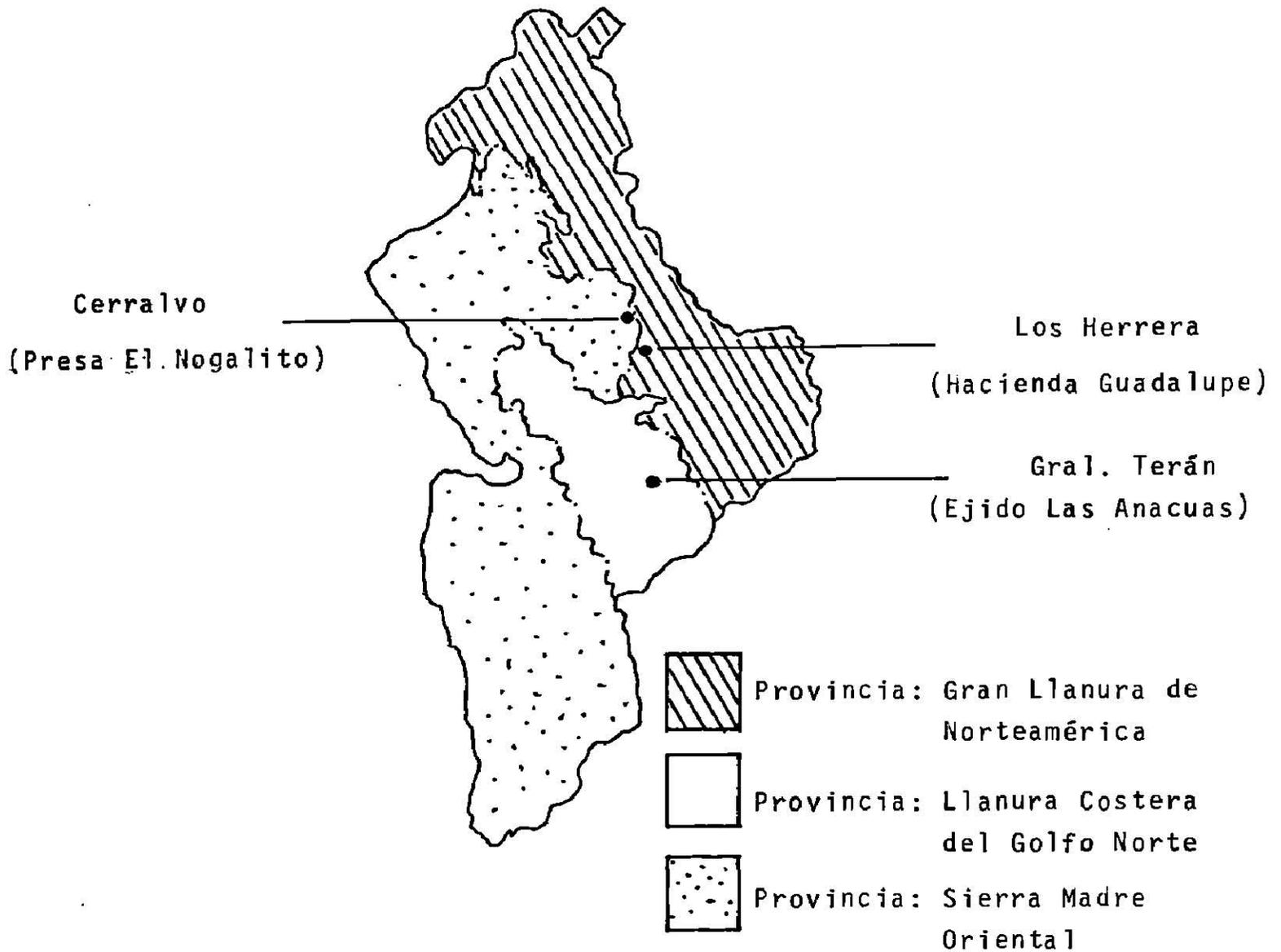


FIGURA 3. Regiones fisiográficas del Estado de Nuevo León y ubicación de las localidades de prueba. Tomado de la Síntesis Geográfica de Nuevo León (1981).

- c) Peso de 100 semillas. Se contaron 100 semillas de cada parcela útil y se obtuvo su peso en gramos.
5. Tiempo de cocción. Fue el tiempo que tardó el grano en cocerse, a partir de agua hirviendo hasta el desprendimiento de la testa o rompimiento de la semilla (cocimiento normal), todo esto a presión atmosférica.
6. Gusto del agricultor. Se refiere a las opiniones del agricultor a favor o en contra del comportamiento de los cultivos en cuanto a:
- a) Crecimiento
 - b) Sanidad
 - c) Tamaño y color de la semilla

3.6. Análisis de la Información

El análisis estadístico de este ensayo está conformado por dos partes: Un análisis de varianza individual y combinado y otro para estimar los parámetros de estabilidad.

El análisis de varianza individual se utiliza para determinar las diferencias entre las variedades en la localidad considerada. El análisis combinado de experimentos está basado en el análisis individual para experimentos con diseño experimental común; en nuestro caso es un bloques al azar en 3 localidades, con 2 repeticiones por localidad. Lo que hace un total de 6 repeticiones, analizadas por el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + B_j(F_i) + T_k + (FT)_{ik} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Valor del carácter Y en la ijk -ésima parcela.

μ = Media poblacional.

F_i = Efecto de la i -ésima finca (localidad)

$B_j(F_i)$ = Efecto de la interacción del j -ésimo bloque en la i -ésima finca.

T_k = Efecto del k -ésimo tratamiento (genotipo)

$(FT)_{ik}$ = Efecto del k -ésimo tratamiento en la i -ésima finca

E_{ijk} = Residual para la ijk -ésima observación.

Eberhart y Russell (1966) proponen a la regresión de cada variedad en un experimento sobre un índice ambiental y a los cuadrados de desviación para esta regresión como los estimadores de parámetros de estabilidad. Los cuales son definidos mediante el siguiente modelo:

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

Donde:

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

μ_i = Es la media de la i -ésima variedad en todos los ambientes.

B_i = Es el coeficiente de regresión que mide la respuesta de la i -ésima variedad en todos los ambientes variables.

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

I_j = Índice ambiental obtenido con la media de todas las variedades en el j -ésimo ambiente, menos la media general. De manera que:

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

$$y : \sum_i I_j = 0$$

Para que la información proporcionada por los parámetros de estabilidad sea útil, las variedades deben crecer en un número adecuado de ambientes cubriendo el rango total de posibles condiciones ambientales. El primer parámetro de estabilidad (B_i) es un coeficiente de regresión estimado por \hat{b}_i , en la forma siguiente:

$$\hat{b}_i = \frac{\sum_j Y_{ij} I_j}{\sum_j I_j^2}$$

El segundo parámetro (δ_{ij}) es estimado por:

$$S^2_{di} = \sum_j \delta_{ij}^2 / (n-2) - S_e^2/r$$

Donde:

S_e^2/r , es el estimador del error conjunto, es decir, la varianza de la media de una variedad en el ambiente j .

r , es el promedio de las repeticiones de los distintos experimentos ($r = \sum_j r_j / n$).

La sumatoria ($\sum_i \hat{\delta}_{ij}^2$) se calcula mediante la fórmula:

$$\sum_i \hat{\delta}_{ij}^2 = \left(\sum_j Y_{ij}^2 - \frac{Y_{i.}^2}{n} \right) - \left(\sum_j Y_{ij} I_j \right)^2 / \sum_j I_j$$

El modelo divide la interacción genotipo-ambiente de cada variedad en dos partes:

1. La varianza debida a la respuesta de la variedad a los diferentes índices ambientales (suma de cuadrados de regresión).
2. Las desviaciones de regresión sobre el índice ambiental.

El análisis de varianza propuesto por Eberhart y Russell (1966) mostrado en el Cuadro 3, involucra las pruebas de significancia para las hipótesis siguientes:

- a) La significancia de la diferencia entre medias varietales ($H_0: V_1 = V_2 = \dots = V_r$) se puede probar mediante la prueba de F.

Donde:

$$F = CM_1 / CM_3$$

Para la significancia de las comparaciones de medias varietales hechas en el presente estudio, se utilizaron las pruebas de rango múltiple propuestas por Student-Newman y Kewls

(SNK), a un nivel de probabilidad de error de 0.10 (10%).

- b) La hipótesis de que no existen diferencias genéticas entre variedades, para su regresión sobre los índices ambientales ($H_0: B_1 = B_2 = \dots B_v$) se prueba mediante la prueba de F.

Donde:

$$F = CM_2 / CM_3$$

- c) Para probar la hipótesis de que cualquier coeficiente de regresión no difiere de la unidad ($B_i = 1.0$ donde $i=1,2, \dots, v$) puede hacerse mediante una prueba de T.

Donde:

$$t = \frac{\hat{b}_i - 1}{S\hat{b}_i}$$

$$\text{siendo } S^2\hat{b}_i = \frac{\sum_j \hat{\delta}_{ij}^2 / (n-2)}{\sum_j I^2_j}$$

- d) Una prueba aproximada de las desviaciones de regresión de cada variedad, se obtiene mediante la prueba de F.

Donde:

$$F = (\sum_j \delta_{ij}^2 / n-2) / \text{error conjunto}$$

Las pruebas son aproximadas por que no se utiliza un índice ambiental independiente.

Acorde con Eberhart y Russell (1966), para el presente estudio los cultivares deseables son aquellos que tengan un

coeficiente de regresión igual a uno (genotipo estable en cualquier ambiente), desviaciones de regresión igual o próxima a cero (denota consistencia en el carácter estudiado) y un rendimiento promedio sobre la media general de todos los cultivos probados.

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

	F.V.	G.L.	S.C.	C.M.
Total		nv-1	$\sum_i \sum_j Y_{ij}^2 - Fc$	
Variedades		v-1	$1/n \sum_i Y_i^2 - Fc$	CM ₁
Medios Ambientes (E)		n-1		
		v(n-1)	$\sum_j \sum_i Y_{ij}^2 - \sum_i Y_i^2 / n$	
E x V		(v-1)(n-1)		
Medios Ambientes (lineal)		1	$1/v (\sum_j Y_{ij} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
V x E (lineal)		v-1	$\sum_i \sum_j Y_{ij} I_j^2 / \sum_j I_j^2 - SC \text{ medio ambiente (Lineal)}$	CM ₂
Desviación Conjunta		v(n-2)	$\sum_j \sum_i \delta_{ij}^2$	CM ₃
Variedad 1		n-2	$\sum_j Y_{ij}^2 - \frac{(Y_{.j})^2}{n}$	
Variedad 2		n-2	$(\sum_j Y_{ij} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
.		.	.	
.		.	.	
Variedad v		n-2	$\sum_j Y_{vj}^2 - \frac{(Y_{.j})^2}{n}$	
Error Conjunto		n(r-1)(v-1)	$(\sum_j Y_{vj} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	CM ₄

4. RESULTADOS

4.1. Rendimiento de grano

4.1.1. Análisis combinado.

Los resultados obtenidos para la variable rendimiento de grano pueden observarse en el análisis de varianza combinado mostrado en el Cuadro 4.

CUADRO 4. Análisis de varianza combinado para rendimiento de grano en 6 cultivares de frijol evaluados en 3 localidades de Nuevo León (1985).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. cal.	F tab
Localidad	2	16.4639	8.2319	0.0663	
Cultivar	5	1.9368	0.3873	0.1567 NS	9.0
Cult x Loc	10	4.4652	0.4465	0.1807 NS	9.0
Error combinado	15		2.4709		

En éste, puede apreciarse una diferencia no significativa a una probabilidad de error del 10%, lo que implica que los cultivares son estadísticamente iguales entre sí y no se registró interacción genético-ambiental para esta variable en particular.

4.1.2. Análisis por localidad

Los resultados para la variable rendimiento por parcela útil en cada ambiente de prueba, se observan en los análisis

de varianza individual del Cuadro 5.

CUADRO 5. Análisis de varianza por localidad, para la variable rendimiento por parcela útil del experimento "Estabilidad y rendimiento de cultivares sobresalientes de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en tres localidades de las zonas bajas de Nuevo León".

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.cal	F.tab
<u>LOS HERRERA:</u>					
Bloques	1	0.2168	0.2168	7.108*	4.06
Cultivares	5	0.2904	0.058	1.904NS	3.45
Error	5	0.1527	0.0305		
$C.V. = \frac{CME}{\bar{X}} \times 100 = 74.39\%$					
<u>CERRALVO:</u>					
Bloques	1	8.3968	8.3968	4.3 *	4.06
Cultivares	5	23.8105	4.7621	2.2 NS	3.45
Error	5	10.7158	2.1431		
$C.V. = \frac{CME}{\bar{X}} \times 100 = 42.56\%$					
<u>GENERAL TERAN:</u>					
Bloques	1	0.1912	0.1912	0.6526NS	4.06
Cultivares	5	1.5416	0.3082	1.0528NS	3.45
Error	5	1.4639	0.2928		
$C.V. = \frac{CME}{\bar{X}} \times 100 = 50.27\%$					

En este cuadro puede apreciarse la diferencia no significativa entre cultivares, lo que hace inferir una igualdad en-

tre los materiales, además, puede observarse una diferencia significativa entre bloques y un alto coeficiente de variación.

4.1.3. Parámetros de estabilidad

Siguiendo la metodología descrita por Palomo y Prado (1975) para el cálculo de los parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell (1966), la cual se inicia con la concentración de rendimientos promedio de cada variedad en las localidades de prueba (Cuadro 6), se obtuvo el análisis de varianza mostrado en el Cuadro 7. En éste, se aprecia la diferencia significativa entre variedades (al 10%) y para la interacción lineal cultivar x ambiente (al 10, 5 y 1%). Esto obliga a elaborar una comparación de medias (Cuadro 8), obteniéndose una marcada superioridad, en rendimiento promedio por parcela útil, de los cultivares TOCHE-440, Selección #4 y Pinto Norteño (los valores van de 2.06 a 1.26) con respecto al Delicias-71, cuyo valor es de 0.86 kg/parcela útil.

En función de la significancia estadística observada para la interacción cultivar x ambiente (lineal), se obtuvieron los valores estimados del coeficiente de regresión y de la desviación de regresión para cada uno de los cultivares (Cuadro 9). De acuerdo con esta información y en base a los valores tomados por el coeficiente de regresión, se forman las siguientes agrupaciones:

- a) Grupo de cultivares con un coeficiente de regresión igual

CUADRO 6. Concentración de rendimientos varietales en kg/parcela útil obtenidos en cada localidad de prueba para la estimación de los parámetros de estabilidad propuestos por Eberhart y Russell (1966).

Tratamientos	Localidades			Yi.	Yi.
	Gral. Terán	Cerralvo	Herrerías		
Selección #4	1.6837	4.1435	0.2485	6.0757	2.0252
LEF-1-RB	1.0015	2.8500	0.0600	3.9115	1.3038
Delicias-71	1.2055	1.1400	0.2605	2.6060	0.8687
Toche-440	0.6227	5.3497	0.2175	6.1899	2.0633
P. Americano	0.6962	2.5535	0.5367	3.7864	1.2621
P. Norteño	1.2475	4.5972	0.1552	5.9999	1.9999
Y.j	16.4571	20.6339	1.4784	28.5694	
Y.j	1.0761	3.4389	0.2464		
Ij	-0.511	1.852	-1.341		

CUADRO 7. Análisis de varianza para estimar los parámetros de estabilidad del carácter rendimiento de grano (kg/parcela útil).

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calc.	10%	5%	1%
Total	15	45.372					
Var (v)	5	3.8735	0.7747	3.6255*	3.45	5.05	10.37
Amb (a)	2	32.9279					
V x A	9						
Amb (Lineal)	1	0.9148	0.9148				
V x A (lineal)	5	40.7901	8.158	38.1785**			
Des. Conj.	5	1.0684	0.21368	0.779			
Var. 1	1	0.1023	0.1023	0.373			
Var. 2	1	0.0292	0.0292	0.106			
Var. 3	1	0.3177	0.3177	1.159			
Var. 4	1	0.5344	0.5344	1.949			
Var. 5	1	0.0823	0.0823	0.300			
Var. 6	1	0.0025	0.0025	0.009			
Error Conj.	10		0.2741				

CUADRO 8. Comparación de medias para rendimiento de grano promedio (kg/parcela útil) de los cultivares evaluados en el ensayo "Estabilidad y rendimiento de cultivares sobresalientes de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en tres localidades de las Zonas Bajas de Nuevo León".

g/le	N.S.	No. de trats.	2	3	4	5	6
10	.10	Rango	2.563	3.27	3.704	4.018	4.264
		Estandarizado					
		Sy =	0.2137	0.2137	0.2137	0.2137	0.2137
Valor crítico			0.5477	0.6987	0.7915	0.8586	0.9103

Genotipo	Rendto/parcela (\bar{X})
Toche-440	2.06 a
Selección #4	2.02 a
P. Norteño	1.99 a
LEF-1-RB	1.30 a
P. Americano	1.26 b
Delicias-71	0.86 b

CUADRO 9. Rendimiento varietal promedio de las tres localidades probadas, parámetros de estabilidad y clasificación de acuerdo a Carballo y Márquez (1970).

Variedades	Rendimiento Promedio	\hat{b}_i	\hat{S}^2_{di}	Clasificación
Toche-440	2.063	1.6937 *	0.2603	e
Selección #4	2.025	1.11812	-0.1718	a
Pinto Norteño	1.999	1.3969 *	-0.2716	e
LEF-1-RB	1.3031	0.8536 *	-0.2521	c
Pinto Americano	1.262	0.6656 *	-0.1918	c
Delicias-71	0.868	0.2088 *	0.0436	c

(*) Coeficientes de regresión que difieren de 1 en base a una prueba de "t".

NOTA: Todos los cultivares tienen un $S^2_{di} = 0$.

a uno ($\hat{b}_i = 1$) y desviaciones de regresión igual a cero ($\hat{S}^2_{di} = 0$), representado en este ensayo por el testigo Selección #4.

b) Grupo de cultivares con un $\hat{b}_i < 1$ y $\hat{S}^2_{di} = 0$, representado en este estudio por los cultivares Pinto Americano, LEF-1-RB t Delicias-71.

c). Grupo de cultivares con un $\hat{b}_i > 1$ y $\hat{S}^2_{di} = 0$ representado en este ensayo por los cultivares TOCHE-440 y Pinto Norteño.

En este mismo cuadro, puede apreciarse que al aceptarse la hipótesis nula (H_0 : Todas las desviaciones de regresión son iguales a cero), los tres grupos antes mencionados, se clasifican de acuerdo a Carballo y Márquez (1970) en las tres siguientes clases: a) Cultivar estable y consistente; b) Cultivar consistente y con mejor respuesta a ambientes desfavorables y c) Cultivar consistente y adaptado a ambientes favorables.

Para una mejor apreciación de lo anterior, en las Figuras 4 y 5, puede observarse la tendencia en el comportamiento de los cultivares al graficar sus líneas de regresión, usando los estimadores de los parámetros μ_i y B_i mediante la ecuación.

$$\hat{Y}_{ij} = X_j + b_i I_j$$

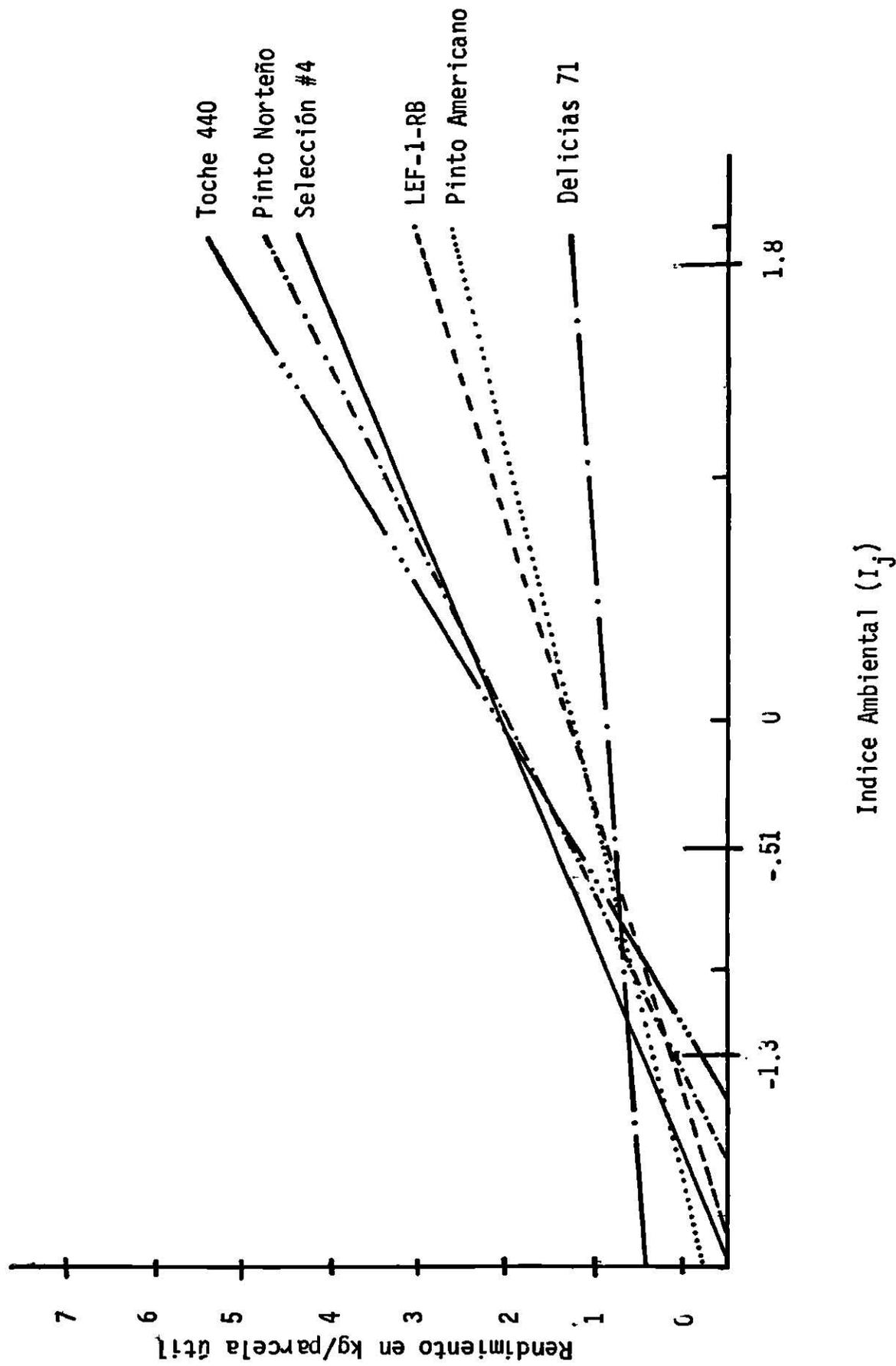


FIGURA 4. Tendencia del comportamiento de los cultivares probados al graficar sus líneas de regresión usando los estimadores de los parámetros M_i (kg/parcela útil) y B_i .

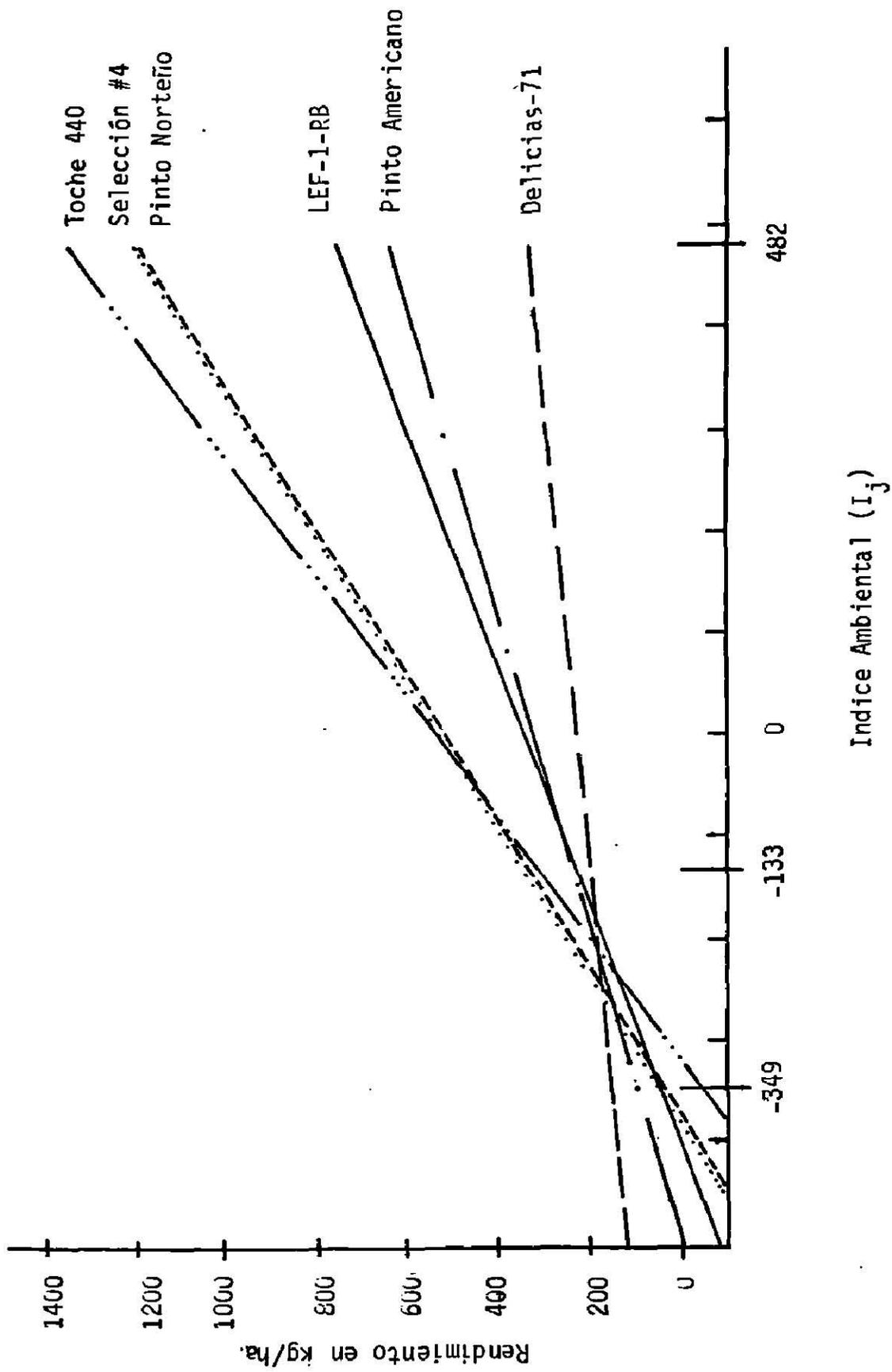


FIGURA 5. Tendencia del comportamiento de los cultivares probados al graficar sus líneas de regresión usando los estimadores de los parámetros M_i (kg/ha) y B_i .

Donde:

Y_{ij} = Valor esperado de la variedad i en el ambiente j

\bar{X}_i = Promedio de la i -ésima variedad

b_i = Coeficiente de regresión de la i -ésima variedad.

I_j = Índice ambiental.

4.2. Rendimiento individual y sus componentes

4.2.1. Análisis por localidad.

El análisis estadístico para cada una de las variables medidas, permite cuantificar el comportamiento de los genotipos de cada ambiente de prueba; por lo que a continuación se citan los resultados obtenidos para las variables cuantificadas.

- a) Rendimiento por planta. De acuerdo con la información del Cuadro 10, el análisis de varianza de Cerralvo muestra una diferencia significativa entre variedades y al realizar la comparación de medias se encontró que los cultivares TOCHE-440 y Selección #4 (19.23 y 15.28 g/pta) respectivamente son superiores a los demás genotipos (de 11.05 a 9.64 g/pta.). El análisis para General Terán, denota igualmente diferencia significativa entre variedades y en la comparación de medias resultan superiores Selección#4, Pinto Americano, TOCHE-440 y Pinto Norteño (cuyos valores van de 9.8 a 8.63 g/pta) sobre Delicias 71 (7.46 g/pta) y LEF-1-RB (5.87 g/pta). Para Los Herre

CUADRO 10. Análisis de varianza y comparación de medias (por SNK al 10% de probabilidad de error) para la variable rendimiento por planta.

F.V.	G.L.	C.M.	F.ca1.	Cultivar	Comparación de Medias g/planta
<u>General Terán:</u>					
Bloques	1	0.2552	0.5176 NS	Selección #4	9.885 a
Cultivares	5	3.9855	8.08 **	P. Americano	9.135 a b
Error	5	0.4930		Toche-440	8.96 a b
				P. Norteño	8.63 a b
				Delicias-71	7.465 b
				LEF-1-RB	5.875 c
<u>Cerralvo:</u>					
Bloques	1	66.50	14.06 ***	Toche-440	19.23 a
Cultivares	5	27.46	5.8 *	Selección #4	15.28 a b
Error	5	4.727		P. Americano	11.05 b
				P. Norteño	10.89 b
				LEF-1-RB	10.68 b
				Delicias-71	9.64 b

Los Herrera:

En esta localidad no se obtuvieron suficientes plantas para cuantificar esta variable.

ra (Hda. Guadalupe) no pudo efectuarse el análisis de esta variable debido a la falta de plantas con competencia completa en la parcela útil (incluso Selección #4, LEF-1-RB, Delicias 71 y TOCHE-440) registran rendimientos cero en la repetición II.

- b) Para el carácter vinas por planta (Cuadro 11), el análisis de varianza de Cerralvo y Gral. Terán, muestran diferencias significativas entre variedades y al efectuar la comparación de medias, para Cerralvo sobresale Selección #4 (19.7 vainas/pta) y en Gral. Terán, sobresalen además de este genotipo (con 11.7 vainas/pta) el Pinto Americano y Pinto Norteño con 9.96 y 10.95 vainas/pta respectivamente. El análisis de varianza para Los Herrera, no muestra significancia entre variedades pero sí entre bloques, debido al rendimiento cero en 4 genotipos de la repetición III.
- c) Para la variable semillas por vaina (Cuadro 12), sólo el análisis de varianza de Cerralvo denota diferencia significativa entre variedades y en la comparación de medias, puede apreciarse que los genotipos LEF-1-RB, Delicias 71 TOCHE-440, Pinto Norteño y Selección #4 (con valores de 5.57 a 4.67 semillas/vaina), son superiores a Pinto Americano (3.55 semillas/vaina).
- d) Para la variable peso de 100 semillas (Cuadro 13), el análisis de varianza para Cerralvo y Gral. Terán, muestran di

CUADRO 11. Análisis de varianza y comparación de medias (por SNK al 10% de probabilidad de error) para la variable vainas por planta.

F.V.	G.L.	C.M.	F.cal.	Cultivar	Comparación de medias
<u>General Terán:</u>					
Bloques	1	0.6487	1.295 NS	Selección #4	11.725 a
Cultivares	5	4.0673	8.122 **	P. Norteño	10.95 a b
Error	5	0.5007		P. Americano	9.95 a b
				LEF-1-RB	9.44 b c
				Delicias-71	8.96 b c
				Toche-440	7.73 c
<u>Cerralvo:</u>					
Bloques	1	49.369	10.77 **	Selección #4	19.7 a
Cultivares	5	22.09	4.82 *	Toche-440	13.3 b
				P. Norteño	13.22 b
				LEF-1-RB	12.32 b
				Delicias-71	11.25 b
Error	5	4.58		P. Americano	10.27 b
<u>Los Herrera:</u>					
Bloques	1	33.2	16.02 *		
Cultivares	5	1.97	0.866 NS		
Error	5	2.07			

CUADRO 12. Análisis de varianza y comparación de medias (por SNK a 10% de probabilidad de error) para la variable semillas por vaina.

F.V.	G.L.	C.M.	F. cal.	Cultivar	Comparación de medias
<u>Gral. Terán:</u>					
Bloques	1	0.2581	0.7663 NS		
Cultivares	5	0.6869	2.039 NS		
Error	5	0.3368			
<u>Cerralvo:</u>					
Bloques	1	0.755	3.75 NS	LEF-1-RB	a
Cultivares	5	0.9382	4.66 *	Delicias-71	a
				Toche-440	a
				P. Norteño	a
				Selección #4	a
				P. Americano	b
<u>Los Herrera:</u>					
Bloques	1	35.707	17.43 **		
Cultivares	5	0.5869	0.2865 NS		
Error	5	2.0481			

CUADRO 13. Análisis de varianza y comparación de medias (por SNK al 10% de probabilidad de error) para la variable peso de 100 semillas, expresado en gramos.

F.V.	G.L.	C.M.	F. cal.	Comparación de medias	
				Cultivar	
<u>General Jerán:</u>					
Bloques	1	9.72	1.79 NS	P. Americano	30.1 a
Cultivares	5	72.57	13.36 **	Toche-440	30.0 a
Error	5	5.43		Selección #4	21.5 b
				Delicias-71	20.25 b
				P. Norteño	18.50 b
				LEF-1-RB	15.75 b
<u>Cerralvo:</u>					
Bloques	1	0.0208	0.044 NS	P. Americano	35.75 a
Cultivares	5	126.97	269.74 ***	Toche-440	32.50 b
				Selección #4	20.0 b
Error	5	0.4708		P. Norteño	20.0 c
				Delicias-71	19.25 c
				LEF-1-RB	16.75 d
<u>Los Herrera:</u>					
Bloques	1	602.8	10.99 *		
Cultivares	5	151.63	2.568 NS		
Error	5	59.03			

ferencia significativa entre variedades, sobresaliendo en ambas localidades los cultivares Pinto Americano (37.5 y 30.1 g) y TOCHE-440 (32.5 y 30.1 g) sobre los genotipos restantes. Para los Herrera, el análisis de varianza no denota diferencia significativa entre variedades y sí una diferencia significativa entre bloques.

4.2.2. Características cualitativas observadas

En este estudio se midieron solamente dos variables de este tipo: el tiempo de cocción y los gustos del agricultor.

- a) Tiempo de cocción. Para esta característica, se observó que los granos cocidos aumenta de tamaño y pierden la coloración original (Pinto y Ojo de Cabra) por una coloración uniforme. Los tiempos de cocción requeridos por cada cultivar fueron: 73 min. para Pinto Norteño, 75 min para LEF-1-RB, 50 min para Selección #4, 105 min para Delicias 71, 120 min, para Pinto Americano. y 135 min para TOCHE-440.
- b) Gustos del agricultor. Las opiniones de los agricultores con respecto a los materiales probados, fueron en general bastante halagadores, sobre todo para el Selección #4 en Gral. Terán y Cerralvo por la gran cantidad de vainas por planta, la longitud de las mismas y la arquitectura de la planta. En especial, el Sr. Manuel Garza opinó que los materiales se comportaron estupendamente, pero que los bayos (LEF-1-RB) deben sembrarse antes por

ser más tardíos que los pintos; además, le extrañó no encontrar entre los genotipos probados, el cultivar Flor de Mayo, por ser muy apreciado en la región.

El Sr. Rogelio Benavides, de los Herreras no expresó ningún comentario halagueño para los cultivares del ensayo, y atribuyó la superioridad del Pinto Americano a su precozidad que le permitió aprovechar al máximo la escaza humedad disponible en el suelo.

5. DISCUSION

5.1. Rendimiento de grano

La ausencia de interacción genotipo-ambiente para el rendimiento de grano (denotado por los drásticos cambios en la expresión de los cultivares al cambiarlos de una localidad a otra, sin alterar la posición ocupada de un genotipo con respecto a los demás), era esperada de antemano, ya que en el proceso de mejoramiento genético de los genotipos probados se incluyen pruebas de rendimiento a nivel experimental en las zonas bajas de Nuevo León; por lo que estos materiales están adaptados a la región y presentan una baja sensibilidad a los cambios ambientales del área de establecimiento.

Comparando las fluctuaciones de los rendimientos en las localidades probadas, se les puede clasificar en base a la delimitación de áreas de cultivo realizada por Gómez (1977). en:

- a) Muy favorable. Para Cerralvo por su índice ambiental registrado, debido principalmente a que el lote estuvo bajo condiciones de riego y a que las temperaturas medias durante el período de floración a Madurez Fisiológica (Octubre-Noviembre) fueron bastante benignas (24.3 y 21.5°C respectivamente) para la fecundación, amarre del fruto y llenado de grano.
- b) Favorable. Para Gnal. Terán, donde el agua de riego no estuvo disponible, tan oportunamente como en Cerralvo, y aun

que el experimento no se afectó en sus primeras etapas por la precipitación registrada en los meses de Septiembre (73 mm) y Octubre (111 mm); en Noviembre y Diciembre se registraron lluvias escasas, lo que pudo afectar la eficiencia en el llenado de grano (Noviembre), disminuyendo de esta manera el rendimiento de los cultivares. Además, deben considerarse el ataque de plagas y enfermedades que afectaron la densidad de población (hasta un 40% en Pinto Americano).

- c) Desfavorable. Para los Herrera por la falta de agua en las etapas productivas que motivó los raquíticos rendimientos observados; aunado al severo ataque de las plagas en las primeras etapas del crecimiento.

5.2. Estabilidad

El agrupamiento de los cultivares en base a su estabilidad, estimada a partir de los parámetros propuestos por Eberhart y Russell (1966), proporciona la información del grado de interacción particular del genotipo en los ambientes en que fue probado, al mismo tiempo el comportamiento diferencial de éstos materiales en el rango ambiental probado, permite predecir el rendimiento que se obtendrá al establecer estos genotipos en localidades cuyas condiciones ambientales y de producción sean similares.

Los resultados obtenidos en este experimento pueden utilizarse para establecer de manera general y preliminar el domi-

nio de recomendación de los cultivares probados, ya que las va-
riadas condiciones de producción (técnicas, sociales y económi-
cas) de esta zona no han sido plenamente identificadas median-
te un marco de referencia, lo que impide establecer fielmente
el dominio de las recomendaciones.

Para la variable tiempo de cocción, se observa una diferen-
cia muy marcada entre los cultivares de semilla pequeña y semi-
lla grande, donde los genotipos de semilla pequeña tienden a ne-
cesitar un menor tiempo para su cocimiento, lo cual puede de-
berse a su mayor área de exposición al calor. Esta información
es corroborada por el trabajo de Vaquera (tesis aún no publica-
da), en la cual se concluye que la cocción de las semillas de
frijol está determinada en mayor parte por la dureza de los
cotiledones; independientemente del período de cosecha, del
grosor de la testa, peso y tamaño de la semilla.

6. CONCLUSIONES

Analizando la información proporcionada y conforme a los resultados obtenidos de este experimento pueden formularse las siguientes conclusiones:

1. Los materiales probados son diferentes entre sí, debido principalmente a la relación existente entre el rendimiento individual y sus componentes.
2. El método propuesto por Eberhart y Russell (1966) resultó efectivo para la clasificación de los cultivares por su estabilidad de rendimiento en:
 - a) Material deseable por su rendimiento alto, estable y consistente en todos los ambientes (Selección #4).
 - b) Material de rendimiento superior, estable y consistente en ambientes favorables (TOCHE-440 y Pinto Norteño).
 - c) Material estable, consistente y adaptado a ambientes desfavorables (Pinto Americano, LEF-1-RB, Delicias-71).
3. Los cultivares de semilla pequeña requieren un menor tiempo para cosecharse que los de semilla grande; sin embargo, a los agricultores les interesa más que nada el rendimiento por superficie sin importar mucho el tamaño de semilla.
4. Los agricultores cooperantes de Gral. Terán y Cerralvo, consideran al cultivar Selección #4, como el material con mayor probabilidad de aceptación en la zona, por su arquitectura y capacidad de carga por planta (vainas por planta).

7. BIBLIOGRAFIA

- ALLARD, R.W. and BRADSHAW, A.D. 1964. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. *Crop Science*. 4:503-507.
- ALLARD, R.W. 1975. Principios de la mejora genética de las plantas. Trad. J.L. Montoya. 2da. Ed. Edit. Omega. Barcelona, España. pp. 102-111.
- ANDERSON, V.L. and McLEAN, R.A. 1974. Design of experiments, Marcel Dekk Inc. New York, USA. pp. 396.
- BRAUER H., O. 1973. Fitogenética aplicada. Editorial Limusa México. pp. 254-259.
- BUCIO A., L. 1966. Environmental genotype-environmental components of variability heredity. 21:387-397.
- CARBALLO C., A. y MARQUEZ S., F. 1970. Comparación de variedades de maíz en el Bajío y la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. *Agrociencia*. 5:129-146.
- COCHRAN, W.G. and G.M. COX. 1965. Diseños experimentales. Trad. B.A. Rojas et al. Editorial Trillas. México, D. F. 703 p.
- EBERHART, S.A. and RUSSELL, W.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*. 6:36-40.
- GAMEZ C., A.F. 1984. Parámetros de estabilidad en tres caracteres en 20 genotipos de maíz (*Zea mays* L.). Tesis profesional. FAUANL. México.
- GARCIA, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM. México. 245 p.

- GOMEZ M., M.V. 1983. Análisis estadístico del modelo de Eberhart y Russell y una metodología multivariada alternativa. Tesis de Maestría. C.P. Chapingo, México.
- GUZMAN B., J. 1984. Problemática de la producción de cultivos básicos en la sub-región de lomeríos suaves de las zonas bajas de Nuevo León. Tesis Profesional. FAUANL. México.
- JUAREZ E., R. 1977. Interacción genotipo-medio ambiente en la selección y recomendación de híbridos de sorgo para grano. Tesis de Maestría en Ciencias, C.P., Chapingo, México.
- MARQUEZ S., F. 1973. Relationship between genotype-environmental interaction and stability parameters. *Crop Science* 13:577-579.
- _____. 1976a. Orientación socioeconómica del fitomejoramiento. Proposición para el maíz. *Rev. Chapingo, Nva. Epoca.* 1:30-41.
- _____. 1976b. El problema de la interacción genético-ambiental en genotecnia vegetal. Editorial Patena, A.C. U.A.CH. Chapingo, México.
- MONARES, A. 1980. Implementación de experimentos en campos de agricultores. Documentos de entrenamiento. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú, pp. 13.
- MORALES H., J.A. 1982. Estimación de la interacción genotipo x ambiente y estabilidad del rendimiento de grano de maíz (*Zea mays* L.) en la región norte de Tamaulipas. Tesis Profesional. FAUANL, México.
- PALOMO G., A. y PRADO M., R. 1975. Estimación de parámetros de estabilidad y su aplicación en investigación agrícola con algodónero. Centro de Inv. del Noreste. INIA. Folleto de Divulgación de la SAG. Comarca Lagunera, México.

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. 1981. Síntesis geográfica de Nuevo León. Coordinación de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. Rexford Impresores, S.A. México, D.F. 170 p.

WOOLLEY, J. 1984. La evaluación agronómica de ensayos a nivel finca. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Apartado aereo 6713. Cali, Colombia. pp. 32.

